

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA UNIÓN DEL SUR
---	---	--	---

CONTENIDO

	Pág.
2 GENERALIDADES _____	1
2.1 ANTECEDENTES _____	1
2.2 ALCANCES _____	10
2.3 METODOLOGÍA _____	12
2.3.1 Metodología para la Caracterización del componente abiótico. _____	12
2.3.1.1 Geología. _____	12
2.3.1.2 Geomorfología. _____	14
2.3.1.3 Paisaje. _____	17
2.3.1.4 Suelos. _____	23
2.3.1.5 Hidrología. _____	28
2.3.1.6 Calidad del Agua. _____	31
2.3.1.7 Usos del Agua. _____	37
2.3.1.8 Hidrogeología. _____	38
2.3.1.9 Geotecnia. _____	45
2.3.1.10 Atmosfera. _____	46
2.3.1.11 Calidad del aire y ruido. _____	48
2.3.2 Metodología para la Caracterización del componente Biótico. _____	50
2.3.2.1 Ecosistemas Terrestres. _____	50
2.3.2.1.1 Flora. _____	50
2.3.2.1.2 Caracterización de flora epífita, rupícola y facultativa terrestre. _____	68
2.3.2.1.3 Fragmentación. _____	79
2.3.2.1.4 Fauna. _____	83
2.3.2.2 Ecosistemas acuáticos. _____	116
2.3.2.2.1 Análisis multitemporal de los ecosistemas acuáticos en el área de estudio. _____	141
2.3.3 Metodología para la Caracterización del componente Socioeconómico. _____	148
2.3.3.1 Pre - Campo. _____	150
2.3.3.2 Trabajo de Campo. _____	151

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

2.3.3.3	Post-Campo.	155
2.3.3.3.1	Servicios Ecosistémicos.	157
2.3.4	Metodología para Demanda, Uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales.	163
2.3.5	Metodología Evaluación ambiental.	166
2.3.6	Metodología de Zonificación.	171
2.3.7	Metodología para la Evaluación Económica.	172
2.3.8	Metodología Plan de Manejo Ambiental.	173
2.3.9	Plan de Gestión del Riesgo.	174
2.3.10	Metodología para plan de inversión del 1%.	174
2.3.11	Metodología para el plan de compensación por pérdida a la biodiversidad.	175
2.3.12	Metodología para Cartografía.	177
2.3.13	Profesionales que participaron en la elaboración del EIA.	182

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 Unidades funcionales proyecto.	1
Tabla 2.2 Marco Normativo Aplicable al proyecto.	5
Tabla 2.3 Vuelo y número de sobre para el área de influencia.	15
Tabla 2.4 Rango de pendientes.	16
Tabla 2.5 Criterios y valoración para determinar la fragilidad paisajística.	18
Tabla 2.6 Rangos categorización del paisaje según fragilidad.	19
Tabla 2.7 Criterios y valores de calificación calidad visual del paisaje.	19
Tabla 2.8 Rangos de visibilidad para determinar el alcance visual del paisaje.	20
Tabla 2.9 Nivel de interés percibido a través de encuestas.	21
Tabla 2.10 Rangos para determinar la sensibilidad visual del paisaje.	21
Tabla 2.11 Criterios para el análisis de integridad escénica.	22
Tabla 2.12 Rangos de valoración integridad física.	22
Tabla 2.13 Información secundaria recopilada para el componente suelos.	24
Tabla 2.14 Documentos base para la caracterización del componente suelo, de acuerdo al IGAC.	24
Tabla 2.15 Otros documentos consultados.	24

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 SACYT Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	 SH Huella Verde Compromiso	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	---	--

Tabla 2.16 Diagrama de clasificación agrológica y uso potencial del suelo. _____	26
Tabla 2.17 Estaciones de muestreo – Proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan Pedregal. _____	32
Tabla 2.18 Listado de los métodos y técnicas analíticas empleadas para el análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las estaciones monitoreadas. _____	33
Tabla 2.19 Clasificación general de las unidades hidrogeológicas. _____	38
Tabla 2.20 Estaciones meteorológicas seleccionadas. _____	46
Tabla 2.21 Estaciones de muestreo de calidad de aire para el proyecto. _____	49
Tabla 2.22 Diseño de las parcelas por cobertura. _____	53
Tabla 2.23 Localización de las unidades de muestreo forestal. _____	55
Tabla 2.24 Clasificación frecuencia absoluta. _____	Error! Bookmark not defined.
Tabla 2.25 Clases altimétricas de la regeneración natural. _____	Error! Bookmark not defined.
Tabla 2.26 Escala de Daubenmire, muestreo de herbazales. _____	Error! Bookmark not defined.
Tabla 2.27 Categorías de clasificación utilizadas por la UICN. _____	67
Tabla 2.28 Número de parcelas y forófitos por cobertura vegetal caracterizados en las áreas de intervención. _____	69
Tabla 2.29 Índices de diversidad alfa y beta empleados en el marco de la caracterización de las epífitas vasculares y no vasculares. _____	77
Tabla 2.30 Métricas utilizadas para el análisis de fragmentación de coberturas naturales de la tierra para el área de influencia del proyecto. _____	81
Tabla 2.31 Índice de contexto paisajístico. _____	82
Tabla 2.32 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia del proyecto. _____	85
Tabla 2.33 Coordenadas de ubicación de los transectos de observación y captura de herpetofauna (Anfibios y Reptiles). _____	91
Tabla 2.34 Coordenadas de ubicación de los transectos de detección visual y auditiva de aves en el área de influencia del proyecto. _____	94
Tabla 2.35 Coordenadas de ubicación de las redes de niebla para captura de aves. _____	96
Tabla 2.36 Coordenadas de ubicación de las trampas Sherman para captura de pequeños mamíferos no voladores. _____	97
Tabla 2.37 Ubicación de trampas Tomahawk. _____	101
Tabla 2.38 Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa para el registro de mamíferos no voladores. _____	103
Tabla 2.39 Coordenadas de ubicación de los transectos de observación para el registro de mamíferos. _____	103
Tabla 2.40 Ubicación de puntos de redes para la captura de mamíferos voladores (murciélagos). _____	106

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO  SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

Tabla 2.41 Coordenadas de ubicación de las encuestas no estructuradas de fauna.	108
Tabla 2.42 Estimadores empleados para la representatividad del muestreo de fauna.	109
Tabla 2.43 Estaciones de muestreo – Proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan Pedregal.	117
Tabla 2.44 Esfuerzo de muestreo Plancton.	129
Tabla 2.45 Esfuerzo de muestreo Perifiton.	130
Tabla 2.46 Esfuerzo de muestreo Macroinvertebrados acuáticos.	132
Tabla 2.47 Esfuerzo de muestreo Ictiofauna.	134
Tabla 2.48 Esfuerzo de muestreo Macrófitas acuáticas.	136
Tabla 2.49 Estaciones de muestreo – Proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo San Juan - Pedregal.	142
Tabla 2.50 Ecosistemas acuáticos seleccionados para el análisis multitemporal del área de estudio.	143
Tabla 2.51 Clasificación de la calidad de las aguas de acuerdo con el índice de Palmer.	145
Tabla 2.52 Relación del índice de diatomeas pampeano con la calidad del agua y el grado de disturbio antrópico.	146
Tabla 2.53 Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP.	147
Tabla 2.54 Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASPT.	147
Tabla 2.55 Clasificación y grado de contaminación de la calidad del agua mediante el índice biótico de familia (IBF) de Hilsenhoff.	148
Tabla 2.56 Fuentes de información de la base socioeconómica.	150
Tabla 2.57 Ruta Metodológica concertada en el proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de San Juan	155
Tabla 2.58 Ruta Metodológica concertada en el proceso de Consulta Previa Cabildo Aldea de María Putisnán	156
Tabla 2.59 Ruta Metodológica concertada en el proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de Iles	156
Tabla 2.60 Criterios para evaluación de la importancia del impacto ambiental (IMA).	167
Tabla 2.61 Rangos jerarquización del impacto según la Importancia Ambiental (IMA).	170
Tabla 2.62 Valoración y clasificación de impactos.	171
Tabla 2.63 Imágenes utilizadas para actualización de cartografía base.	179
Tabla 2.64 Mapas temáticos.	181
Tabla 2.65 Listado de Profesionales que participaron del EIA.	182

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Cruce Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal con proyectos en el área de intervención. _____	8
Figura 2.2 Esquema parcela empleada. _____	53
Figura 2.3 Ubicación de las parcelas de caracterización de la Flora Epífita, Rupícola y Facultativo terrestre en el Área del proyecto. _____	71
Figura 2.4 Formato de campo para el registro de epífitas vasculares, no vasculares, rupícolas y terrestres. _____	72
Figura 2.5 Estratificación del forófito para muestreo de epífitas vasculares y no vasculares. _____	73
Figura 2.6 Metodología para la estimación de cobertura de epífitas no vasculares con una plantilla de acetato transparente (cuadrícula de 400cm ²). _____	74
Figura 2.7 Categorías de fragmentación utilizadas por el modelo SAGA. _____	83
Figura 2.8 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia del Área de proyecto. _____	89
Figura 2.9 Actividades de la etapa de preparación. _____	127
Figura 2.10 Actividades de la etapa de campo para el muestreo hidrobiológico. _____	127
Figura 2.11 Actividades de la etapa de laboratorio para las comunidades hidrobiológicas. _____	138
Figura 2.12 Actividades de la etapa de análisis. _____	140
Figura 2.13 Esquema de reuniones y recolección de información. _____	149
Figura 2.14 Cercas vivas presentes en el área de intervención del proyecto en las coberturas (Mosaico de pastos y cultivos, mosaico de cultivos y pastos limpios) _____	164
Figura 2.15 Guía metodológica del análisis de riesgos. _____	Error! Bookmark not defined.
Figura 2.16 Etapas de planificación sectorial de la compensación por pérdida de biodiversidad. _____	175
Figura 2.17 Cubrimiento de planchas IGAC escala 1:25.000. _____	178
Figura 2.18 Imágenes satelitales y su cubrimiento. _____	178

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 2.1 Afloramiento avistado en el área de estudio. Flujos de lava con estructuras de flujo por enfriamiento. _____	13
Fotografía 2.2 Forme de origen fluvial asociada al Río Guáitara. _____	16
Fotografía 2.3 Santuario de Nuestra Señora de Iles. _____	23
Fotografía 2.4 Piscinas y centros recreativos de Pilcuan cerca del río Guáitara. _____	23
Fotografía 2.5 Muestreo detallado (calicatas), municipio de Ilés, verdeda Urbano, coordenadas (magna sirgas origen Oeste) E: 955307 N: 597957 _____	25
Fotografía 2.6 Muestreo de observación (cortes de vía), coordenadas (magna sirgas origen Oeste) E: 955958 N: 600752 _____	25
Fotografía 2.7 Río Guitara, vereda San Juan (Ipiales). _____	28
Fotografía 2.8 Medición de caudal usando Micromolinet. _____	35
Fotografía 2.9 Tanque de recolección en un nacedero de la Vereda Tablón Alto. Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) E: 954060 N: 604342 _____	38
Fotografía 2.10 Acueducto del condominio Arcoiris (Pilcuan). Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) E: 954060 N: 604342 _____	38
Fotografía 2.11 Afloramientos de agua subterránea a manera de manantiales. Error! Bookmark not defined.	
Fotografía 2.12 Muestreo de coberturas vegetales en el área del Proyecto. _____	60
Fotografía 2.13 Localización de puntos de muestreo. _____	76
Fotografía 2.14 Marcación de forófitos. _____	76
Fotografía 2.15 Identificación de morfoespecies. _____	76
Fotografía 2.16 Registro de información. _____	76
Fotografía 2.17 Marcación en GPS. _____	76
Fotografía 2.18 Prensado de material botánico. _____	76
Fotografía 2.19 Método de muestreo por encuentro casual para la caracterización de herpetofauna. _____	91
Fotografía 2.20 Captura e identificación de especímenes para la caracterización de herpetofauna. _____	93
Fotografía 2.21 Método de detección visual y auditiva para el registro de aves. _____	93
Fotografía 2.22 Método de captura en redes de niebla para el registro de aves. _____	95
Fotografía 2.23 Método de captura con trampas Sherman. _____	97
Fotografía 2.24 Ejemplar de raposa (Didelphis marsupialis) capturado en trampa Tomahawk. _____	101
Fotografía 2.25 Método de registro de mamíferos por medio de cámaras trampa. _____	102

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO  SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO REGIONAL UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

Fotografía 2.26 Búsqueda de rastros y algunos rastros utilizados para el registro indirecto de mamíferos.	104
Fotografía 2.27 Método de captura en redes de niebla para el registro de murciélagos.	105
Fotografía 2.28 Encuestas semi – estructuradas de fauna realizadas a los pobladores de la zona	108
Fotografía 2.29 Toma de muestra de la comunidad planctónica.	130
Fotografía 2.30 Toma de muestra de la comunidad perifítica.	131
Fotografía 2.31 Muestreo de la comunidad bentónica.	133
Fotografía 2.32 Muestreo de ictiofauna.	135
Fotografía 2.33 Monitoreo de macrófitas.	136
Fotografía 2.34 Tercer momento- Resultados en las unidades territoriales menores.	149
Fotografía 2.35 Levantamiento información vereda San José de Quisnamuez Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste: E 953981 N 596583.	153
Fotografía 2.36 Levantamiento Cartografía Social vereda Tablón Bajo Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste: E 955093. – N 601279.	153
Fotografía 2.37 Recolección de información social en el área rural.	154
Fotografía 2.38 Reunión de Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de San Juan 10-06-2017	155
Fotografía 2.39 Reunión de Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Cabildo Aldea de María Putisnán 07-06-2017	156
Fotografía 2.40 Reunión de Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de Iles 06-06-2017	157
Fotografía 2.41 Inventario de vegetación área a intervenir por el Proyecto Vial Rumichaca - Pasto, tramo San Juan - Pedregal.	165

2. GENERALIDADES	CONTENIDO
------------------	-----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO REGIONAL UNIÓN DEL SUR
---	---	---	--

2 GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

- **Justificación.**

Como parte de la implementación del Plan nacional de Desarrollo PND 2010-2014, Prosperidad Para Todos y con el fin de incentivar la participación del sector privado en el desarrollo de la infraestructura tanto productiva como social que requiere el país, se expidió la Ley 1508 de 2012 y sus decretos, por medio del cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas (APP) bajo un nuevo marco normativo en el que se detalla y profundiza los procedimientos de selección y contratación de inversionistas privados, que rigen el Programa de la Cuarta Generación de Concesiones viales (4G), lineamientos con que el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) formuló el documento CONPES 3760 de 2013: “Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público Privadas: Cuarta Generación de Concesiones Viales.

Bajo este marco jurídico y como parte del programa de concesiones de cuarta generación, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) mediante el Contrato de Concesión bajo el esquema APP No. 15 del 11 de septiembre de 2015, concedió a la Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S. la realización de los estudios y diseños, gestión ambiental, predial y social para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto.

El proyecto vial doble calzada Rumichaca –Pasto, en atención a las recomendaciones del CONPES 3820, de aplicar en los proyectos de Segunda Ola la estructuración por unidades funcionales, tiene cinco Unidades Funcionales (UF), basadas en los diseños realizados con anterioridad por parte de la ANI (Ver **Tabla 2.1**).

Tabla 2.1 Unidades funcionales proyecto.

UNIDAD FUNCIONAL (UF)	SECTOR	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD
1	Rumichaca - Contadero	PK 0+000	PK 25+600	25,6 km
2	Contadero - Iles	PK 25+600	PK 37+600	12,00 km
3	Iles - Pedregal	PK 37+600	PK 44+795	7,20 km
4	Pedregal - Tangua	PK 0+000	PK 15+750	15,75 km
5	Tangua - Pasto	PK 15+750	PK 37+934	22,18 km

Fuente: CONSORCIO SH., 2017.

Este proyecto busca Integrar mediante una mejor conexión vial el suroccidente de Colombia, contribuyendo así al fortalecimiento del desarrollo de la región, fortaleciendo el eje internacional que une Colombia con Ecuador, optimizando la circulación vial, reduciendo así los niveles de accidentalidad, los tiempos de desplazamiento y los costos de operación de los vehículos.

- **Estudios e investigaciones previas.**

Para el desarrollo del presente EIA se consideraron los estudios e investigaciones previas de distintas entidades regionales y nacionales, los cuales se relacionan en el **Numeral 2.3 Metodología** para cada uno de los componentes de los diferentes medios abiótico, biótico, y socioeconómico.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

- **Radicación de solicitud de sustracción de reservas forestales de ley 2 de 1959.**

Con el fin de identificar si el proyecto se encuentra en áreas de reserva forestal se realizó consulta en el sistema de alertas tempranas –TREMARTOS Colombia, en cuanto a las áreas declaradas en la ley 2a/59, encontrándose que el proyecto no se encuentra dentro de estas reservas por lo cual no se realiza solicitud de sustracción.

- **Radicación de solicitudes de levantamiento de vedas.**

El trámite de levantamiento de vedas ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS se realizó en dos momentos como se a continuación se describe:

Inicialmente se realizó la solicitud y se obtuvo el acto administrativo del levantamiento de vedas ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS, que se presenta en el Anexo 1. Comunicados_ Solicitud Levantamiento de Veda_MAVDT.

Posterior a la expedición del levantamiento de vedas, se realizaron algunos ajustes al área de intervención del proyecto, razón por la cual se presentó una nueva solicitud de levantamiento de vedas para aquellas áreas no contempladas inicialmente, por tanto, mediante radicado E1-2018005801 del 26 de febrero de 2018 la sociedad Concesionaria Vial del Sur presentó ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, una nueva solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora silvestre que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto. En respuesta a esta solicitud, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos expidió el Auto N° 072 del 20 de marzo de 2018 “por el cual se inicia actuación administrativa para la evaluación de una solicitud de levantamiento parcial de veda de especies de flora silvestre y se toman otras determinaciones”. Así mismo dispone “Declarar formalmente abierto el expediente número AVT 0750, en el cual, se adelantarán todas las actuaciones administrativas relacionadas con la solicitud de levantamiento parcial de veda de las especies de flora silvestre que serán afectadas...” (Ver **Anexo 1. Comunicados_ Solicitud Levantamiento de Veda_MAVDT**). A la fecha de terminación de este estudio, no se ha obtenido respuesta por parte de la dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Adicionalmente se revisaron las resoluciones de la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) (Ver **Anexo 1. Comunicados_Radicados**) con el fin de corroborar la presencia de especies vedadas y llevar acabo el trámite de solicitud de levantamiento de veda, sin embargo, no se encontraron especies en dicha categoría determinadas por la Corporación.

- **Trámites ante autoridades competentes.**

La Agencia Nacional de Infraestructura -ANI-, mediante radicado 4120-E1-25763 del 20 de junio de 2013, solicitó apertura de expediente de NDA para el proyecto “Construcción de la Segunda Calzada entre Rumichaca y Pedregal”, en el departamento de Nariño, petición para la cual se abrió el expediente NDA 0905, así mismo mediante radicado 4120-E1-25764 del 20 de junio de 2013, solicitó la apertura del expediente NDA para el proyecto “Construcción de la Segunda Calzada entre pedregal y Pasto”, en el departamento de Nariño, petición para la cual se abrió el expediente NDA 0906.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA mediante radicado 4120-E2-25763 del 12 de agosto de 2013, con base en Concepto Técnico 3422 del 8 de agosto de 2013, dio respuesta a la solicitud formulada por la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI- mediante radicado No. 4120-E1-25763 del 20 de junio de

2. GENERALIDADES	Página 2
------------------	----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

2013, respecto al proyecto “Construcción de la Segunda Calzada entre Rumichaca y Pedregal”, en el departamento de Nariño, en el sentido de definir para la construcción de la segunda calzada (duplicación) de la Variante Ipiales la presentación del Estudio de Impacto Ambiental y para el resto del trayecto, la presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, excepto los pares viales cuya construcción es necesaria y el tramo en mejoramiento.

La Agencia Nacional de Infraestructura mediante radicado 4120-E1-83 del 3 de enero de 2014 presentó el Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto “Paso por centros poblados Sector Rumichaca – Pedregal”, en el departamento de Nariño. Expediente NDA 0905, a la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante el Auto No 420 del 4 de febrero de 2015 definió una alternativa para el proyecto.

La Concesionaria Vial Unión del Sur SAS, mediante radicado No 2016015950-1-000 del 31 de marzo de 2016, informó a la ANLA sobre el contrato de concesión No. 15 de 2015 -Esquema APP, suscrito entre la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI- y la Concesionaria, el cual tiene por objeto la realización de los estudios y diseños, gestión ambiental, predial y social, construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación, mantenimiento de la doble calzada Rumichaca - Pasto, en el departamento de Nariño, el cual establece dentro de sus obligaciones la obtención de la licencia ambiental correspondiente.

La Concesionaria Vial Unión del Sur SAS, mediante radicado No. 2016080942-1-000 de 06 de diciembre de 2016, presentó “Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para la construcción de la Doble Calzada entre las poblaciones de San Juan y Pilcuán Viejo, del proyecto vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto”, vía que pasara por los municipios de Ipiales, Contadero, Imués e Iles en el departamento de Nariño, para su evaluación y definición por parte de la ANLA.

El Equipo Técnico de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- con base en la información aportada por la “ Concesionaria Vial Unión del Sur SAS” dentro del trámite de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA para el desarrollo del proyecto Doble Calzada Rumichaca -Pasto Tramo San Juan -Pilcuán” radicados Nos. 2016080942-1-000 de 06 de diciembre de 2016 y 2017014691-1-000 del 28 de febrero de 2017 y la vista de evaluación correspondiente, elaboró el Concepto Técnico 1249 del 23 de marzo de 2017.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, mediante el Auto No. 00948 del 28 de marzo de 2017 selecciona la Alternativa uno (1), propuesta por la Concesionaria Vial Unión del Sur SAS., como la más viable desde el punto de vista abiótico, biótico y socioeconómico, para la construcción del proyecto denominado “Doble Calzada entre las poblaciones de San Juan y Pilcuán Viejo, del proyecto vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto”, en el departamento de Nariño.

Mediante radicado VITAL - Ventanilla Única de Trámites Ambientales N° 2017054941-1-000 del 19 de julio de 2017, la Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S., solicitó Licencia Ambiental para el proyecto “Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal”, adjuntando el Estudio de Impacto Ambiental - EIA correspondiente.

Que en reunión celebrada el día 2 de octubre de 2017, la ANLA solicitó a la CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S. una información adicional de acuerdo con lo señalado en el Acta 085 del 2 de octubre de 2017, en el marco de la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental para la solicitud de licencia ambiental para el proyecto de “Construcción de la segunda calzada en el tramo San Juan - Pedregal del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto”, localizado en los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués, en el departamento de Nariño

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

La CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S., mediante comunicación radicada con el número 2017106494-1-000 del 04 de diciembre de 2017, presentó la información adicional requerida por esta Autoridad mediante el Acta 085 del 2 de octubre de 2017.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, realizó el análisis de la información presentada por la CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S., en respuesta a la solicitud de información adicional efectuada por Acta 085 del 2 de octubre de 2017, considerando que no se dio respuesta satisfactoria a la totalidad de los requerimientos del Acta 85 del 2 de octubre de 2017.

Mediante Auto 619 del 21 de febrero de 2018, en su Artículo Segundo, la ANLA ordena el archivo del trámite administrativo de solicitud de la Licencia Ambiental para el proyecto denominado “DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL”, localizado en los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués en el Departamento de Nariño, solicitado por la CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR SAS, con fundamento en lo expuesto en la parte motiva del mencionado Acto Administrativo. Así mismo, en el Artículo Cuarto la ANLA Informa a la CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR SAS., que, en caso de continuar interesada en el trámite de licencia ambiental, deberá presentar una nueva solicitud para el proyecto denominado “DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL., localizado en los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués en el Departamento de Nariño, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 y/o en la normativa ambiental vigente.

En consecuencia, se realiza el presente Estudio de Impacto Ambiental requerido para el desarrollo de las actividades de construcción para el proyecto Doble Calzada Rumichaca - Pasto, tramo San Juan – Pedregal correspondiente a las unidades funcionales 1 sector 1.3 y unidades funcionales 2 y 3, mediante la descripción, caracterización, análisis y evaluación de los medios físico, biótico y socioeconómico del territorio y el desarrollo de los planes y programas para la correcta atención de los impactos generados en los diferentes componentes del medio, acogiendo lo establecido en la normatividad aplicable y permitiendo la obtención de la Licencia Ambiental.

- **Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y Subsistema de Áreas Protegidas – SIRAP.**

Para el proyecto se generó consulta sobre el Sistema Regional de Áreas Protegidas – SIRAP, y en la unidad básica SINAP, con el fin de definir el conjunto de las áreas que constituyen las áreas declaradas dentro del sistema de PNN, las zonas de reserva forestal de Ley 2ª/59 y las establecidas mediante resoluciones del extinto INDERENA, las áreas establecidas como áreas de especial significancia ambiental territorial en los planes, esquemas y planes básicos de ordenamiento territorial de los municipios.

- **Ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles.**

Para la determinación de áreas ambientalmente sensibles, así como de ecosistemas estratégicos se solicitaron certificaciones (Ver **Anexo 1. Comunicados**) expedidas por las entidades competentes donde se definiera si en el área de influencia del proyecto vial, se encuentran o no, áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y Santuarios de Fauna y Flora declarados por la UESPNN, áreas de Reservas Naturales de la Sociedad Civil inscritas ante la UAESPNN, así como Reservas Forestales Nacionales (incluyendo la reserva forestal de la Ley 2ª de 1959) y Distritos de Manejo Integrado y/u otro tipo de áreas protegidas declarados por las respectivas autoridades ambientales regionales.

Adicionalmente se consultaron las diferentes bases de datos oficiales tomando como referencia las áreas naturales protegidas a nivel nacional, regional y local, y las zonas de biodiversidad sensible, dentro de estas el sistema de alertas tempranas –TREMARTOS Colombia, el Registro nacional único de áreas protegidas –

Formatted: Portuguese (Brazil)

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

RUNAP, el Sistema de Información Geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial – SIGOT, el Sistema de Información ambiental de Colombia - SIAC y el Portafolio de Áreas prioritarias para la conservación del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Igualmente se consideraron los ecosistemas estratégicos y sensibles identificados en los EOT/PBOT de los Municipios involucrados y de los Planes de ordenamiento del recurso hídrico (PORH) de los ríos Guáitara, Boquerón y Sapuyes).

- **Distritos de manejo Integrado.**

Ecosistemas estratégicos como los DMI y/o DRMI, se consultaron a través de la herramienta de alertas tempranas Tremarcos-Colombia v. 3.0, con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) y la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO.

- **Marco Normativo.**

A continuación, se presenta el marco normativo principal aplicable al proyecto. (Ver **Tabla 2.2**).

Tabla 2.2 Marco Normativo Aplicable al proyecto.

NORMA	NÚMERO	TEMA TRATADO
Constitucional	Constitución Política de 1991 (Artículos 1, 7, 8, 79, 80, 84, 95, 209, 332 art transitorio 55)	Principios fundamentales sobre normas constitucionales, que da el soporte a la normativa legal que aplica para la ejecución del presente documento y su alcance.
	Decreto Ley 2811 de 1974	Se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Se establecen las Zonas Forestales Protectoras y Bosques de Interés General.
Ambiental	Ley 2 de 1959	Se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Se establecen las Zonas Forestales Protectoras y Bosques de Interés General.
	Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. El Ministerio debe definir las políticas y regulaciones a las que se deben sujetar la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación
	Resolución 541 de 1994	Establece la disposición de escombros, generados en el proceso constructivo, en sitios autorizados por la autoridad competente.
	Ley 373 de 1997 modificada por la Ley 812 de 2003,	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones, expedida por el congreso de la república
	Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones, expedida por el congreso de la república
	Resolución 1280 de 2010	Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyecto.
	Resolución 2064 de 2010	Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de fauna y flora terrestre y acuática y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 2086 de 2010	Por la cual se adopta la metodología para la tasación de multas.
	Resolución 2254 de 2017	Se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

NORMA	NÚMERO	TEMA TRATADO
	Resolución 1527 de 2012	Por la cual se señalan las actividades de bajo impacto ambiental y que además, generan beneficio social, de manera que se puedan desarrollar en las áreas de reserva forestal, sin necesidad de efectuar la sustracción del área y se adoptan otras determinaciones.
	Resolución 1912 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 dictan otras disposiciones.
	Decreto único 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del Sector ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa de Adaptación de la Guía Ambiental
	Decreto 050 del 16 de enero de 2018	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones
	Resolución 472 de 2017 entra en vigencia el primero (1) de Enero del 2018	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición RCD y se dictan disposiciones
	Resolución 256 del 22 de febrero de 2018	Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del componente biótico.
	Resolución 751 del 26 de marzo de 2015	Por la cual se adopta los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones.
Minero	Ley 685 de 2001	Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, entre las cuales está lo referente a los aprovechamientos mineros sea de canteras o material de arrastre
	Decreto 1073 de 2015	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”
Social	Convenio 169 OIT (Artículo 7)	Por el cual se reglamenta el derecho fundamental que tienen los pueblos indígenas y demás minorías étnicas a la Consulta Previa.
	Ley 21 de 1991	Por medio del cual se aprueba el convenio N° 169, sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.
	Ley 70 de 1993 (decreto 1745 de 1995) (Decreto 3770 de 2008)	Establece mecanismo para la protección de la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico.
	Ley 134 de 1994	Mediante la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana
	Ley 388 de 1997	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 3 de 1991, y se dictan otras disposiciones sobre ordenamiento territorial
	Ley 472 de 1998	Sobre reglamentación de acciones populares y de grupo.
	Ley 1454 de 2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
	Ley estatutaria 1757 de 2015	Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática.
Cultural	Decreto único Ministerio de cultura 1080 de 2015 (Se encuentra en incorporación y actualización)	Expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura. - Correspondiente al patrimonio cultural de la nación de naturaleza inmaterial
Administrativo	Ley 1437 de 2011	Código Contencioso Administrativo
Disciplinaria	Ley 1801 de 2016	Código Nacional de Policía y convivencia

2. GENERALIDADES	Página 6
------------------	----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

NORMA	NÚMERO	TEMA TRATADO
Infraestructura	Ley 1228 de 2008	Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el sistema integral nacional de información de carreteras y se dictan otras disposiciones
	Resolución 545 de 2008	Por la cual, se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura, desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones – INCO y se establecen criterios para la aplicación del plan de compensaciones socioeconómicas
	Resolución 077 de 2012	Por la cual se establecen los lineamientos de gestión social para la elaboración y ejecución de planes de reasentamiento poblacional involuntario, a unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para proyectos de infraestructura concesionada a través de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI.
	Ley 1682 de 2013	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
Transito	Ley 769 de 2002	Contempla el código nacional de tránsito terrestre y se dictan otras disposiciones en cuanto a condiciones técnico mecánicas de los vehículos para que transiten por el territorio nacional, señalización en proyectos constructivos.

Fuente: CONSORCIO SH. 2018.

- **Superposición de proyectos.**

Consultado con el visor geográfico de la ANLA, SIAC <http://sig.anla.gov.co:8083/> se determinó que en el área de influencia existen tres (3) proyectos licenciados por la ANLA que se podrían superponer con el proyecto de la doble calzada San Juan - Pedregal, los cuales son el proyecto Oleoducto Trasandino Orito –Tumaco con expediente LAM 3518 el cual se cruza con el proyecto a la altura del municipio de Contadero y es operado por Ecopetrol, el proyecto Línea de Transmisión a 230 KV Circuito doble Betania, Altamira, Mocoa, Pasto con expediente LAM 3323, resolución 2268 del 22/11/2006 el cual se cruza con el proyecto a la altura del municipio de Iles y es operado por la Empresa de Energía de Bogotá S.A E.S.P. y el proyecto línea de transmisión a 230 Kv Pasto – Quito tramo Colombia”, cuyo trámite se surte en el expediente LAM1749 y cuyo titular responsable es la empresa Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. – ISA.(Ver **Figura 2.1**). Lo cual ha sido corroborado por las comunicaciones enviadas por la ANLA con números de radicación 2017077155-2-000 del 19 de septiembre de 2017, 2017077156-2-000 del 19 de septiembre de 2017 y 2017077154-2-000 del 19 de septiembre de 2017 dirigidas a ECOPETROL, EEB e ISA, respectivamente en los cuales les informa sobre la solicitud de licencia ambiental de la doble calzada y su posible interferencia sobre mencionados proyectos, comunicaciones que se presentan en el Anexo 1. Comunicados/Superposición de proyectos.

Con el fin de obtener pronunciamiento de cada una de las empresas citadas se realizaron reuniones y se enviaron comunicaciones con la información de los diseños de la doble calzada así:

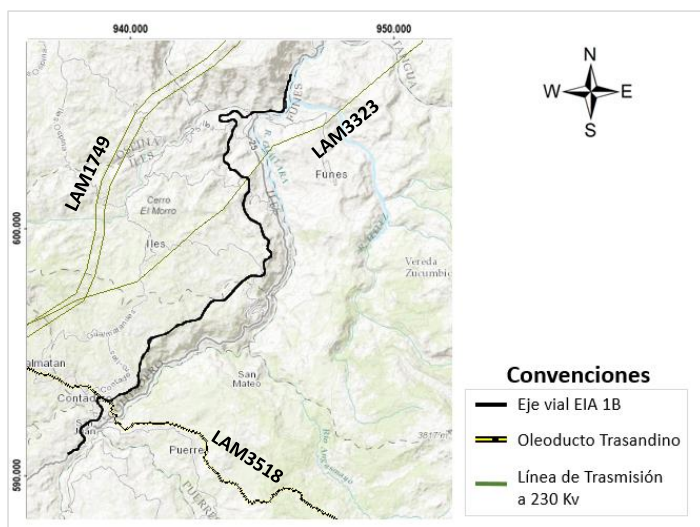
- **Ecopetrol**

Se suscribió un acuerdo de colaboración entre CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S y la Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S, en el que se establece entre otros que “El concesionario se compromete a ejecutar por intermedio del Consorcio SH las siguientes actividades: 4.16. Llevar a cabo los estudios técnicos, los diseños definitivos, la gestión ambiental, predial y social, así como los demás trámites necesarios para viabilizar la construcción de las obras de protección, traslado y/o reubicación de los oleoductos en las áreas de interferencia identificadas y/o las que se ubiquen posteriormente, de acuerdo con los estándares de la industria del petróleo y las consideraciones contenidas en el presente acuerdo”.

2. GENERALIDADES	Página 7
------------------	----------

Así mismo mediante comunicación número CEN-DAC-6042-2017-ECENIT, del 23 de noviembre de 2017 dirigida al Subdirector de Evaluación y Seguimiento de ANLA CENIT manifiesta: “Dando cumplimiento con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015, referente a la superposición de proyectos y revisada la información que nos fue presentada con relación al proyecto vial corredor vial Rumichaca-Pasto, CENIT manifiesta que considera que el proyecto vial corredor vial Rumichaca-Pasto puede coexistir con el Oleoducto Transandino del cual es titular CENIT ya que se encuentran identificado el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados por el área superpuesta”, Copia de esta comunicación como del convenio se presentan en el Anexo 1. Comunicados/Superposición de proyectos/ECOPETROL.

Figura 2.1 Cruce Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal con proyectos en el área de intervención.



Fuente: Consorcio SH.

- **Empresa de Energía de Bogotá - EEB**

Con la EEB se realizó reunión el 18 de octubre de 2017 en la que se presentó el proyecto de la doble calzada y se informó de la superposición con la línea de transmisión eléctrica operada por la EEB, Acta de esta reunión se presenta en el Anexo 1. Comunicados/Superposición de proyectos/EEB. Como compromiso en esta reunión se acordó la entrega del diseño de la doble calzada y la realización de una visita conjunta a la zona de cruce de los dos proyectos.

Con la comunicación radicada en la EEB con el número EEB-0550-11281-2017 del 26 de octubre de 2017, la Concesionaria Vial Unión del Sur hace entrega de la información requerida por la EEB.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

Con fecha 21 de octubre de 2017, se realizó salida de campo con funcionarios de la empresa de energía de Bogotá, de esta visita se generó el acta que se presenta en el Anexo 1. Comunicados/Superposición de proyectos/EEB en la que se concluye que los dos proyectos pueden coexistir con la implementación por parte del Concesionario de la implementación de las medidas de manejo y de las reconversiones de la EEB para la construcción y operación de la doble calzada que deberán estar incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Por último, se presenta en el Anexo1. Comunicados/Superposición de proyectos/EEB, comunicación de la EEB mediante expresa su conformidad con el proyecto con las recomendaciones indicadas.

• **Interconexión Eléctrica S.A. – ISA – Intercolombia.**

Mediante comunicaciones GA-361-17 del 25 de octubre de 2017, la Concesionaria Vial Unión del Sur, hace entrega a ISA de la información requerida por ISA del proyecto doble calzada San Juan – Pedregal

Con la comunicación número 201777005662-1 ITCO del 24 de noviembre de 2017, ISA INTERCOLOMBIA, da respuesta a la Concesionaria Vial Unión del Sur, en la que expresa que “...no hay cruces con la línea de Jamondino – Pomasqui de 230 Kv”

Así mismo ISA INTERCOLOMBIA manifiesta que debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- “Durante la ejecución del proyecto se realicen los manejos adecuados a la emisión de partículas contaminantes, que por acción de los vientos pudieran llegar a afectar los componentes de la línea Jamondino-Pomasqui 230 Kv”.
- “Garantiza que el movimiento de tierra no afecte taludes que pudieran llegar a afectar la estabilidad de los suelos y por consecuente las torres en el área de influencia”.
- “En el evento de que durante la construcción se tuviera que ejecutar una modificación de la licencia ambiental del proyecto del asunto y que pudiera afectar la infraestructura eléctrica, esta deberá ser informada a ISA para realizar las gestiones que correspondan con la autoridad ambiental y el establecimiento de requerimientos específicos, frente al manejo del proyecto en inmediaciones de la red de transmisión”.
- “Si se llega a presentar algún tipo de indisponibilidad sobre los activos de ISA causado por los trabajos realizados la concesionaria, esta última deberá asumir estas compensaciones estipuladas en la CREG 011-2009”.
- “Durante la operación y mantenimiento de la concesión y en caso de identificarse algún riesgo que pueda afectar la infraestructura eléctrica y su correcto funcionamiento, estos deberán ser de conocimiento de INTERCOLOMBIA, y en caso de materializarse alguno de los riesgos, los costos de mitigación, control y compensación deberán ser asumidos por la concesión”.

En el **Anexo 1. Comunicados_Superposición de proyectos_ISA** se presenta copia de las comunicaciones mencionadas.

• **Permiso de colecta.**

Por motivos de renovación del permiso de colecta de las Consultoras ejecutoras de la caracterización del estudio ambiental, se generaron acuerdos de cooperación con otras empresas, con el fin de que las actividades se encontraran en el marco de la vigencia y legalidad que establecen los mismos. Por lo anterior, la caracterización, recolección y preservación de las muestras biológicas de la flora arbórea, flora epífita y fauna se realizó bajo el permiso de Colecta con Resolución N° 0343 del 25 de marzo de 2015, de la empresa

2. GENERALIDADES	Página 9
------------------	----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0 Versión 1 – agosto de 2018.	
---	---	---	--

Servicios Geológicos Integrados LTDA. – SGI. LTDA, bajo acuerdo de cooperación con Geocol Consultores S.A. para el uso del mismo (**Ver. Anexo 1 Comunicados_Permiso de Colecta_Acuerdo de cooperación_Geocol-SGI**).

El laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., con certificación ISO 9001:2008 y acreditado ante el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005 (Res. N° 0869 del 27 de mayo de 2013), se encontró a cargo de los monitoreos fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos del presente estudio, y realizó la caracterización de las comunidades hidrobiológicas, amparados bajo el permiso de colecta Resolución 0783 del 02 de julio de 2015, de la empresa M&L Consultores Ambientales S.A.S (**Ver. Anexo 1 Comunicados_Permiso de Colecta_Acuerdo de cooperación_MCS-M&L**).

• Fuentes de materiales.

Los materiales pétreos requeridos para la construcción de la variante serán obtenidos de las fuentes de materiales que actualmente se encuentran en operación en la zona y cuentan con autorizaciones ambientales y mineras vigentes. Además, los materiales de excavación que cumplan con las especificaciones técnicas serán utilizados en la ejecución de terraplenes. En consecuencia, el proyecto no requerirá de la explotación directa de fuentes de materiales. En el Capítulo 3 Descripción de proyecto se enlistan las fuentes de material que podrían llegar a ser utilizadas.

2.2 ALCANCES

El alcance del presente documento se ha realizado teniendo en cuenta las especificaciones e información recibida de diseños y estudios técnicos que implica un proyecto de construcción de carreteras establecido por el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI.

El alcance del estudio toma como base lo exigido dentro de los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, adicionalmente lo referente al documento de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del 2010, expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y lo establecido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016, mediante la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico.

En específico el presente estudio suministra toda la información primaria y secundaria necesaria para la descripción y análisis de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, la que permitió:

- Definir el área de influencia sobre la cual se prevé se presentarán los principales impactos que la ejecución del proyecto puede ocasionar.
- Caracterizar a partir de información primaria y secundaria el entorno del proyecto vial, considerando los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia del proyecto, constituyéndose en la línea base, a partir de la cual se definirán las medidas de manejo del área de influencia, durante el desarrollo del proyecto.
- Cuantificar la demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables que requiere el proyecto vial, para el desarrollo de sus etapas de construcción y operación.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

- Obtener los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales requeridas para la construcción y operación del proyecto.
- Predecir, describir y calificar los impactos que se generan actualmente con el desarrollo de las actividades de la comunidad (Escenario sin Proyecto) y los que potencialmente pueden producirse durante la ejecución de las obras del proyecto (Escenario con Proyecto).
- Desarrollar la evaluación económica ambiental, mediante la asignación de un valor de mercado a los impactos ambientales, de tal manera que se materialicen económicamente los costos o beneficios ambientales del proyecto.
- Establecer las principales restricciones, limitaciones o potencialidades de orden físico, biótico y socioeconómico para la construcción del proyecto e identificar las áreas de manejo especial que requieran ser excluidas o con manejo restrictivo mediante la zonificación ambiental.
- Desarrollar un Plan de Manejo Ambiental, a fin de establecer las medidas de prevención, mitigación y compensación que se deberán implementar durante la fase de construcción.
- Presentar una propuesta del plan de inversión del 1% correspondiente al uso del recurso hídrico a través de unas líneas de inversión articuladas con la corporación regional (CORPONARIÑO).
- Presentar el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad.
- Formular el plan de gestión del riesgo como una herramienta de planeación estratégica y operativa que permita atender y controlar adecuada y eficazmente una emergencia o contingencia en la etapa de construcción y así mismo definir los lineamientos del mismo para la etapa de operación.
- Diseñar el plan de abandono y restauración final, con el fin de recuperar las condiciones ambientales iniciales que sean afectadas por las actividades del proyecto.
- Garantizar la participación de las comunidades étnicas y no étnicas en la construcción del estudio, mediante su activa participación en los momentos de socialización y consulta previa del proyecto e integración y articulación de sus aportes al estudio.

• **Limitaciones y/o restricciones y vacíos de información.**

En los componentes abiótico y biótico no se presentaron limitaciones, restricciones y/o vacíos de información que afectaran la formulación del estudio de impacto ambiental, la información requerida en los términos de referencia fue posible recolectarla en campo e incluso para el caso de la hidrogeología, por su relevancia para la región se realizó un mayor trabajo de campo para generar un modelo matemático que permitió establecer el impacto a este elemento del ambiente. En el componente social, inicialmente se presentó dificultad con el resguardo indígena de San Juan por cuanto el proceso de consulta previa se cerró sin acuerdos sin que permitieran el levantamiento de información para la caracterización de las unidades sociales localizadas sobre el área a ocupar por las obras propuestas para el proyecto. Sin embargo, esta dificultad fue superada en el mes de mayo de 2018 con lo cual fue posible que la comunidad permitiera realizar la toma de información primaria de las unidades sociales asentadas en la zona de intervención del proyecto

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

2.3 METODOLOGÍA

El estudio de impacto ambiental se desarrolló en dos fases, una primera fase de recolección de información secundaria y recolección de información primaria por cada una de las especialidades dentro del área de influencia del proyecto, y una segunda parte que consistió en el procesamiento de la información recolectada y en la ejecución de talleres interdisciplinarios que permitieron definir el alcance del proyecto vial, formular las actividades generadoras de impactos ambientales, discusión de los impactos ambientales con y sin proyecto, formulación de los programas de manejo ambiental, seguimiento y monitoreo y socializaciones del proyecto con la comunidad.

En este aparte se presentan las diferentes metodologías empleadas por cada una de las áreas de trabajo involucradas en la elaboración del EIA.

Entre la revisión de información secundaria, se incluyó cartografía básica, así como temática en áreas como suelos, hidrología, geología, formaciones vegetales, límites veredales, municipales y departamentales y diagnósticos existentes del área de influencia. Así mismo, se consultaron los planes de ordenamiento de los municipios presentes en el área de influencia del proyecto, e informes elaborados por el IGAC, IDEAM, DANE, INGEOMINAS, SISBEN, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, entre otros.

2.3.1 Metodología para la Caracterización del componente abiótico.

La salida de campo de los profesionales del componente abiótico se realizó entre el 17 febrero y el 24 de marzo de 2017, en este trabajo de recolección de información primaria participaron los profesionales de cada una de las variables descritas y las metodologías empleadas en el estudio que a continuación se presentan.

2.3.1.1 Geología.

Para el desarrollo del componente geológico y geomorfológico se tendrá en cuenta el desarrollo de la metodología descrita a continuación, de forma que la información consultada sea insumo para definir las unidades geológicas y su cartografía a escala 1:10.000.

- **Pre-campo.**

Análisis de información secundaria, incluyendo entre otras las siguientes actividades:

- Definición de unidades litológicas regionales que hacen parte del corredor vial, utilizando la información disponible en las planchas 429 - Pasto, 448 - Monopamba y 447 - Ipiales, del Servicio Geológico Colombiano (SGC), en las autoridades regionales y locales (como las alcaldías de los distintos municipios), estudios existentes en el área del proyecto, entre otros. Cabe resaltar, que la escala de las planchas consultadas es menor (1:100.000) con respecto al requerimiento de los términos de referencia (1:10.000), siendo esto una limitante respecto a la información secundaria consultada.
- Identificación de columnas estratigráficas generalizadas y específicas de la zona.
- Identificación de la prospección geofísica y perforaciones desarrolladas en la zona.
- Identificación de aspectos estructurales, uso de los recursos geosférico.
- Análisis fotogeológico y geomorfológico con base en fotografías aéreas e imágenes de satélite.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

- **Campo.**

- Verificación de la cartografía geológica y unidades geomorfológicas identificadas en la etapa de pre-campo.

Se llevó a cabo un reconocimiento geológico y geomorfológico en el área mediante:

- Afloramientos de roca y suelos asociados a lechos de ríos y quebradas, cortes de vías, excavaciones existentes, afloramientos rocosos naturales, cortes y apiques, así como también de las excavaciones e información de las perforaciones que eventualmente realicen los profesionales de la investigación geotécnica, identificando las unidades litológicas, que correspondan al objetivo del estudio, levantando columnas estratigráficas.
- Ubicación y descripción de estructuras como pliegues, sistemas de fallas y diaclasas, caracterización de los depósitos aluviales en los cruces fluviales.
- Identificación, localización y descripción geológica detallada de zonas críticas de inestabilidad a lo largo del corredor vial, así como también en las zonas donde la cartografía preliminar y la fotointerpretación no permitan el nivel de detalle requerido.
- Definición de contactos geológicos y geomorfológicos.
- Descripción geológica detallada de zonas críticas de inestabilidad a lo largo del corredor vial.
- Mediciones del grado de fractura de la roca en profundidad en los afloramientos presentes en la vía panamericana (vía actual) entre los corregimientos del Pedregal y San Juan, donde se presentan buenas exposiciones de roca

Fotografía 2.1 Flujos de lava con estructuras de flujo por enfriamiento.



Coordenadas (Magna sirgas origen Oeste): E 957016, N 606659. Municipio Imués.

Fuente: Consorcio SH., 2017.

- **Post-Campo.**

- Procesamiento de información primaria.
- Elaboración de la cartografía geológica y geomorfológica a escala 1:10000

2. GENERALIDADES	Página 13
------------------	-----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

- Elaboración de cortes geológicos
- Demarcación de las estructuras presentes; pliegues (anticlinales y sinclinales), fallas y lineamientos debidamente nombradas e indicado el movimiento entre los bloques.

2.3.1.2 Geomorfología.

A este componente corresponde la identificación de los cambios físicos a partir de las formas de relieve, los procesos formadores o transformadores del paisaje o del relieve a través del tiempo y la relación de los diferentes agentes del medio con los distintos tipos de roca en la zona de estudio; el componente estructural, la topografía de cada zona, la inclinación de las laderas, el tipo de drenaje y los procesos geodinámicos que han desarrollado geoformas de gran importancia en el área de proyecto a lo largo del corredor vial. La elaboración del componente geomorfológico se desarrolló en etapas que comprenden el pre-campo, campo y post-campo.

• Pre-campo.

Las actividades de pre-campo iniciaron con la consulta de la información existente teniendo en cuenta la siguiente información:

- Para la etapa de pre-campo se tomó como base la cartografía disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25000 siendo esta la escala de mayor detalle existente y asequible para el grupo consultor. Cabe anotar que también se consultó la cartografía a escala 1:100000 ofreciendo está un menor detalle e imágenes satelitales correspondientes al área de estudio.
- Análisis de información contenida en los informes técnicos suministrada por el cliente que corresponden con los estudios anteriores dentro de los que se tienen: Estudios y diseños definitivos Fase III de las Unidades Funcionales 1, 2, 3 del Contrato 015 de 2015, suscrito entre la ANI y la Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S, realizado por EIS GUIA CONSULTORES, Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el Tramo San Juan - Pilcuan Viejo, del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, contrato de concesión bajo el Esquema APP No. 15 de 2015. Ucrós y Asociados Abogados.
- Definición de las unidades geomorfológicas a nivel regional sobre cartografía existente considerando la jerarquización propuesta en la metodología del ITC de Holanda - 1979 (Instituto Internacional para el Estudio Aeroespacial y Ciencias de la Tierra) modificada por el Servicio Geológico Colombiano en la propuesta de Carvajal 2012, la cual delimita áreas con base en las formas del terreno y los procesos que actúan sobre ellos, analizando los siguientes aspectos:
 - Morfoestructura: Rasgos asociados a la deformación tectónica que incide en el modelado del paisaje.
 - Morfogénesis: Origen de las formas del terreno.
 - Morfometría: Características de las geoformas con base en criterios métricos.
 - Morfodinámica: Procesos denudativos que han modelado y continúan modelando las geoformas. Para los procesos morfodinámicos relevantes encontrados dentro del área de estudio se llenará un formato, donde se describirá el proceso, su magnitud, localización, el tipo de material involucrado y esto se entregará como anexo.

○ Fotointerpretación.

Se realizará la revisión de fotografías aéreas que posean una escala de toma igual o menor a 1:10000 disponibles en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para el área, como lo muestra la **Tabla 2.3**. Además, se realizará la fotointerpretación de imágenes satelitales u ortofotos (con resolución espacial acorde a la escala de trabajo 1:10000), donde se identifiquen procesos de remoción en masa y/o procesos erosivos presentes, zonas de interés geológico y geotécnico, a lo largo del área de influencia del proyecto; de forma que se elaborará un listado de puntos a visitar en campo.

Tabla 2.3 Vuelo y número de sobre para el área de influencia.

PERIODO	VUELO	SOBRE
2001 - 2010	C-2770	S-40342
		S-40343
		S-40344
1991 - 1995	C-2572-58-95	S-3764
	C-2572-62-95	S-37367
	C-2541-40-94	S-37008
	C-2541-45.8-94	S-37001
	C-2449-63-91	S-36056
1980-1990	C-2155-21-84	S-32369
	C-2154-22-84	S-32368
	C-2144-24-84	S-32297
	C-2144-23-84	S-32296
	C-2144-24-84	S-32297
	C-2144-21-84	S-32299
	C-2191-34-85	S-32798
	C-2191-34-85	S-32802
	C-2191-38-85	S-32801
	C-2191-33-85	S-32803
	C-2128-19-84	S-32142
	C-2128-18-84	S-32141
	C-2128-18-84	S-32143

Fuente: Consorcio SH.

- **Campo.**

Finalizada la fase de pre-campo se inició la etapa de campo que consiste en recorridos sobre el área de influencia con la finalidad de ajustar los contactos geomorfológicos definidos en la etapa de pre-campo a escala 1:25000 correspondiente con la escala de trabajo del proyecto.

Se levantó en detalle los procesos morfodinámicos en el área de influencia como: Erosión laminar, erosión concentrada en surcos y cárcavas, socavación de cauces, caída de bloques y detritos, entre otros. Geo-referenciándolos con GPS de referencia Garmin Oregon 650.

Durante el desarrollo de esta etapa se hizo el levantamiento de la información primaria identificando entre otras los siguientes componentes:

- Verificación de la cartografía geológica y unidades geomorfológicas identificadas en la etapa de pre-campo.

- Identificación, localización y descripción geomorfológica detallada de zonas críticas de inestabilidad a lo largo del corredor vial proyectado.
- Identificación y levantamiento detallado de los procesos morfodinámicos, elaboración de formatos de campo a lo largo de la vía proyecta y sobre el área de influencia definida por el grupo consultor.
- Definición de las sub-unidades geomorfológicas y descripción de las mismas sobre el área de influencia del proyecto complementas con el registro fotográfico.

Fotografía 2.2 Forme de origen fluvial asociada al Río Guáitara.



Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste): E 957054, N 606779. Municipio Iles.

Fuente: Consorcio SH.

• Post-Campo.

Las actividades de Post-Campo estuvieron orientadas al desarrollo y análisis de información de actividades de Pre campo y campo, elaboración de productos entregables (Cartografías, memorias, bases de datos, mapas temáticos, entre otros). Para esta actividad se empleó una cartografía topográfica a escala 1:25000 para el área de influencia, las actividades a ejecutar se relacionan a continuación:

- Diligenciamiento de los formatos para los procesos morfodinámicos identificados en los trabajos de campo (procesos de remoción en masa, zonas de erosión, socavación en cauces entre otras).
- Definición de las categorías de pendientes a lo largo de corredor vial representadas en un mapa a escala 1:25000, de acuerdo con los dominios establecidos en la Geodatabase – GDB, a partir del modelo digital de elevaciones (DEM) con una resolución espacial de 12.5 m, donde se procesan los valores correspondientes a la altura y se reclasifica la información acorde al porcentaje de inclinación que tenga la ladera, como lo muestra la **Tabla 2.4**.

Tabla 2.4 Rango de pendientes.

RANGO (%)	DESCRIPCIÓN
0 – 1%	A nivel

RANGO (%)	DESCRIPCIÓN
1% – 3%	Ligeramente plana
3% – 7%	Ligeramente inclinada
7% – 12%	Moderadamente inclinada
12% – 25%	Fuertemente inclinada
25% – 50%	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada
50% – 75%	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada
75% - 100%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada

- Identificación de zonas donde actúan procesos morfodinámicos como erosión laminar, en surcos y cárcavas, procesos de remoción en masa caída de bloques localizándolas en los mapas siguiendo los lineamientos de ANLA.
- Elaboración del mapa geomorfológico a nivel de sub-unidades geomorfológicas de acuerdo con los dominios establecidos en la Geodatabase – GDB.
- Elaboración del documento final consignando la descripción de las unidades geomorfológicas resultantes definiendo morfoestructuras, morfometría, morfodinámica principalmente apoyada con los registros fotográficos.

2.3.1.3 Paisaje.

- **Trabajo de Campo.**

Se identifican los paisajes de la zona como los aspectos base para la definición del componente.

- **Post-Campo.**

- **Descripción de la ecología del paisaje (paisaje ecológico).**

De acuerdo con Zonnevel (1979) y Etter (1991), las unidades de paisaje ecológico se definen como una porción del espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, y con patrón de estabilidad temporal resultante de la interacción compleja de diferentes factores como el clima, las formaciones rocosas, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las actividades humanas. Estas unidades son reconocibles en el paisaje y pueden diferenciarse de las otras unidades vecinas.

Para delimitar las unidades de paisaje se realiza la intersección entre la información de geoformas (como los elementos físicos asociados a factores como relieve, pendiente, inclinación, material parental, entre otros), junto con la información de coberturas, puesto que representa el uso del suelo y la expresión humana en el sistema. De este cruce resultan las unidades de paisaje, que constituyen el punto de partida y la unidad de análisis para el componente.

- **Análisis de fragilidad, calidad, visibilidad e integridad del paisaje.**

El análisis de visibilidad de paisaje corresponde a un ejercicio integrado por la evaluación de la calidad y la fragilidad del paisaje, de acuerdo con diferentes atributos y cualidades que son calificados con base en la información recolectada y la observación directa del paisaje realizado en campo. Este análisis permite conocer la calidad del paisaje, la fragilidad de este y en su conjunto definir la visibilidad, siguiendo la línea de las metodologías propuestas por la Agencia para el Manejo de la Tierra de Estados Unidos de América (o Bureau of Land Management - BLM por su nombre en inglés), desarrollada para evaluar los atributos visuales de los

paisajes y definir opciones de manejo para contrarrestar los efectos negativos sobre este. La descripción general de estas metodologías se describe a continuación.

▪ **Fragilidad del paisaje.**

La fragilidad del paisaje corresponde al conjunto de características que inciden sobre la capacidad de respuesta al cambio en las propiedades paisajísticas, además de la absorción de los impactos ambientales, alteraciones y modificaciones originados por la actividad humana, bien sea por actividades agrícolas, pecuaria o industriales. Esta evaluación integra los factores biofísicos (vegetación, fauna, condiciones hidrogeológicas, ubicación geográfica) con los factores socioculturales (dinámicas y percepción antrópica), resultando en una evaluación integral.

En la **Tabla 2.5** se presentan los factores que son evaluados en el análisis de fragilidad del paisaje, con lo que posteriormente se calcula la Capacidad de Absorción Visual como indicador de la resiliencia y respuesta del paisaje frente a algún cambio o perturbación.

Tabla 2.5 Criterios y valoración para determinar la fragilidad paisajística.

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (Pendiente >45%)	Bajo	1
	Inclinación suave (15-45% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (menor 15% pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Territorios artificializados	Bajo	1
	Pastos limpios, Mosaico de pasos y cultivos, Mosaico de cultivos, Plantaciones forestales	Moderado	2
	Vegetación secundaria alta y baja, Bosque ripario, Bosque denso altoandino, Arbustal abierto rocoso	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Contraste entre suelo y vegetación (V)	Alto contraste visual entre el suelo y la vegetación adyacente expuesta	Bajo	1
	Moderado contraste visual entre el suelo y la vegetación adyacente expuesta (todos los tipos de vegetación estériles, cultivado y diversificada)	Moderado	2
	Bajo contraste visual entre el suelo y la vegetación adyacente expuesta	Alto	3
Regeneración potencial de la vegetación (R)	Baja regeneración potencial	Bajo	1
	Moderada regeneración potencial	Moderado	2
	Alta regeneración potencial	Alto	3
Contraste de color entre el suelo y roca (C)	Contraste alto	Bajo	1
	Contraste moderado	Moderado	2
	Contraste bajo	Alto	3

Fuente: Yeomans, 1986.

Una vez evaluados los diferentes atributos que inciden sobre la fragilidad del paisaje, se calcula la Capacidad de Absorción Visual con la siguiente fórmula:

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

Formatted: Portuguese (Brazil)

El resultado de la formula permite categorizar el valor obtenido según los rangos presentados en la **Tabla 2.6.**

Tabla 2.6 Rangos categorización del paisaje según fragilidad.

ESCALA
Baja = ≤ 15
Moderada = 16-30
Alta = ≥ 31

Fuente: Yeomans, 1986.

o Calidad visual del paisaje.

Esta cualidad del paisaje corresponde a la apreciación estética de este, por lo que la percepción del observador resulta clave en este análisis, en relación con el contexto biofísico y sociocultural del área analizada. Para determinar la calidad visual del paisaje se relacionan diferentes atributos y elementos biofísicos (como topografía, vegetación, agua, color, paisaje adyacente y rareza), con las actividades antrópicas (carreteras, edificios, vías férreas, los patrones agrícolas, y líneas de servicios públicos), buscando una interpretación integral de cómo influyen las características del paisaje en su apreciación y estética. Los atributos que se evalúan se muestran en la **Tabla 2.7.**

Tabla 2.7 Criterios y valores de calificación calidad visual del paisaje.

COMPONENTES	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Morfología	Relieve muy montañoso, Marcado y prominente, (acantilados, agujas grandes y formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Áreas planas y con bajas pendientes.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas claras (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente inapreciable.
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	5	3	1

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		Versión 1 – agosto de 2018.	

COMPONENTES	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, o aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la Región.
	6	2	1
Actuación Humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
	2	1	0
Rango de calidad escénica	A = 19 o más B = 12 a 18 C = 11 o menos		

Fuente: BLM, 2011.

○ Visibilidad del paisaje.

El análisis de visibilidad se realizó contrastando los resultados de alcance o escalas visuales y sensibilidad visual, para posteriormente integrarla con la calidad del paisaje y definir las categorías de manejo según las características del paisaje analizado. De esta forma a continuación se describen las metodologías para alcance visual, sensibilidad y recursos visuales.

▪ Escalas visuales (alcance) y nivel de interés.

El alcance visual del paisaje está relacionado con la condición de una unidad de paisaje de ser observable o no, desde los diferentes puntos de observación. La observación como tal está definida por factores como la capacidad de diferenciar los límites específicos de la unidad observada, los tipos de relieve, las características de la vegetación y el contraste de color con los elementos adyacentes, y está mediado por las condiciones atmosféricas y de luz, o la presencia de otros elementos que interfieran en la observación. Los rangos de visibilidad se califican según las siguientes categorías (Ver **Tabla 2.8**).

Tabla 2.8 Rangos de visibilidad para determinar el alcance visual del paisaje.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD	RANGO (m)	DESCRIPCIÓN
Corta	0-500	Se tiene visibilidad de todos los detalles inmediatos.
Media	500-2000	Se visibiliza los elementos en conjunto que conforman el paisaje, dando visibilidad de los rasgos más representativos de este.
Alta	>2000	Disminuye el detalle de los objetos, se debilitan los colores y se pierden las texturas. La unidad observada es muy difícil de apreciar, y por ende no se pueden diferenciar los detalles específicos de esta.

Fuente: BLM, 2011.

De otra parte, el nivel de interés se refiere al grado de importancia que tanto visitantes como actores locales asignan a un paisaje que está siendo observado desde una vía, sendero, mirador o cualquier otra

infraestructura que permita disfrutar del paisaje (MADS, 2012). El análisis de nivel de interés de las unidades de paisaje se realiza por medio de la entrevista semiestructurada utilizada en campo, en donde se indaga acerca del interés alto, medio o bajo que genera cada una de las unidades definidas. Además, se relaciona con las escalas visuales, para saber si la distancia influye en la percepción de las personas en cuanto a su nivel de interés, como se observa en la **Tabla 2.9**.

Tabla 2.9 Nivel de interés percibido a través de encuestas.

ESCALAS VISUALES	NIVEL DE INTERÉS
Primer plano	Interés Alto
	Interés Medio
	Interés Bajo
Plano intermedio	Interés Alto
	Interés Medio
	Interés Bajo
Plano lejano	Interés Alto
	Interés Medio
	Interés Bajo

Fuente: MADS, 2012.

Es pertinente mencionar que la metodología para definir las escalas visuales se basó en la propuesta por la oficina de administración de tierras del departamento del interior de los Estados Unidos de América (BLM por sus siglas ingles), para la reactivación de las turbinas y hélices de viento en Ocotillo California, para la producción de energía eléctrica (BLM, 2011).

▪ **Sensibilidad visual.**

Este aspecto está determinado por el número de observadores actuales y potenciales del paisaje, y por ende de cualquier cambio o perturbación que se realice en este. Considera aspectos como el acceso visual, frecuencia de la observación y duración de esta, publico observador, tipo de observación (esporádica, contemplativa, disfrute escénico), tipo de observadores, y características o elementos particulares observables.

En la **Tabla 2.10** se describen los rangos de sensibilidad visual que se utilizan para calificar este atributo del paisaje.

Tabla 2.10 Rangos para determinar la sensibilidad visual del paisaje.

SENSIBILIDAD VISUAL	DESCRIPCIÓN
Alta	Son zonas que tienen un alto grado de uso o apreciación visual, representado en los observadores presentes y en el alcance visual resultante (corto/medio).
Media	El grado de uso o apreciación visual es moderado, así como el acceso a estos. Los observadores son frecuentes, aunque no constantes.
Baja	Corresponde a áreas remotas, alejadas de los observadores, por lo cual su uso y apreciación visual se considera baja.

Fuente: BLM, 2011.

▪ **Integridad escénica.**

Además de los componentes expuestos anteriormente, las alteraciones e intervenciones antrópicas sobre las unidades de paisaje se evalúan a partir del análisis de integridad escénica, en el cual se incluyen aspectos como elementos discordantes o correspondencia cromática, evaluando el grado y tipo de alteración visual a la cual está expuesto el paisaje estudiado.

En este sentido, la integridad escénica hace referencia a que tan intervenido se encuentra u paisaje visualmente, y es un indicador para evaluar los cambios más abruptos que ha tenido el paisaje en términos visuales. En la **Tabla 2.11** se observan los criterios utilizados para determinar la integridad escénica, con su rango respectivo de calificación.

Tabla 2.11 Criterios para el análisis de integridad escénica.

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN		DESCRIPCIÓN CALIFICACIÓN
		NUMÉRICO	NOMINAL	
Elementos discordantes	Se refiere al número de elementos discordante presentes en cada unidad de paisaje. Entre mayor sea el número de elementos discordantes mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad en evaluación.	3	Nulo	3 indica que no hay ningún elemento discordante dentro de la unidad de paisaje y 0 que hay más de tres elementos discordantes en la unidad de paisaje.
		2	Bajo	
		1	Medio	
		0	Alto	
Tamaño de la discordancia	Califica la incidencia de la(s) discordancia (s) sobre la unidad de paisaje con respecto a su tamaño. Entre mayor sea el tamaño de la(s) discordancia(s) mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad en evaluación.	3	Nulo	3 indica que no hay ningún elemento discordante dentro de la unidad de paisaje y 0 que los elementos discordantes representan más del 30% de la unidad de paisaje.
		2	Bajo	
		1	Medio	
		0	Alto	
Correspondencia cromática	Califica la incidencia de la(s) discordancia (s) sobre la unidad de paisaje con respecto a su color. Entre mayor correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica. En contraste, a menor correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje mayor afectación de la integridad escénica.	3	Alto	3 indica que hay una alta correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje y 0 que la correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje es nula.
		2	Medio	
		1	Bajo	
		0	Nulo	

Fuente: MADS, 2012 modificado por GEOCOL CONSULTORES S.A., 2016.

Al calificar las unidades de paisaje con los cinco criterios mencionados en la **Tabla 2.11**, se pondera los puntajes resultantes y se valora de acuerdo con el tipo de integridad escénica que se muestra en la **Tabla 2.12**.

Tabla 2.12 Rangos de valoración integridad física.

INTEGRIDAD ESCÉNICA	
RANGOS	TIPO
0-1	Muy baja (MUY ALTERADO)
2-3	Baja (MODERADAMENTE ALTERADO)

INTEGRIDAD ESCÉNICA	
RANGOS	TIPO
4-5	Moderada (LEVEMENTE ALTERADO)
6-7	Alta (PARECE INALTERADO)
8-9	Muy alta (INALTERADO)

Fuente: MADS, 2012 modificado por GEOCOL CONSULTORES S.A., 2017.

▪ Sitios de interés paisajístico (atractivo escénico).

Los sitios de interés paisajístico comprenden los lugares de importancia histórica, cultural, ambiental y ecológica en el paisaje analizado, determinados tanto por referentes culturales tangibles e intangibles en el territorio (por importancia económica, servicios ecosistémicos, uso y aprovechamiento de recursos, valor estético e importancia histórico-cultural), y por aspectos funcionales y estructurales del paisaje (oferta de hábitat, flujos de materia, energía e información, y mantenimiento de la biodiversidad). (Ver **Fotografía 2.3** y **Fotografía 2.4**).

En este sentido, la información principal se obtiene mediante las entrevistas semiestructuradas realizadas a las comunidades locales, complementado con una lista potencial de lugares de interés. Igualmente, una vez identificados estos lugares y su descripción de campo se determina su estado de conservación, usos asociados, principales cambios históricos, y las amenazas e impactos actuales sobre sus elementos.

Fotografía 2.3 Santuario de Nuestra Señora de Iles.



Fotografía 2.4 Piscinas y centros recreativos de Pilcuan cerca del río Guáitara.



Fuente: Consorcio SH., 2017.

2.3.1.4 Suelos.

A continuación, se describen los lineamientos metodológicos utilizados para el levantamiento de información agrológica (caracterización de las unidades de suelos, identificación del uso actual, potencial y conflictos de uso del suelo) en el área de influencia del proyecto.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

Para la elaboración de la caracterización agrologica del área de influencia del Proyecto fue necesaria la realización de tres etapas, a saber:

- **Pre- campo.**
- **Etapla 1: recopilación, análisis y evaluación de la información secundaria.**

Corresponde a la metodología para la delimitación y caracterización de las unidades de suelo, su uso potencial, uso actual y los conflictos de uso del suelo generados, por tanto, se recopiló, procesó y analizó la información secundaria y de acuerdo con los estándares vigentes establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Tabla 2.13 Información secundaria recopilada para el componente suelos.

CLASE	NOMBRE
Cartografía	Modelo de elevación digital (Ajustado con la cartografía base 1.25000.)
Informe	Estudio General de Suelos y zonificación de tierras del Departamento de Nariño (IGAC, 2004) ¹
Componente del mismo estudio	Geología
Componente del mismo estudio	Geomorfología
Componente del mismo estudio	Coberturas vegetales
Componente del mismo estudio	Zonificación climática
Cartografía - Componente del mismo estudio	Mapa de pendientes

Fuente: Consorcio SH.

Tabla 2.14 Documentos base para la caracterización del componente suelo, de acuerdo al IGAC.

DOCUMENTOS IGAC
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Guía para Interpretación de fotografías aéreas con fines de levantamientos de suelos. Documento código. G410-01/2008. Octubre de 2008. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimientos levantamientos de suelos a nivel general, detallado y semidetallado. Documento código. P410-01/2008. Diciembre de 2008. Versión 2.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para levantamientos de suelos. Documento código. M40100-01/11. Septiembre de 2011. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Documento código. M40100-02/10. Diciembre de 2010. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimiento para elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra. Documento código. P40400-01/11. Agosto de 2011. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Manual de procedimientos para la identificación, preparación y distribución de muestras para análisis. Documento código. P40600-03/11 junio de 2011. Versión 6.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instructivo para trabajo en campo. Documento código. I410-04/2008. Diciembre de 2008. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instructivo para salidas finales de cartografía temática. Documento código. I40500-01/11. Diciembre de 2011. Versión 1.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Guía para elaborar la memoria técnica de un estudio de suelos. Documento código. 410-02/2008 diciembre de 2008. Versión 1.

Fuente: Consorcio SH.

Tabla 2.15 Otros documentos consultados.

2. GENERALIDADES	Página 24
------------------	-----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

DOCUMENTOS
Plan Básico de Ordenamiento Territorial - Municipio de Ipiales Nariño
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Imués Nariño
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Ilés Nariño
Esquema de Ordenamiento Territorial Contadero – Municipio de Nariño
Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia
Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia, Año 2002"

Fuente: Consorcio HS.

○ **Etapa 2: Fotointerpretación y elaboración de mapas temáticos.**

Para la determinación y ajuste de las unidades a escala semidetallada (1:25.000) básicamente, se realizó el cruce del mapa de geología, geomorfología, pendientes, el Modelo Digital del Terreno –DEM- y la Zonificación Climática.

Definidas las unidades de suelos preliminares, se realizó la delineación de los transectos teniendo cuidado de cubrir todas las posibles unidades de suelo a nivel de forma del terreno (Escala 1:25.000).

● **Campo.**

Se realizaron observaciones de comprobación y caracterización, con el objetivo de caracterizar cada unidad de suelo, y de este modo validar las unidades cartográficas presentes en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Nariño, año 2004. Escala 1:100.000.

Las observaciones (comprobación) se hicieron en los cortes de vías y las calicatas de 1x1, 20m. Los puntos de comprobación se realizaron con el fin de describir las características diagnosticas que permitieron la clasificación taxonómica del suelo, y las calicatas se establecieron como zona piloto. En el área de estudio se realizaron ocho (8) calicatas de caracterización y las observaciones de comprobación se realizaron en los diferentes cortes de vías.

Se validó el uso potencial del suelo, teniendo en cuenta variables como: topografía, drenaje, erosión, clima, pendiente, suelo, pedregosidad, etc.; con base en lo establecido en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Nariño, año 2004. Escala 1:100.000.

De acuerdo con la metodología propuesta por el IGAC, el mecanismo básico de recolección de información durante el trabajo de campo en el área de estudio, para la validación de unidades de suelos se realizó de la siguiente forma: observaciones de comprobación (cortes de vías) y calicatas.

**Fotografía 2.5 Muestreo detallado (calicatas), municipio de Ilés, verdeda Urbano, coordenadas (magna sirgas origen Oeste)
E: 955307 N: 597957**

**Fotografía 2.6 Muestreo de observación (cortes de vía), coordenadas (magna sirgas origen Oeste)
E: 955958 N: 600752**



Fuente: Consorcio SH. 2017.

• Post-Campo.

La etapa de oficina consistió en la elaboración de la memoria técnica de los mapas de suelos, uso actual del suelo, uso potencial del suelo y conflictos de uso del suelo, así como, la interpretación de resultados de laboratorio por unidad cartográfica de suelos y el análisis del vertimiento.

○ Descripción de las unidades de suelos.

Con base en la información secundaria y de acuerdo al levantamiento de información de suelos realizado, se procedió a la descripción de las unidades de suelos y formulación de la leyenda de suelos, teniendo en cuenta: los análisis del perfil modal del suelo para cada unidad cartográfica levantada, y el patrón de distribución de los suelos en los mapas de: clima, geología, geomorfología, pendientes. Además de lo anterior, se incluyó la información de limitantes edáficos a tener en cuenta en la definición de las clases agrológicas de los suelos en el área de influencia (procesos erosivos, profundidad efectiva, inundación, pedregosidad entre otros).

○ Clasificación agrológica y uso potencial del suelo.

El uso potencial del suelo del área de estudio se determinó según el Sistema de Clasificación Agrológica adoptado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC", integrado por ocho (8) clases, en las cuales en la medida que aumentan las limitaciones, aumenta su valor numérico.

Tabla 2.16 Diagrama de clasificación agrológica y uso potencial del suelo.

CLASES CAPACIDAD DE USO	VIDA SILVESTRE	AUMENTAN LA INTENSIDAD DE USO →						
		PASTOREO O FORESTAL			CULTIVO			
		Limitado	Moderado	Intensivo	Limitado	Moderado	Intensivo	Muy intensivo
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								

AUMENTAN LA INTENSIDAD DE USO								
CLASES CAPACIDAD DE USO	VIDA SILVESTRE	PASTOREO O FORESTAL			CULTIVO			
		Limitado	Moderado	Intensivo	Limitado	Moderado	Intensivo	Muy intensivo
VII								
VIII								

Aumentan las limitaciones y riegos en sentido vertical y disminuye la adaptabilidad y la libertad para la elección del uso en el mismo sentido.

Fuente: IGAC 2001.

Adicional a la clase se le designa las subclases dependiendo de la limitación del suelo, ya sea por suelo(s), topografía (t), drenaje (h), erosión (e), clima (c), pendiente (p), las cuales se validan en campo para de poder determinar dicho uso.

○ **Uso actual del suelo.**

Para el área de influencia, se definieron los usos del suelo de acuerdo con las establecidas en la metodología del IGAC según el Manual Levantamiento de suelos del 2010 y los usos determinados en cada uno de los Esquemas de Ordenamiento territorial y Planes de Ordenamiento territorial

Dentro del área de estudio los usos del suelo se definieron teniendo en cuenta los siguientes:

- Uso agrícola.
- Uso pecuario.
- Uso forestal.
- Uso de conservación.
- Uso infraestructura y/o asentamientos.
- Uso minero/energético

○ **Conflictos de uso del suelo.**

La descripción de los conflictos de uso del suelo se realizó teniendo en cuenta los conceptos del estudio realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi “zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia, Año 2002”.

A partir de la información del uso potencial y el uso actual del suelo establecido, se determina si existe alguna discrepancia o antagonismos entre estos. El conflicto de uso se determina al establecer una comparación en el uso actual reconocido en campo (Mapa de Uso Actual) y el Mapa de Uso potencial del suelo, con el fin de evaluar el estado de los recursos naturales e identificar áreas que pueden degradarse como consecuencia de usos inadecuados o no sostenibles (Barrera, 2002). Obteniéndose áreas que presentan uso adecuado del suelo (zonas sin conflicto) y zonas en conflicto por subutilización (ligera, moderada y severa) y sobreutilización del recurso (ligera, moderada y severa).

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			UNIÓN DEL SUR

2.3.1.5 Hidrología.

El desarrollo del componente hidrológico tiene como objetivo identificar, caracterizar y cuantificar las zonas hidrográficas respecto al estado actual recurso hídrico (Sistemas lénticos y lóticos).

- **Pre-Campo.**

- **Recopilación, análisis y evaluación de la información secundaria.**

Con el fin caracterizar hidrológicamente el área de influencia, se realizaron actividades de recopilación, análisis y validación de información secundaria existente, partiendo de los planes de ordenación de manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), así como la información existente en la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) en lo referente a planes de ordenamiento territorial (POT) y los Planes de ordenamiento del recurso hídrico (POHR), recopilación de información hidrometeorológica de la red de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM localizadas en el área de influencia del proyecto y sus alrededores.

- **Fotointerpretación y elaboración de mapas temáticos.**

Análisis a partir de la base cartográfica 1:100000 y 1:25000 y las imágenes World View (19/enero/2015) y Rapideye (27/enero/2016), se identificaron los sistemas lénticos y lóticos existentes dentro del Área de influencia que se pueden intervenir por las actividades del proyecto, así como la red de drenaje de la zona.

- **Campo.**

El tercer paso se denomina verificación de campo, el cual corresponde a la comprobación de la información secundaria, permitiendo capturar los datos primarios como puntos de control para posteriormente ser contrastados con la información tipificada, especificando la condición actual de la zona.

El trabajo en campo para realizar la caracterización hidrológica consistió en visitar los sistemas lénticos y lóticos (Ríos Guaitara, Boquerón, Sapuyes, quebradas Humeadora, El Macal y sus principales afluentes), haciendo el inventario de las principales fuentes contaminantes, identificando el generador y el tipo de vertimiento, igualmente se identificaron los usos y usuarios del recurso hídrico y se preguntó a la comunidad el régimen hidrológico y la dinámica fluvial de los cuerpos de agua (si son permanentes o intermitentes), para corroborar los resultados reportados por el IDEAM y los estimados matemáticamente, en caso de que el cuerpo de agua no se encuentre instrumentado. Cabe aclarar que cada punto visitado se georreferenció y se tomó registro fotográfico. (Ver **Fotografía 2.7**).

Fotografía 2.7 Río Guitarra, vereda San Juan (Ipiales).



Fuente: Consorcio SH., 2017.

○ Reconocimiento y toma de datos de sistemas lénticos.

Estos ecosistemas, además de su importancia ecológica y ambiental, son el resultado de la interrelación de las aguas superficiales y subsuperficiales, las que producen una gran disponibilidad de agua principalmente en época de mayores precipitaciones.

El objetivo es hacer el reconocimiento de los sistemas lénticos dentro del área, de acuerdo con los accesos existentes, para tomar allí los datos necesarios para su caracterización.

Para la caracterización de dichos cuerpos de agua se diligencia por cada uno, la información contenida de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- Se recolecta la información precisa sobre la ubicación general de cada uno de los sistemas lenticos.
- Se registran datos de GPS en coordenadas Magna Sirgas origen Oeste, con el máximo de proximidad del espejo de agua, idealmente en el centro del ojo de agua.
- Se toma el dato de altura sobre el nivel del mar.
- Verificar el nivel máximo de desborde de estos sistemas, registrando con GPS uno o varios puntos de referencia (árboles etc.) y la distancia aproximada de estos a la coordenada de referencia.
- Determinar de ser posible la superficie del cuerpo de agua relacionando el área y el perímetro.
- Definir la tipología del sistema lentic, incluyendo el nombre del ambiente acuático a nivel local o regional.
- Determinar la fisionomía del cuerpo de agua las cuales generalmente hacen referencia a la vegetación.
- Caracterizar físicamente el tipo de agua por los parámetros de olor y color, en el caso de presentar color discriminar entre agua blanca, clara o negra.
- Determinar la estacionalidad del cuerpo de agua: permanente o transitorio.
- Relacionar la fauna asociada según el avistamiento de especies: Aves, mamíferos reptiles, anfibios u otro.
- Definir el grado de conservación del sistema: Contaminado, limpio o protegido.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	Versión 1 – agosto de 2018.	

- Relacionar si existe algún uso del agua de carácter doméstico, pecuario, agrícola u otros.
- Determinar si el flujo de agua presenta dirección.
- Registrar si el sistema presenta algún tipo de adecuaciones antrópicas como obras de contención, desviaciones.
- Finalmente hacer una descripción breve de lo observado en el lugar.

○ **Reconocimiento y toma de datos de sistemas lóticos.**

Los recursos hídricos lóticos, se caracterizan por formar corrientes, es decir, su dinámica es activa y permanece en continuo movimiento, lo que le permite fluir con un caudal específico por un cauce determinado, desde su nacimiento hasta su desembocadura en un cuerpo de agua mayor.

El objetivo de la labor de campo es validar y complementar la cartografía de sistemas hídricos, que es un instrumento significativo para tomar decisiones frente al proyecto y la disponibilidad del recurso.

Por tanto, para dicha labor se debe consignar la información de sistemas lóticos, de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- Recolectar la información precisa sobre la ubicación general de cada uno de los sistemas lóticos.
- Registrar datos de GPS en coordenadas Magna Sirgas origen Oeste, del punto donde se evalué cada fuente.
- Hacer una descripción breve de lo observado en el punto.
- Determinar el tipo de flujo del cauce, los flujos permanentes o perennes mantienen un flujo de agua todo el año y un intermitente es aquel que mantiene un flujo respondiendo a la precipitación con cambios rápidos en su fase de descarga y con probabilidad de no tener flujo en época seca.
- Identificar el tamaño aproximado del cauce, basados en el ancho de este en el punto de evaluación. El tamaño del cauce es indicador de su descarga, área de drenaje y pendiente. La anchura del cauce medida de margen a margen es muy útil en la definición del tamaño del cauce.
- Definir el material del lecho. Lo cual busca clasificar el tamaño dominante del sedimento.
- Identificar las características del lecho en el tramo de estudio, como lo son: entradas de agua (tributarios), características de la corriente (brazos, trenzados), características del lecho, obstáculos (rocas, troncos, vegetación), entre otros.
- Registrar la presencia de obras civiles para el manejo de la corriente como son obras de contención, rectificación, puentes o cualquier estructura que cambien las condiciones naturales del flujo.
- Evaluar a la estabilidad de las laderas, según:
 - Laderas muy estables, aunque estén constituidas por material fino, debido a que el río por un cauce que no difiere de manera importante en altitud con respecto a la orilla.
 - Laderas estables, aunque presentan algunas áreas en las que la diferencia altitudinal Cauce-Orilla es notable y se observan zonas de derrumbe.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

- Laderas altamente inestables, cauce circunscrito por paredes verticales o zonas de alta pendiente no aseguradas con vegetación.
- Las laderas son muy inestables, se observa gran cantidad de zonas derrumbadas.
- Determinar el estado de la zona ribereña consignando la presencia o no de vegetación, tipo de vegetación, presencia de animales, viviendas etc.
- Determinar la apariencia del agua según lo observado: turbia, clara, fangosa, se observa fondo del canal, barreras para el movimiento de peces, material flotante u otros.
- Finalmente hacer un breve registro de las condiciones climáticas en el momento de la visita como lo son la cobertura de nubes y el porcentaje de sombra sobre el canal por vegetación.

• **Post-Campo.**

Con la información tomada en campo y la obtenida mediante la recolección de información secundaria se procedió a la caracterización del Área de Influencia, en cada una de las variables expresadas en los términos de referencia y desarrolladas en el documento tal y como se describe a continuación:

- Establecer la distribución hidrográfica del área de estudio de acuerdo a los lineamientos establecidos en el decreto 1640 del año 2012, emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a la codificación del IDEAM.
- Establecer patrones de drenaje y características del sistema hídrico, utilizando cartografía del proyecto y aplicando la metodología de clasificación de corrientes; así como identificar la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto y las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Establecer características morfométricas para cada una de las cuencas de las corrientes principales, las cuales se refieren básicamente al área de drenaje (A) en Km², longitud del cauce principal (L) en Km, pendiente media del cauce (S) en m/m, coeficiente de compacidad (Kc), densidad de drenaje (Dd), factor de forma, elevación de la cuenca, y tiempo de concentración (Tc) en minutos. El cálculo se debe realizar teniendo como base las fórmulas establecidas para cada uno de los parámetros y la información hidrográfica de las cuencas.
- Determinar el régimen hidrológico y caudales mensuales multianuales medios, máximos y mínimos de las principales corrientes, para lo cual se realizó el tratamiento estadístico de los registros de las estaciones hidroclimatológicas presentes en la zona de estudio o en sus alrededores, que cuentan con información actual para determinar los caudales característicos de las principales corriente presentes en el área de influencia y las corrientes susceptibles de aprovechamiento en las actividades propias del proyecto.

2.3.1.6 Calidad del Agua.

• **Etapas 1: Recopilación, análisis y evaluación de la información secundaria.**

Los parámetros fisicoquímicos se determinaron teniendo en cuenta los términos de referencia, las normas de carácter ambiental asociadas y los puntos de muestreo teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del proyecto, así como las cuencas delimitadas. Igualmente, previo a la salida a campo, se revisó la información secundaria correspondiente a los estudios realizados previamente en la zona, con el fin de determinar la red

de monitoreos presente en el área de estudio y así, en lo posible proponer monitoreos sobre los mismos puntos para poder realizar análisis multitemporales de la calidad del agua.

- **Etapas 2: Fase campo.**

Con base en lo establecido en la actividad previa a campo se fijaron 44 estaciones de muestreo de calidad de agua para el Proyecto en fuentes de agua lóaticas. La caracterización de la zona se realizó entre los días 26 de febrero y el 21 de marzo de 2017, que corresponde a la época de lluvias de acuerdo con el análisis climático, específicamente al régimen de precipitaciones. Así mismo se caracterizaron los cuerpos de agua lénticos identificados, que corresponden a 5 estanques artificiales, dicha campaña de monitoreo se llevó a cabo entre el 12 y el 14 de octubre de 2017. La localización de los puntos de muestreo se presenta en la **Tabla 2.17**.

Por otro lado, en la **Tabla 2.18** se presentan los parámetros tenidos en cuenta en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en las estaciones monitoreadas.

Tabla 2.17 Estaciones de muestreo – Proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan Pedregal.

ID	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
		ESTE	NORTE
CUERPOS LÓTICOS			
1	Quebrada NN3 aguas arriba	947096	589672
2	Río Guáitara	948503	590762
3	Río Boquerón aguas arriba	947873	591368
4	Río Boquerón aguas abajo	948589	590972
5	Quebrada Yamurayán aguas arriba	949114	592110
6	Quebrada Yamurayán aguas abajo	949327	591577
7	Quebrada San Francisco aguas arriba	949980	593156
8	Quebrada San Francisco aguas abajo	950086	593036
9	Quebrada Cuayarín (Honda) aguas arriba	950179	593808
10	Quebrada Honda aguas arriba	950297	594011
11	Quebrada Honda aguas abajo	950982	593341
12	Quebrada afluente a la quebrada Culantro aguas arriba	950591	594688
13	Quebrada Culantro aguas arriba	950823	594809
14	Quebrada Culantro aguas abajo	950603	594509
15	Quebrada La Cueva aguas arriba	951107	595359
16	Quebrada La Cueva aguas abajo	950979	594734
17	Quebrada afluente a la quebrada Manzano aguas arriba	951604	595195
18	Quebrada El Manzano aguas arriba	951875	595341
19	Quebrada El Manzano aguas abajo	952102	594886
20	Quebrada Brigada aguas arriba	952234	595503
21	Quebrada Brigada aguas abajo	952271	595345
22	Afluente a la quebrada Humeadora aguas arriba	954168	596477
23	Quebrada Los Arayanes (Huneadora) aguas arriba	954623	597220
24	Quebrada El Manzano (Humeadora) aguas arriba	954840	597388
25	Quebrada Urbano (Humeadora) aguas arriba	955161	597523
26	Quebrada Humeadora aguas abajo	955074	597201
27	Zanja Chorrera Chiquita aguas arriba	955908	598687
28	Zanja Chorrera Chiquita aguas abajo	956740	599033
29	Quebrada Moledores aguas arriba	955872	598885
30	Quebrada Moledores aguas abajo	956019	598991
31	Quebrada El Tablón aguas abajo	955333	600464

Formatted: Font color: Auto, Portuguese (Brazil)

ID	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
		ESTE	NORTE
32	Afluente quebrada El Tablón Aguas abajo	955135	600723
33	Afluente a la quebrada San Francisco 2 aguas arriba	954815	601862
34	Afluente a la quebrada San Francisco 2 aguas arriba	954467	601562
35	Quebrada San Francisco 2 aguas arriba	953962	601557
36	Quebrada San Francisco 2 aguas abajo	955044	602720
37	Quebrada El Macal aguas arriba	953397	602713
38	Quebrada El Macal aguas abajo	954870	603721
39	Quebrada Saraconcha aguas arriba	953962	604651
40	Quebrada Saraconcha aguas abajo	953970	604830
41	Río Sapuyes aguas arriba	954977	605045
42	Río Sapuyes aguas abajo	955466	604839
43	Río Guáitara 2	957634	607421
44	Río Guáitara 3	956508	600552
CUERPOS LENTICOS			
1	Estanque 1	949886	593518
2	Estanque 2	955298	600356
3	Estanque 3	955635	600610
4	Estanque 4	955260	600436
5	Estanque 5	954456	601960

Fuente: Consorcio SH, 2017.

Tabla 2.18 Listado de los métodos y técnicas analíticas empleadas para el análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las estaciones monitoreadas.

PARÁMETROS	UNIDADES	TÉCNICA ANALÍTICA	MÉTODO
TEMPERATURA MUESTRA	°C	TERMOMÉTRICO	SM 2550 B
pH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500H+ B
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	µS/cm	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 B
OXIGENO DISUELTO	mg/L O2	LUMINISCENCIA	ISO 17289:2014
CAUDAL	m3/s	ÁREA - VELOCIDAD CON MICROMOLINETE O FLUJÓMETRO	PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL AGUA. CAPITULO 2. IDEAM. 2007
TURBIEDAD	NTU	NEFELOMÉTRICO	SM 2130 B
COLOR VERDADERO	UPC	ESPECTROFOTOMÉTRICO - LONGITUD DE ONDA SIMPLE	SM 2120 C
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg/L	COMBUSTIÓN ALTA	EPA 5310 B
BICARBONATOS	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO	SM 2320 B
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO	SM 2310 B
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO	SM 2320 B
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO - EDTA	SM 2340 C
DUREZA CÁLCICA	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO - EDTA	SM 3500-Ca B
CLORUROS	mg/L Cl-	ARGENTOMÉTRICO	SM 4500-Cl B
SULFATOS	mg/L SO4-2	TURBIDIMÉTRICO	SM 4500-SO4 E
FOSFATOS	mg/L P-PO4-3	ACIDO ASCORBICO	SM 4500-PO4 E
NITRATOS	mg/L N-NO3	COLORIMÉTRICO	SM 4500-NO3-B
NITRITOS	mg/L N-NO2	COLORIMÉTRICO	SM 4500-NO2 B
NITRÓGENO AMONIACAL	mg/L	DESTILACIÓN - VOLUMÉTRICO	SM 4500-NH3 B - F
NITRÓGENO TOTAL	mg/L N	KJELDAHL - TITULOMETRICO	SM 4500-Norg C, SM 4500-NH3 C

PARÁMETROS	UNIDADES	TÉCNICA ANALÍTICA	MÉTODO
FOSFORO TOTAL	mg/L	ACIDO ASCORBICO	SM 4500 P E
FOSFORO INORGÁNICO	mg/L P	DIGESTIÓN - COLORIMÉTRICO	SM 4500-P B, SM 4500-P E
FOSFORO ORGÁNICO	mg/L	DIGESTIÓN - COLORIMÉTRICO	SM 4500-P B, SM 4500-P E
FENOLES TOTALES	mg/L	DESTILACIÓN - FOTOMÉTRICO DIRECTO	SM 5530 B, SM 5530 D
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 B
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L-h	VOLUMÉTRICO (CONO IMHOFF)	SM 2540 F
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103-105°C	SM 2540 D
SOLIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103 - 105 °C	SM 2540 B
DBO ₅	mg/L O ₂	INCUBACIÓN 5 DÍAS - ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 5210 B, SM 4500-O G
DQO	mg/L O ₂	REFLUJO CERRADO - VOLUMÉTRICO	SM 5220 C
HIERRO TOTAL	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
MAGNESIO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
NIQUEL	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
PLOMO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
POTASIO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
SELENIO	mg/L	E.A.A. - GENERADOR DE HIDRUROS	SM 3114 C
BARIO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 D
CADMIO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
CALCIO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
CROMO TOTAL	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
SODIO	mg/L	E.A.A.	SM 3111 B
ARSENICO	mg/L	E.A.A. - GENERADOR DE HIDRUROS	SM 3114 C
COBRE	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
MANGANESO	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
MERCURIO	mg/L	E.A.A./V.F.	SM 3114 C
PLATA	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
ZINC	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B
TENSOACTIVOS (SAAM)	mg/L LAS	COLORIMÉTRICO	SM 5540 C
GRASAS Y ACEITES	mg/L	PARTICIÓN - INFRARROJO	SM 5520 C
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	PARTICIÓN - INFRARROJO	SM 5520 C, SM 5520 F
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	ENSAYO DE SUSTRATO ENZIMÁTICO	SM 9223 B
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (FECALES)	NMP/100mL	ENSAYO DE SUSTRATO ENZIMÁTICO	SM 9223 B

El levantamiento de información primaria, la toma de muestras en campo, su custodia y transporte a laboratorio estuvieron a cargo del Laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo ambiental. (Laboratorio acreditado por el IDEAM, Resolución 2892 del 30 de diciembre de 2016 y Resolución 0049 del 16 de enero de 2017). La colecta de muestras de agua en las diferentes estaciones de muestreo se desarrolló en concordancia con los protocolos de calidad establecidos por el laboratorio. Se tomaron parámetros “in situ”, mediante una sonda multi-paramétrica debidamente calibrada sobre muestras de agua tomadas directamente del cuerpo de agua superficial. Para la determinación de los demás parámetros de análisis, se procedió al envasado,

 Agencia Nacional de Infraestructura	 CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

preservación y embalaje de las muestras colectadas, para así transportarlas al laboratorio de análisis. Adicionalmente, en cada punto monitoreado se diligenció la cadena de custodia, registro de coordenadas y fotográfico.

○ **Aforos de cuerpos de agua (caudal, velocidad y sección transversal).**

Para poder hacer la caracterización de los puntos de monitoreo se realizó el aforo puntual de cada uno de los sitios determinados. En la **Fotografía 2.8**, se muestra el procedimiento de aforo llevado a cabo por el laboratorio encargado.

Antes de comenzar cualquier actividad se seleccionó el mejor punto para realizar el aforo, teniendo en cuenta que los puntos tengan un fácil acceso y además identificar la existencia de infraestructura social en el área (viviendas, escuelas, etc.).

Para la selección de los sitios de muestreo en campo se debe tener en cuenta:

- La sección debe estar situada en un tramo recto de la corriente, en lo posible la longitud del tramo tendrá un mínimo equivalente a cinco (5) veces el ancho de la sección.
- La pendiente longitudinal del cauce debe ser uniforme, evitándose tramos con quiebres fuertes de pendiente que desequilibran la velocidad, así mismo áreas de aguas muertas y contracorrientes o remolinos.
- El lecho del río debe tener geometría regular, cauce estable y no tener obstáculos (troncos de árboles, grandes rocas, vegetación, etc.)
- Se debe evitar lechos fangosos.
- Velocidades paralelas en todos los puntos y que formen ángulo recto con la sección transversal de la corriente.
- Curvas regulares de distribución de velocidad en la sección, en los planos vertical y horizontal.
- Velocidades superiores a 0,150 m /s.
- Lecho del río uniforme y estable.
- Profundidad superior a 0,300 m, y tener márgenes naturales altas, para evitar desbordamientos en aguas máximas, con lo cual se garantiza la calibración de caudales máximos.
- Ausencia de plantas acuáticas.

Fotografía 2.8 Medición de caudal usando Micromolinet.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

La información de cada sitio que se debe consignar es la siguiente:

- Recolectar la información precisa sobre la ubicación general de cada uno de los sistemas lóticos: Nombre de la corriente hídrica, municipio, vereda, corregimiento.
- Registrar datos de GPS en coordenadas Magna Sirgas origen Oeste, del punto donde se evalué cada fuente.
- Especificar claramente el ID del punto: Lot 1, Lot 2, etc.
- Tipo de corriente: corresponde al tipo de flujo.
- Determinar a qué altura del cauce se hace el aforo: aguas arriba, aguas abajo.
- Registrar el ancho máximo: Tomado desde la margen izquierda hacia la margen derecha y midiendo el cauce en su totalidad.
- Registrar la profundidad máxima: Corresponde a la profundidad máxima luego de realizar el aforo.
- Especificar el uso del suelo en el área del drenaje: Seleccionar de acuerdo con lo siguiente:
 - Agrícola: Utilización para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.
 - Residencial: Corresponde a uso habitacional de personas.
 - Bosque Natural: Vegetación predominante constituida por árboles.
 - Pecuario: Utilización para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias.
 - Industrial: Uso en actividades tales como: generación de energía, minería, hidrocarburos entre otros.
- Composición del lecho del cauce: Arcilla, arena, cano rodado o limo
- Seleccionar el método utilizado por el aforo, la selección del método depende de las condiciones del cuerpo hídrico, así: por vadeo, por suspensión, por bote cautivo.
- Realizar la medición de velocidad, según el método más fácil de aplicar: flotadores, micromolinete, molinete.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
---	---	---	--

- Realizar la medición del área de la sección transversal
- Generar una gráfica básica del perfil Transversal
- Registrar el ancho total del cauce
- Definir la profundidad máxima encontrada
- Establecer el dato de la distancia de cada margen al inicio de la lámina de agua.

• **Etapas 3: Post-Campo.**

Mediante el análisis de correlación entre parámetros, se determinaron las características fisicoquímicas más relevantes por cuenca y sus interrelaciones. Estas correlaciones fueron la base para agrupar los diferentes parámetros analizados en cada cuenca. Luego de este análisis, se calcularon los índices de Langelier, de la Capacidad Buffer (Tampon), el Índice de Alteración del Potencial de la calidad del agua (IACAL) y de contaminación ICOs e ICA, con el objetivo de sintetizar los hallazgos de todos los parámetros de análisis en cada estación y cuencas. Cabe anotar que los límites de comparación que se incluyen en el presente documento corresponden a los establecidos en las disposiciones transitorias del Decreto único 1076/2015 (artículos 2.2.3.3.9.2 a 2.2.3.3.9.10) que recopilan los artículos 37 al 45 del Decreto 1594 de 1984, para algunos usos probables, como los criterios para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico que indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional o desinfección, así mismo, las condiciones para uso agrícola y pecuario, ya que a la fecha no se encuentran definidos los criterios de calidad para el uso de las aguas en el Decreto 3930 de 2010 (Capítulo V, Artículo 20).

Los criterios establecidos en la Resolución 2115 de 2007 para agua tratada apta para consumo doméstico, se tuvieron en cuenta en los casos en que no se establece el límite en el Decreto único 1076 de 2015, a fin de tener una referencia, principalmente en las fuentes de agua que se estén usando para consumo humano.

Así mismo, Para dar cumplimiento a los términos de referencia M-M-INA-02 Versión 2, en el sentido de considerar los dos periodos climáticos (época seca y época de lluvias), se estimó mediante una modelación la calidad del agua para el periodo seco (agosto).

2.3.1.7 Usos del Agua.

• **Pre-campo.**

En el proceso de determinación de usos y usuarios del recurso hídrico en el área de influencia del proyecto, se indagó mediante información secundaria de Alcaldías Municipales (Ipiales, Contadero, Ilés e Imués) y la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), con el fin de establecer una base respecto a los usos actuales y potenciales de las fuentes hídricas a intervenir.

• **Campo.**

Con base en lo establecido en la actividad previa a campo se llevó a cabo un recorrido por el área de interés, donde se hizo correlación de la información secundaria y levantamiento de información adicional en campo, a través de la indagación a la comunidad asentada aguas arriba y aguas abajo de los puntos en los cuales se pretende realizar la captación y vertimiento para las labores del proyecto. En la **Fotografía 2.9** y **Fotografía 2.10**, se presentan algunos de los usos del agua identificados en el área de estudio.

Fotografía 2.9 Tanque de recolección en un nacedero de la Vereda Tablón Alto. Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) E: 954060 N: 604342



Fuente: Consorcio SH., 2017.

Fotografía 2.10 Acueducto del condominio Arcoiris (Pilcuan). Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) E: 954060 N: 604342



Fuente: Consorcio SH., 2017.

- **Post-Campo.**

Mediante la información obtenida de fuentes secundarias y el trabajo de campo, se describieron los usos identificados en el área de influencia, que puedan verse afectados por las actividades del proyecto.

Así mismo se determinaron los posibles conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes periodos de retorno, mediante la utilización de metodologías de valores extremos, en cada una de las franjas de captación, para esto se verificó la función de distribución de probabilidad que mejor se ajustó a los datos.

2.3.1.8 Hidrogeología.

- **Pre-campo y Campo.**

El trabajo de Pre – campo se realizó en conjunto con los componentes de geología y geomorfología, identificando posibles fuentes de información confiable, de donde se pueda obtener información de utilidad.

Las unidades hidrogeológicas fueron clasificadas desde el punto de vista de su capacidad para almacenar y permitir el flujo de agua subterránea, con el fin de identificar la presencia de acuíferos de acuerdo con su potencial y diferenciarlos de las unidades impermeables conforme la metodología de zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia utilizada por el Servicio Geológico Colombiano (Tabla 2.19).

Tabla 2.19 Clasificación general de las unidades hidrogeológicas.

TONALIDAD	UNIDAD	CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (l/s/m)
A. SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR		
	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Muy Alta Mayor de 5,0
	Acuíferos continuos de extensión regional, de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidados de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Alta Entre 2,0 y 5,0
	Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidados de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con aguas de buena calidad química para el consumo humano.	Media Entre 1,0 y 2,0
	Acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con aguas de regular calidad química para consumo humano.	Baja Entre 0,05 y 1,0
B. ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE A TRAVÉS DE FRACTURAS (ROCAS FRACTURADAS Y/O CARSTIFICADAS)		
	Acuíferos discontinuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas cretácicas, consolidadas, de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados, con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Muy Alta Mayor de 5,0
	Acuíferos discontinuos de extensión regional de extensión regional, de alta productividad, conformados por rocas sedimentarias clásticas y carbonatadas, terciarias y cretácicas consolidadas, de ambiente transicional a marino. Acuíferos confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano, generalmente duras.	Alta Entre 2,0 y 5,0
	Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas, de ambiente marino y continental. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Media Entre 1,0 y 2,0
	Acuíferos discontinuos de extensión regional y local, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Baja Entre 0,05 y 1,0
C. SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADO A NINGÚN RECURSO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.		
	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambiente lacustre, deltaicos y marinos, y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a muy mala calidad química para consumo humano, generalmente salada en regiones costeras.	Muy Baja Menor de 0,05
	Complejo de rocas ígneo metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Muy Baja a ninguna Menor de 0,05
	Regiones compuestas por depósitos arcillosos o de playas con agua salada.	Muy Baja a ninguna Menor de 0,05

Fuente: (INGEOMINAS 2000).

La clasificación de unidades hidrogeológicas también tiene en cuenta el contexto hidrogeológico nacional el cual caracteriza el área como unidades piroclásticas terciarias de composición ácida e intermedia, catalogadas como rocas prácticamente impermeables, es decir, unidades sin interés hidrogeológico, de porosidad baja a media y permeabilidad muy baja, donde solo es viable la captación de aguas subterráneas de las unidades más superficiales mediante aljibes y nacederos. En el contexto regional, de acuerdo con el mapa de

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

permeabilidades de Colombia de la Plancha 5-18 a escala 1:500.000, en el área de estudio se encuentran dos unidades hidrogeológicas: rocas vulcanoclásticas de alta a media permeabilidad, y rocas ígneas y metamórficas de baja permeabilidad que se componen de unidades geológicas sin capacidad de absorber o transmitir agua.

Para la región también se han identificado sistemas acuíferos regionales, en este caso el denominado “Sistema Acuífero Altiplano Nariñense SAM6.6” (IDEAM 2013) que pertenece a la región fisiográfica conocida como el altiplano Túquerres-Ipiales, donde se identifican lavas e ignimbritas del Neógeno-Pleistoceno y depósitos volcánicos no consolidados del Cuaternario, estas unidades constituyen un sistema hidrogeológico muy complejo, heterogéneo y anisotrópico. El sistema hidrogeológico consiste en una alternación de unidades potencialmente acuíferas y acuitardos de extensión y espesores variables, donde se desarrollan acuíferos libres, semiconfinados y confinados de características hidráulicas relativamente bajos Bermoudes (2009).

En este sentido, la definición de unidades hidrogeológicas para el área de influencia se concluyó a partir de la información de referencia mencionada y teniendo en cuenta el reconocimiento detallado de campo, donde se identificaron las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas predominantes y se inventariaron puntos de aprovechamiento o monitoreo de aguas subterráneas mediante manantiales, aljibes y piezómetros respectivamente, aunadas las etapas de prospección geofísica del subsuelo y de caracterización hidráulica de acuíferos mediante pruebas de bombeo o pruebas tipo slug.

Igualmente en la fase de campo se realizó la caracterización de diaclasamiento y fracturameinto mediante la evaluación de cuatro estaciones de registro volumétrico, donde se midió un total de 400 puntos (diaclasas) ubicados estratégicamente para obtener un grado de representatividad óptimo de las diferentes familias; se utilizó el método de celda de detalle el cual consiste en seleccionar un tramo representativo (afloramiento) donde se registra la medida de los centros geométricos de las fracturas en su punto de intersección con la transversal de medida, ortogonal al grupo principal de diaclasas; la orientación de las fracturas se midió sistemáticamente, así como su apertura y los espacios interfracturales.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente utilizando el software GEOrient (vs. 9.4.5) con el que se obtuvieron los diagramas estructurales de roseta de orientaciones de diaclasas.

Para la clasificación de las diaclasas se aplicó lo sugerido por Martínez (2002), calificándola según su forma, determinando si se trata de diaclasas sistemáticas o no, posteriormente luego de tener claro las familias presentes, se determina el tipo de sistema que forman dependiendo de las familias.

• **Post-Campo.**

Con base en los resultados de las actividades de campo y la información recopilada se construyó el modelo hidrogeológico conceptual, para establecer relaciones existentes entre las diferentes unidades hidrogeológicas, las corrientes superficiales, zonas de recarga y descarga y la relación existente entre el grado de fractura de las rocas y la conectividad entre acuíferos, permitiendo realizar una evolución conceptual sobre las afectaciones que se puedan generar. El modelo conceptual se elaboró con ayuda del software ModFlow 3D.

En el Modelo Hidrogeológico Conceptual se describe el origen y se especifican las unidades hidrogeológicas que constituyen el área investigada, sus espesores y respectivos parámetros hidráulicos, zonas de recarga y descarga de los acuíferos, determinándose las fronteras hidrogeológicas, los tipos de drenaje dominantes y la dirección preferencial de flujo subterráneo regional.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

La información consignada en el modelo hidrogeológico conceptual, sirvió como base para la construcción del modelo hidrogeológico numérico tridimensional, el cual se elaboró con el software comercial VISUAL MODFLOW PRO 2011.1., en el cual se representó el sistema hidrogeológico que se presenta en la zona de estudio.

Haciendo referencia al modelo hidrogeológico conceptual en el área de proyecto a lo largo del corredor vial, el trabajo de campo fue estrictamente relacionado con la elaboración del modelo estratigráfico y estructural. No obstante, el producto final fue un mapa Hidrogeológico en formato Shape, con la caracterización hidrogeológica de los materiales presentes, mediante la revisión, actualización y complementación de parámetros existentes, cumpliendo con la estructura general de la Geodatabase del ANLA.

Por otro lado, se realizó el modelo Hidrogeológico conceptual, ocurrencia del agua subterránea, movimiento del agua subterránea, reconocimiento de la posición de los niveles piezométricos en los acuíferos, caracterización hidrogeológica e hidráulica preliminar de los acuíferos, análisis de la red fluvial y del drenaje subterráneo que se pudiese estar originando hacia los cauces o desde los cauces. Inventario, diagnóstico, caracterización, determinación de usos actuales y potenciales del recurso hídrico subterráneo (Incluye nacederos, pozos y aljibes).

○ **Análisis de inventario de puntos de agua.**

Se realizó un inventario de los puntos de agua subterránea presentes en el área de estudio (manantiales, flujos subsuperficiales, surgencias antrópicas y aljibes), esta información recolectada se procesó en oficina. Como resultado se realizaron fichas de inventario (formato único nacional de para inventario de puntos de agua subterránea, del INGEOMINAS, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, y el IDEAM) y análisis de la información.

○ **Redes de flujo.**

Estableciendo las direcciones y sentidos preferenciales del flujo hídrico que regulan la circulación del agua subterránea en los sistemas acuíferos monitoreados en la zona de estudio, se determinaron las áreas de recarga y de descarga del hidrosistema. Con esta información se realizaron los planos de isopiezas de los sistemas acuíferos de interés (acuíferos cuaternarios), para lo cual se requiere la Georeferenciación y nivelación altimétrica de los principales puntos de agua subterránea identificados en las labores de inventario.

○ **Modelo geológico-geofísico (geometría del acuífero).**

La prospección geoelectrica consiste en determinar la resistividad del subsuelo a diferentes profundidades, para así inferir la composición litológica de mismo y/o el tipo de fluidos que contiene; la exploración geofísica contempló la ejecución de sondeos eléctricos verticales (SEVs), para la determinación de contactos de los depósitos recientes con las unidades rocosas, con el fin de determinar la geometría de las formaciones recientes en los sectores en los que esta se desconozca totalmente, o bien determinar la profundidad a la que se pudiera encontrar algunas formaciones litológicas más permeables en el contexto de materiales de baja permeabilidad.

Se obtuvo la exploración indirecta del subsuelo, mapas de isoresistividad y análisis de resultados. Para efectuar Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), el dispositivo utilizado fue el de tipo Schlumberger. Para la toma de datos de resistividad por medio de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's), se utilizó el equipo de manufactura

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

norteamericana de lectura digital Marca AGI, modelo SuperSting R1/IP. Se realizaron sondeos eléctricos verticales - SEV's, cuyo criterio de selección de los sitios para la realización de los mismos fue: Distribución areal, utilidad de la información, disponibilidad de espacio y facilidad de acceso, realizando los sondeos mencionados con los AB de 200 m y cuya localización se realizará por medio de un GPS Garmin Montana 670.

○ **Pruebas de Bombeo y/o Pruebas Slug.**

Se realizó el análisis hidráulico de pozos en el área de estudio, donde se tuvo acceso a agua subterránea, a través de la ejecución de pruebas de bombeo en “pozo único” (en campo se evaluó la posibilidad de conformar pozos de observación temporales) a caudal constante y recuperación. Las pruebas se realizaron con el equipo ideal para cada caso en particular. Las pruebas hidráulicas van encaminadas a conocer los principales parámetros hidráulicos del acuífero captado, transmisividad, coeficiente de almacenamiento y conductividad hidráulica, como también los coeficientes de pérdida de pozo y de acuífero. Los resultados y análisis de la interpretación de pruebas de bombeo son básicos para desarrollar y plantear recomendaciones sobre condiciones acuíferas.

○ **Análisis del balance hídrico.**

Esta actividad contempla la evaluación del balance hídrico dinámico y distribuido para la región de estudio, teniendo en cuenta el régimen climático de la zona empleando información existente.

○ **Análisis de caracterización fisicoquímica de puntos de aguas subterráneas y análisis hidrogeoquímico.**

Se realizaron análisis a partir de muestreos en los puntos de monitoreo; para determinar la Hidrogeoquímica del área de estudio se empleó el software Aquachem y/o Diagrammes, analizando Diagramas de Stiff, esta gráfica está compuesta por tres ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na⁺ se confronta con el Cl⁻, el Ca²⁺ con el HCO₃⁻ y el Mg²⁺ con el SO₄²⁻. Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meq/l. Con este análisis se visualizó la variación espacial de la mineralización del agua en el acuífero, se determinó la composición y conexión del agua subterránea con cuerpos de agua superficiales.

○ **Análisis de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos.**

Esta actividad contempla la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, usada para representar las características intrínsecas que determinan la sensibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante (Foster, 1987), siguiendo la metodología GOD-OPS-CEPIS, 1988, y la metodología DRASTIC en función de la disponibilidad de información secundaria. Posteriormente analizando el riesgo de contaminación por la actividad vial que se pretende desarrollar en la zona.

● **Modelo hidrogeológico matemático**

Las actividades contempladas para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en el componente hidrogeológico contemplaron la realización de un modelo hidrogeológico matemático cuya formulación abarcó una fase de oficina, y una de campo; en la primera fase se realizó la recopilación y análisis de información existente. Esta información fue analizada y validada en la fase de campo.

2. GENERALIDADES	Página 42
------------------	-----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	Versión 1 – agosto de 2018.	

La fase de campo se enfocó en la realización de un inventario de puntos de aguas subterráneas, con el fin de caracterizarlas, permitiendo definir su importancia ambiental y social. El inventario se llevó mediante visitas predio a predio, en compañía de sabedores representantes de cada comunidad, en donde se recolectó información referente a la localización, profundidad de los niveles de agua subterránea, caudales, parámetros fisicoquímicos (donde era posible) y su uso actual; esta información fue consignada en el “Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea” de Ingeominas, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el IDEAM. El inventario se hizo en una franja de 600 m (300 m a cada lado del trazado de la vía).

El inventario permite conocer la potencialidad acuífera de las diferentes unidades geológicas que ocurren en el área, la dirección preferencial del agua subterránea, las zonas de mayor explotación, el volumen de explotación actual por acuífero y las posibles áreas de recarga y descarga. También permite identificar en forma aproximada las zonas con mayor o menor grado de afectación que podrían generar las actividades asociadas a la construcción de la doble calzada San Juan - Pedregal.

Una vez realizado el inventario se establecieron 43 puntos para análisis hidroquímico, incluyendo muestras de corrientes superficiales (ríos y quebradas); los puntos se escogieron geoestadísticamente de tal forma que abarcaran toda el área de estudio y se pudiera evaluar la composición química de las aguas subterráneas; su posible origen y tiempo de permanencia en las unidades hidrogeológicas.

El muestreo y análisis estuvo a cargo de MCS Laboratorio acreditado por el IDEAM, siguiendo la metodología propuesta por la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation) y el Standard Methods Edición 22 (2012).

En los puntos muestreados se analizaron los siguientes parámetros: pH (unidades); Temperatura (°C); Sólidos Disueltos Totales (mg/l); Conductividad Eléctrica (uS/cm); Alcalinidad Total (mg/l); Dureza Total (mg/l); Turbidez (N.T.U) y Color Verdadero (Unidades Pt/Co) y los Iones principales en mg/l: Bicarbonatos (HCO_3^-); Carbonatos (CO_3^{2-}); Sulfatos (SO_4^{2-}); Cloruros (Cl^-); Nitratos (NO_3^-); Fosfatos (PO_4^{3-}); Calcio (Ca^{2+}); Magnesio (Mg^{2+}); Sodio (Na^+); Potasio (K^+); Hierro Total (Fe^{+2}); Manganeseo (Mn^{+2}), Oxígeno Disuelto, Nitritos, Acidez.

Los análisis hidrogeoquímicos se interpretaron mediante el programa Aquachem v. 4.0 de Waterloo University, a partir de diagramas gráficos (Piper y Stiff) con los que se clasificó el tipo de agua, así como también se realizó una correlación entre el agua superficial y subterránea, estimando los orígenes y direcciones probables de flujo identificando las posibles áreas de recarga y descarga.

La información consignada en el modelo hidrogeológico conceptual sirvió como base para la construcción del modelo hidrogeológico numérico tridimensional, el cual se elaboró con el software comercial VISUAL MODFLOW PRO 2011.1., en el cual se representó el sistema hidrogeológico que se presenta en la zona de estudio.

El modelo tuvo en cuenta los principales cuerpos de agua (ríos y quebradas) y los parámetros hidráulicos definidos para las diferentes capas del modelo que consideró el diaclasamiento. Con el fin de representar las condiciones naturales de la zona, sin ningún tipo de intervención por el proyecto Vial, se realizó una simulación en estado estacionario, el cual se calibró teniendo en cuenta la información recopilada y obtenida en el presente estudio.

Posterior a la validación del estado estacionario del modelo, se procedió a realizar una simulación que representa la intervención por la construcción del Proyecto Vial, manteniendo control sobre cada uno de los

componentes del modelo mediante zonas de balance y de esta forma evaluar las afectaciones al sistema hídrico subterráneo y superficial.

Finalmente se establecieron posibles medidas de mitigación o manejo de las posibles afectaciones encaminados a mantener condiciones similares a las actuales del recurso hídrico subterráneo, buscando que sean coherentes y se adapten a las condiciones de la zona de estudio y que den respuesta a los posibles impactos sociales o conflictos del agua que se pudieran presentar en la zona de estudio.

De la revisión de campo realizada en el mes de abril de 2018, como dato fundamental para la realización de los diferentes análisis se pudo establecer que en la zona existen los siguientes tipos de puntos de agua:

- **Afloramientos Subsuperficiales:** Se clasifican como afloramientos subsuperficiales las descargas de flujos colgados (aguas subsuperficiales) al exterior, concentrada en un punto o a lo largo de una línea. Se origina por flujos subsuperficiales con poco recorrido, tránsito y permanencia en la zona no saturada, por lo general estos afloramientos subsuperficiales son recargados por las corrientes superficiales y por la infiltración del agua precipitada en zonas adyacentes al punto de descarga, son muy comunes en zonas altas donde se presentan cambios de pendiente y se mantiene un régimen hidrológico húmedo.

Estas descargas se caracterizan por presentar valores de pH neutros a ligeramente ácidos, bajas concentraciones de conductividad y salinidad, muy bajos caudales generalmente, pero los cuales están influenciados por las épocas de precipitación. Hidrogeoquímicamente presentan como anión dominante el bicarbonato y casi siempre ausencia de cloruros y sulfatos.

- **Surgencias Antrópicas:** Se definen como surgencias antrópicas, a las captaciones o afloramientos de flujos de agua subsuperficiales o subterránea que se dan producto de la modificación de la geomorfología o de las condiciones naturales del terreno. Estas surgencias se dan por cortes o excavaciones que han realizados los pobladores de la zona para interceptar los flujos subsuperficiales o subterráneos, generando un almacenamiento para el aprovechamiento del recurso.
- **Surgencias Antrópicas:** Las surgencias antrópicas también se pueden dar en los taludes de las vías o caminos como un reflejo de la interceptación de los flujos de agua, en muchos casos estas surgencias antrópicas en taludes no presentan uso por la comunidad.

La principal característica para clasificar estas surgencias es la evidencia de alteraciones antrópicas en las condiciones naturales de la geomorfología, dado que los parámetros fisicoquímicos pueden ser muy variables, así como los caudales que pueden desarrollar.

- **Manantial:** Un manantial se define como la descarga de flujos subterráneos al exterior, concentrada en un punto o a lo largo de una línea, casi siempre se presentan en unidades geológicas con la capacidad de considerarse como acuíferos. Se origina por flujos subterráneos ante la saturación, por lo general reflejan tiempos de permanencia y tránsito del agua medios a altos en las unidades geológicas en las que se almacena y transita. Los manantiales presentan un alto beneficio ecosistémico, social y ambiental.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		Versión 1 – agosto de 2018.	

Estas descargas por lo general se caracterizan por presentar valores de pH neutros a ligeramente básicos, concentraciones de conductividad y salinidad medios a muy altos dependiendo de su tiempo de permanencia en los acuíferos; los caudales generados por los manantiales son muy variables y pueden estar entre 0.008 l/s y 2800 l/s.

Hidrogeoquímicamente las aguas jóvenes de los manantiales o de poca interacción agua-roca tienden a tener como anión y catión dominantes al bicarbonato y al calcio, respectivamente, mientras que las aguas más viejas, con largo tiempo de infiltración y/o de interacción agua-roca, tienden a tener mayor porcentaje de cloruro y sodio. Aunque las reacciones y procesos químicos que se desarrollan son muy variados, como regla general, se observa que las aguas subterráneas que dan origen a manantiales, en el caso de tener menor tiempo de permanencia en el subsuelo son generalmente bicarbonatadas. Después predomina el sulfato, y las aguas más salinas son cloruradas.

- **Aljibe:** Corresponde a un reservorio de agua que se encuentra instalado a nivel subterráneo excavado de forma artesanal y revestido en concreto, ladrillo con diámetros superiores a 25 pulgadas, generalmente se emplea para el almacenamiento de aguas lluvias y para interceptar flujos subsuperficiales y subterráneos si existieran.

En la zona de estudio los aljibes existentes permiten el almacenamiento de aguas lluvias y puede llegar a interceptar flujos subsuperficiales. Presentan un beneficio netamente social.

2.3.1.9 Geotecnia.

- **Pre – Campo.**

El trabajo de Pre – campo se realizó en conjunto con los componentes de geología, geomorfología, edafología, hidrogeología, hidrología, meteorología y amenazas sísmicas. Identificando posibles fuentes de información confiable, de donde se pueda obtener información de utilidad.

- **Campo.**

El objeto del estudio consistió en el diagnóstico e inspección geotécnica del corredor vial. El recorrido se llevó a cabo metro a metro identificando puntos y áreas donde se evidencian problemas geotécnicos que amenazan el corredor vial en general. Las actividades se desarrollaron detalladamente durante varias jornadas de trabajo inspeccionando aspectos geomorfológicos, hidrogeológicos, geológicos y geotécnicos, estado de obras existentes y en construcción, cruces de cuerpos de agua y otros factores determinantes del estado actual del corredor vial. Durante el recorrido se identificaron procesos de remoción en masa (deslizamientos, flujos de tierra y reptación en laderas principalmente), zonas de erosión laminar y concentrada en surcos y cárcavas, socavación de márgenes lateral y de fondo, obras de protección marginal deteriorados y colapsadas parcialmente en cruces con drenajes naturales y en general, deterioro y colapso de obras de conservación del corredor vial.

- **Post – Campo.**

Se llevó a cabo el análisis de susceptibilidad frente a la ocurrencia de procesos de remoción en masa, involucrando, entre otros, los siguientes aspectos: Densidad de fallas geológicas en el área de influencia, distribución de las unidades geológicas y geomorfológicas, intensidad de procesos morfodinámicos, cobertura

vegetal, intensidad de lluvias, pendientes y variabilidad del terreno y sismos ocurridos en la zona en las últimas décadas. A los anteriores componentes, se les dio un peso unitario, según la influencia que tuvieran sobre el desarrollo de procesos de remoción en masa, ya sean detonantes, contribuyentes o condicionantes, de forma que al sumar cada uno de los valores, se obtuviera el mapa de susceptibilidad que sería la base para la zonificación geotécnica sobre el área de influencia.

La zonificación geotécnica se fundamentó en la clasificación de áreas de estabilidad por rangos, usando el análisis de susceptibilidad, descrito anteriormente, y las propiedades geomecánicas de las rocas involucradas en cada tramo, obtenidas en los estudios de laboratorio geotécnicos en detalle realizados, agrupando así, zonas de igual comportamiento geomecánico con un rango específico de susceptibilidades.

La información de cada punto especial se consignó en el formato para sitios críticos, el cual contiene la localización de cada punto, una descripción de la problemática que está presentando en el sector, esquemas y registro fotográfico que permiten ilustrar lo que está sucediendo, causas del problema (contribuyentes, condicionante y detonantes según el caso), recomendaciones geotécnicas que se deben tener en cuenta para mitigar los procesos presentados.

2.3.1.10 Atmosfera.

• Clima.

Con el fin de caracterizar los parámetros meteorológicos de temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, brillo solar, nubosidad, evaporación, presión atmosférica, así como la clasificación y zonificación climática para el área de influencia, se desarrolló la metodología para el componente climático teniendo en cuenta los lineamientos y la información meteorológica reportada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). La metodología aplicada comprende las siguientes etapas:

○ Etapa 1: recopilación, análisis y evaluación de la información secundaria.

Los registros meteorológicos utilizados en el análisis climático correspondieron a los reportados por las estaciones más próximas al área de influencia del proyecto. Para ello, se identificaron preliminarmente algunas estaciones climatológicas cercanas consultadas en el catálogo del IDEAM, teniendo en cuenta el entorno fisiográfico e hidrográfico, que luego se verificaron en relación a la suficiencia de la información para un periodo de análisis de 25 años. Las estaciones activas utilizadas en este componente son las presentadas en la **Tabla 2.20**.

Tabla 2.20 Estaciones meteorológicas seleccionadas.

NO.	ESTACIÓN	CÓDIGO	CORRIENTE	TIPO	ALTURA m.s.n.m	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
1	Apto. San Luis	52055010	Guaitara	Sinóptica Principal	2961	Nariño	Aldana
2	Funes	52055200	Guaitara	Climatológica Ordinaria	2181	Nariño	Funes

Formatted: Font color: Auto, Portuguese (Brazil)

NO.	ESTACIÓN	CÓDIGO	CORRIENTE	TIPO	ALTURA m.s.n.m	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
3	Común El - Automática	52045090	Guaitara	Climatológica Ordinaria	3141	Nariño	Pupiales
4	Gualmatan	52050100	Guaitara	Pluviométrica	2830	Nariño	Gualmatan
5	Puerres	52050120	Guaitara	Pluviométrica	2764	Nariño	Puerres
6	Sindagua	52055090	Guaitara	Climatológica Principal	2800	Nariño	Tangua
7	Imues	52050090	Guaitara	Pluviométrica	2550	Nariño	Imues

Fuente: Catálogo Nacional de Estaciones. IDEAM, 2017.

▪ Selección de series de tiempo.

Para la selección del periodo analizado (1991 a 2016), se consideraron los registros de las estaciones que presentaron series históricas más completas. Estas series fueron sometidas a un proceso de verificación de la información y generación de datos faltantes, con el fin de que el análisis de clima tenga resultados con un nivel de incertidumbre bajo y permitan realizar una mejor caracterización.

• Post – Campo.

○ Análisis de información.

El análisis de un elemento meteorológico se basa en los resultados de un proceso que incluye el inventario y selección de la información, la depuración, la selección del período de estudio y la estimación de datos que falten en la serie estudiada (*Eslava, Parra y Villalba, 1985*). Las metodologías utilizadas en el análisis de la información climática se describen a continuación:

- **Estimativos de datos faltantes para los datos de precipitación:** Las series de datos reportadas por el IDEAM para la variable de “Precipitación diaria”, habitualmente presentan vacíos y faltas de registro a causa de factores como ausencia de registrador o fallas del instrumento entre otros, por lo que se debe asegurar la consistencia estadística de la información mediante la estimación de estos datos faltantes, para ello se utilizan los datos de estaciones índices que cuentan con datos completos y que se seleccionan de modo que estén lo más cerca posible y sean de altitud similar a la estación en estudio. Una vez se tiene para cada una de las estaciones las series de precipitación completas, se recalculan las tendencias medias de la precipitación para el periodo de análisis seleccionado.
- **Determinación de tendencias medias, máximas y mínimas por parámetro:** una vez se realiza el estimativo de los datos faltantes, se realiza el cálculo de las tendencias medias, máximas y mínimas de cada parámetro, realizando los diferentes histogramas que permitan definir sus distribuciones temporales a lo largo del año.
- **Análisis espacial de precipitación y temperatura:** una vez se ha realizado la caracterización temporal de la precipitación y la temperatura a partir de los registros recopilados, se elaboran las figuras de distribución climática espacial, denominados isoyetas e isotermas. Las isoyetas e isotermas se calcularon mediante la herramienta de interpolación IDW (Inverse distance weight interpolation) de la extensión de Geoestadística de ArcGis 10.1. El método IDW se basa en el principio donde los elementos son más parecidos mientras a su vez estén más cercanos y la interpolación la realiza asignando una ponderación

Formatted: Font color: Auto, Portuguese (Brazil)

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO DEPARTAMENTAL UNIÓN DEL SUR
---	---	---	---

mayor a los puntos más cercanos al punto a predecir, que aquellos que están más alejados, a fin de conocer espacialmente los valores que en promedio presenta el área de estudio.

Siguiendo la metodología propuesta por Thornthwaite, se realizó el balance hídrico; dicho proceso permitió generar el análisis temporal y espacial de la disponibilidad del recurso hídrico que se presenta en el área de estudio.

Finalmente se realizó la clasificación y zonificación climática de acuerdo con la metodología propuesta por el IDEAM en su documento “Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia”¹. De acuerdo con el IDEAM, los elementos considerados más relevantes para el mapa de caracterización climática son la temperatura y la precipitación. Por esta razón, otros elementos del clima como la dirección y velocidad del viento, humedades relativas y radiación, entre otros, no fueron consideradas en el análisis.

2.3.1.11 Calidad del aire y ruido.

La evaluación de la calidad del aire y ruido en el Área de influencia, se llevó a cabo mediante la identificación y tipificación de las fuentes generadoras de emisiones atmosféricas y las fuentes asociadas a ruido, así como también los posibles receptores, igualmente teniendo en cuenta los sitios donde se ubicarán los campamentos contemplados para el proyecto a los que se solicita permiso de emisiones, para lo cual se realizaron campañas de monitoreo de aire y medición de ruido ambiental para el horario diurno y nocturno en día hábil y festivo, en diferentes puntos representativos dentro del área de influencia del proyecto, igualmente se tuvo en cuenta el comportamiento de las variables meteorológicas, el análisis climatológico dentro del contexto del presente estudio está orientado a describir el tiempo atmosférico y la dinámica general de los parámetros climáticos en el área de influencia del proyecto durante el tiempo de muestreo, condiciones que son cambiantes. Para ello, se recopilaron datos y registros de la estación meteorológica empleada en la caracterización.

- **Etapas 1: Pre campo.**

Previo a las salidas de campo, se revisó la información secundaria correspondiente a los estudios realizados previamente en el área, con el fin de determinar los monitoreos realizados en el área de estudio y así, en lo posible proponer monitoreos sobre los mismos puntos para poder realizar análisis multitemporales de la calidad del aire y ruido.

- **Etapas 2: Fase campo.**

El trabajo en campo para realizar la caracterización atmosférica consistió en identificar durante el recorrido por el área, las fuentes de emisiones atmosféricas existentes: fijas, móviles, lineales y de área; así como las fuentes de generación de ruido, la ubicación de los asentamientos poblacionales, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación. Cada punto visitado fue georreferenciado, con su respectivo registro fotográfico.

La campaña de monitoreo se realizó entre el 25 de marzo de 2018 y el 28 de abril de 2018 por parte de la sociedad QHSE Asesoría e Ingeniería Ambiental S.A.S., encargada de gestionar y asesorar en todos los aspectos ambientales que implique la ejecución del monitoreo de calidad del aire; de igual forma realiza la interpretación de los resultados del laboratorio y los compara con la norma actual vigente con el fin de

¹ IDEAM. Ecosistemas continentales, marinos y costeros de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Diciembre de 2007.

elaborar el presente informe. La empresa requiere de laboratorios acreditados por el IDEAM como Corola Ambiental S.A.S. con resolución de acreditación IDEAM 0317 del 9 de marzo de 2016, CIAN L.T.D.A., resolución IDEAM 2050 del 12 de septiembre de 2017, CONHINTEC S.A.S., resolución IDEAM 0019 del 10 de enero de 2017. Los cuales se encargan de la realización

Los monitoreos de calidad del aire se realizaron en seis (6) puntos representativos del área de influencia, donde se realizaron mediciones de partículas menores a 10 micras (PM10), partículas menores a 2.5 micras (PM2.5), óxidos de Nitrógeno (NO2), dióxido de Azufre (SO2), monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O3).

Los métodos de medición y análisis empleados, son los definidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptados por la resolución 650 de 2010 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS; a su vez se hizo la comparación con las normas de calidad del aire establecidas en la resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, que lo reglamenta

Los equipos, su calibración y la metodología seguida para determinar las concentraciones de cada parámetro se presenta en el **Anexo 15. Monitoreos - Monitoreos de Aire**. El nombre de las estaciones con sus coordenadas se relaciona en la **Tabla 2.21**.

Tabla 2.21 Estaciones de muestreo de calidad de aire para el proyecto.

ESTACIÓN	NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
		ESTE	NORTE
1	San Juan	948033.6	590759.6
2	Contadero	947761.9	592132.9
3	Estación 31+100	955537.9	598054.0
4	Picapiedra	956411.5	600246.9
5	Campamento Mikel	955244.4	604753.0
6	Pilcuán	956709.4	605294.5

Fuente: Consorcio SH, 2018.

Igualmente, para la campaña de monitoreos de ruido, se ubicaron seis (6) puntos de monitoreo dentro área de influencia por su relación entre las fuentes de emisión y los receptores de ruido. En cada uno de los puntos se efectuaron mediciones de ruido ambiental tanto en el horario diurno como en el horario nocturno, incluidas mediciones en días festivos. El nombre de las estaciones y coordenadas en las que fueron tomadas las mediciones corresponden a las mismas de las estaciones de calidad del aire presentadas en la **Tabla 2.21**. La ejecución de los monitoreos estuvo a cargo del laboratorio CIAN LTDA, el cual se encuentra acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2050 del 12 de septiembre de 2017.

• **Etapas 3: Fase de oficina.**

Una vez recolectada la información en campo acerca de las fuentes de emisión, se procedió a integrar la información tomada en el GPS, los registros fotográficos y la información recogida en los formatos de campo con la descripción respectiva; así mismo, se realizó el análisis y la comparación de los resultados del monitoreo de aire y de la campaña de medición de presión sonora conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente. Para ello, también se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

- Variaciones mensuales de la rosa de vientos.
- Identificación de épocas secas y húmedas.
- Tendencias de precipitación.

Luego de elaborar la caracterización de las fuentes de emisión de contaminantes y de ruido, se generaron los mapas de calidad del aire y ruido, los cuales reflejan las zonas críticas de contaminación, los polígonos asociados a la variación espacial de la dispersión de los contaminantes monitoreados en campo, y los mapas de isófonas diurnas y nocturnas. Para toda la información cartográfica presentada se realizó el diligenciamiento de las tablas para la Geodatabase y los metadatos respectivos. La información obtenida fue incluida en la modelación de dispersión de las concentraciones de material particulado y gases que se pueden generar durante el desarrollo de las actividades del proyecto con el propósito de establecer el área de influencia de estas emisiones y evaluar la incidencia de los aportes en las áreas de asentamientos poblacionales y demás receptores de interés.

2.3.2 Metodología para la Caracterización del componente Biótico.

La salida de campo de este componente se realizó una vez cumplidos los tiempos de espera establecidos en el permiso de colecta, el trabajo se ejecutó entre el 22 de febrero y el 24 de marzo de 2017 por un grupo compuesto por 6 ingenieros forestales, 3 biólogos y 5 botánicos para el muestreo de la flora epífita de la zona. Previo a la recolección de información primaria en campo para este componente, se realizó el correspondiente preaviso de las actividades tanto a la ANLA como a las corporaciones que tienen jurisdicción en el área (**Ver. Anexo 1 Comunicados - Permiso de Colecta**).

2.3.2.1 Ecosistemas Terrestres.

2.3.2.1.1 Flora.

Mediante la recopilación de información secundaria, la elaboración del muestreo de campo y el posterior procesamiento y análisis de la información obtenida se realizó una aproximación al estado actual de la vegetación presente. El análisis del componente florístico busco valorar la importancia ecológica de sus especies y su diversidad. Se caracterizaron las coberturas vegetales dentro del Área de Influencia del proyecto, con el fin de conocer los probables objetos florísticos de intervención o exclusión, susceptibles o vulnerables al efecto de impactos ambientales, esta caracterización se llevó a cabo por medio del establecimiento de unidades de muestreo forestal (UMF) o parcelas. La caracterización de las coberturas de la tierra se realizó de manera cuantitativa para las unidades de cobertura correspondientes a: bosque ripario, bosque denso altoandino, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja y herbazal abierto rocoso.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

Dentro del estudio se tomaron como referencia la Metodología General para la presentación de Estudios ambientales², así como las Guías Técnicas para la Ordenación y Manejo Sostenibles de los Bosques Naturales³, y otros documentos y artículos científicos que involucraran metodologías de caracterización florística. A partir de estas referencias se llevaron a cabo las siguientes etapas para el desarrollo de la caracterización:

- **Pre – Campo.**
- **Interpretación de imágenes satelitales.**

Para el desarrollo de ésta etapa se tomó como base una imagen WorldView capturada en enero 19 de 2015 con una resolución espectral de 4 bandas y espacial de 0.50 metros, en las zonas donde no había cobertura de esta imagen usamos como apoyo cuatro imágenes Rapideye tomadas en enero 27 de 2016 (tres imágenes) y febrero 21 de 2015 (una imagen), con una resolución espacial de 5 metros y espectral 5 bandas, sobre estos insumos se realizó la identificación, delimitación y agrupamiento de las unidades de cobertura a escala de trabajo 1: 8000, así como la clasificación preliminar de las mismas de acuerdo con la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para Colombia por ONF, CIAF e IDEAM⁴, IDEAM⁵ con lo cual se generó el mapa de coberturas de la tierra preliminar.

- **Trabajo de campo.**

Teniendo en cuenta las unidades de cobertura de la tierra presentes en la zona de estudio identificadas en el mapa previamente elaborado, se procedió en campo a realizar la verificación de dichas coberturas de la tierra mediante puntos de control, así como el establecimiento de unidades de muestreo forestal en las unidades de cobertura vegetal natural.

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, la primera inicio en el 22 febrero y concluyo el 24 de marzo de 2017, y la segunda fase corresponde al 16 de Julio al 9 de agosto de 2018, en esta última, se complementó la información respecto a la caracterización de la base biótica, de acuerdo a la solicitud de información adicional requerida por ANLA.

Adicionalmente se utilizaron varias metodologías para el levantamiento de información en campo, esto se debe principalmente a que se cuenta con área con una intervención antrópica alta y que por lo tanto el uso de una sola metodología sesgaría la información obtenida, de esta manera a continuación se amplían los diferentes métodos utilizados.

- ✓ Inventario al 100% o censo Forestal:

El inventario o censo forestal al 100% es una herramienta de evaluación cuantitativa y cualitativa que da cuenta de las especies arbóreas y de su importancia ecológica, representando el potencial total de recursos

² MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2010. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá Colombia 2010. 71 p.

³ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2002. Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. República de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores (ACOFOR) y Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Bogotá D.C., p 55.

⁴ IGN France Internacional – CIAF. 2006. Detalle de la nomenclatura Corine Land Cover de coberturas de la Tierra. Colombia.

⁵ Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia Versión 2.1, Escala 1:100.000, 2017

forestales a intervenir y los tratamientos silviculturales que se deben realizar.

La finalidad del inventario forestal es evaluar los recursos forestales y los recursos de árboles fuera del bosque y proporcionar nueva información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, utilización, ordenación y tendencias de estos recursos. Esta metodología fue utilizada en los ecosistemas que tenían áreas muy pequeñas y que, por tanto, la información recogida mediante el método estadístico (parcelas) iba hacer insuficiente para caracterizar los elementos del componente flora.

✓ Inventario Estadístico:

Este tipo de metodología se utiliza cuando solo se utiliza una parte de la muestra y debe 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 el error de muestreo no mayor del 15%.

Muestreo y tamaño de las unidades de muestreo.

La caracterización, recolección y preservación de las muestras biológicas se encontró amparada bajo el permiso de Colecta con Resolución N° 0343 del 25 de marzo de 2015, otorgado a Servicios Geológicos Integrados LTDA. - SG, LTDA, con base en este se determinó el tamaño de las unidades de muestreo para cada una de las coberturas identificadas en el actual estudio estableciendo el más oportuno en consideración del área a muestrear y basados en lo establecido por la resolución pero adaptado a las condiciones del área de estudio. Se realizó un muestreo aleatorio simple, ya que es el esquema de muestreo más sencillo y de aplicación más general. Este tipo de muestreo es usado comúnmente para estudios donde se dispone de poca información previa acerca de las características de la población vegetal a medirse. (Mostacedo *et al*, 2000). Para llevar a cabo este tipo de muestreo, se tomó como base el mapa previo de coberturas de la tierra, como referencia del área a estudiar, y se determinaron ciertos puntos posibles de muestreo de forma aleatoria sobre cada una de las coberturas potenciales de caracterización.

Una vez definido el tipo de muestreo, se realiza el Pre-muestreo, que consiste en realizar una cantidad adecuada de parcelas y con base en la información recolectada de dichas unidades se calcula la cantidad definitiva de parcelas a realizar por unidad de cobertura y ecosistema, para cumplir con una probabilidad del 95% y 15% de error de muestreo, tal y como se explicará en el ítem de Representatividad del muestreo más adelante, lo anterior en línea con lo establecidos en los términos de referencia (MADS 2015) que rigen el actual estudio.

El tamaño de las parcelas para cada unidad de cobertura en el Área de influencia del Estudio de impacto ambiental para para las Unidades Funcionales 1.2, 2 y 3 del Proyecto Vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo San Juan - pedregal, se definió teniendo en cuenta el estado actual de la vegetación natural en el área, la cual se caracteriza por estar bastante intervenida y reducida a áreas muy pequeñas. Se definió entonces una unidad básica de muestreo de 0,05 hectáreas (500 m²), la cual ha sido utilizada en bosques naturales en áreas intervenidas en el trópico y que según Becerra (1971) permite obtener suficiente información sobre la composición y estructura de bosques secundarios, por lo cual esta superficie se utilizó para las coberturas boscosas del presente estudio, adicionalmente se tomó esta superficie como referencia para diseñar y

adecuar los tamaños de unidades muestrales de las demás coberturas vegetales, teniendo en cuenta algunos principios básicos citados por Mateucci (1982) y literatura especializada consultada⁶:

Para los tamaños de las unidades de muestreo, “se seleccionan tamaños mayores para árboles, tamaños medianos para arbustos y árboles pequeños, y tamaños pequeños para las herbáceas”. Por lo cual los mayores tamaños de parcela fueron para coberturas arboladas (bosques ripario, bosque altoandino y vegetación secundaria alta, con parcelas de 10*50 m). “Si los individuos a contar son pequeños o muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas”, tal como es el caso de las coberturas vegetación secundaria baja (5*5 m) y herbazal abierto rocoso (1*1 m) en el cual los individuos son herbáceas abundantes y regeneración de algunos arbustos, aplicando el método de Daubenmire modificado. Se levantarán unidades de muestreo en relación al área de cobertura a muestrear buscando que la curva de acumulación de especies se estabilice indicando que el muestreo es representativo.

En el caso de la regeneración natural de bosques riparios se utilizaron tamaños estandarizados, conocidos como el Meliacre survey y Linear regeneration sampling, citados en las “Guías técnicas para la ordenación y manejo sostenible de los bosques naturales” (2002) publicadas por el Ministerio de Medio Ambiente, Acofore y la OIMT. En este caso se registran en parcelas de 5*5 m todas las especies con tallos menores a 10 cm de DAP y alturas mayores a 1,5 m, y en parcelas de 2*2 m, todos los individuos con tallos menores a 10 cm de DAP y alturas menores a 1,5 m.

Los tamaños de las unidades de muestreo por cada cobertura vegetal analizada se muestran en la **Tabla 2.22**.

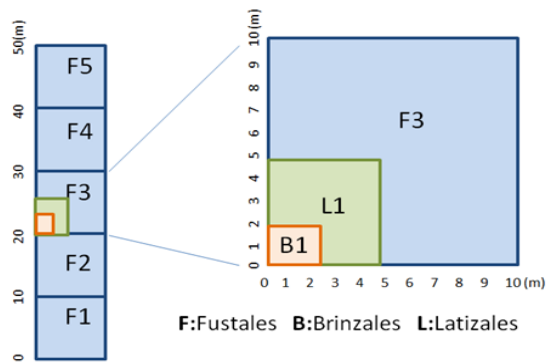
Tabla 2.22 Diseño de las parcelas por cobertura.

UNIDAD DE COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA DE MUESTREO (m)		
	Fustal	Latizal	Brinzal
Bosque ripario, bosque altoandino y vegetación secundaria alta	10*50	5*5	2*2
Vegetación secundaria baja	5*5	5*5	5*5
Herbazal abierto rocoso	1*1	1*1	1*1

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Figura 2.2 Esquema parcela empleada.

⁶ Coulloudon, B. 1999. *Sampling Vegetation Attributes, Technical Reference* 1734-4, Bureau of Land Management. Denver, Colorado.
 Daubenmire, R.; 1959. *A canopy-coverage method of vegetation analysis*. North West Science 31 (1): 4364.
 Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
 Lamprecht, H. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana. 1990.
 Melo Cruz, O & Vargas Ríos, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos/Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 2002.
 Matteucci, S. & Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. Villarreal H., M. Álvarez s. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M Umaña. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt -IAVH. Bogotá, 2004.



Fuente: Consorcio SH., 2017.

En la

BIOMA	COBERTURA	NOMBRE	COOR_ESTE	COOR_NORTE
Orobioma Andino Nudo de los Pastos	Vegetación secundaria alta	VSA-OaA1	951889	595282
		VSA-OaA2	951473	594964
		VSA-OaA3	951250	594916
		VSA-OaA4	952470	596301
		VSA-OaA5	952292	595975
		VSA-OaA6	952100	596241
		Aprovech_VSA-OaA4	952428	595998
		Aprovech_VSA-OaA6	952149	596262
	Bosque denso altoandino	BD1	951992	596318
		BD2	952551	596876
		BD3	952543	596826
		BD4	952675	596988
		BD5	951669	596946
		BD6	951754	595931
	Vegetación secundaria baja o en transición	VSb OaA1	951401	594719
		VSb OaA2	951366	594674
		VSb OaA3	951368	594638
		VSb OaA4	951894	597102
		VSb OaA5	951904	597048
		VSb OaA6	952034	597061
		VSb OmA19	954881	597148
		VSb OmA20	955067	597178
		VSb OmA21	955031	597189
		VSb OmA22	954856	597287
		VSb N0	955524	599447
		VSb N1	954929	597353
		VSb N2	954964	597301
		VSb N3	954906	597167
		VSb N4	954793	597068
		VSb N5	955732	599486
		VSb N6	953321	596327
		VSb N7	953360	596374
		VSb N8	950189	593603
		VSb N9	950175	593528

		VSB N10	955894	599173
			955912	599143
			949758	593253
			954219	596522
			954231	596585
	Herbazal rocoso	Herb19	951922	597097
		Herb_N1	951869	597174
		Herb_N2	951901	597171
		Herb_N3	951890	597161
		Herb_N4	951863	597152
		Herb_N5	951951	597163
		Herb_N6	951978	597147
		Herb_N7	951937	597078
		Herb_N8	951903	597125
		Herb_N9	951932	597123
	Bosque Ripario	aprovech_BR5	953917	601503
		aprovech_BR6	953968	601511
		aprovech_BR7	951764	595141
		BR_N2	951599	595205
		BR_N3	955261	597034
		BR_N1	951711	595141
		BR8	954908	599309
Orobioma Azonal Andino Nudo de los Pastos	Vegetación secundaria baja o en transición	VSB-OMA23	948571	591035
		VSB-OMA4	955829	604748
		VSB-OMA3	954157	603469
		VSB-OMA5	955973	598263
		VSB-OMA10	954997	600804
		VSB-OMA11	955071	600929
		VSB-OMA13	956251	599845
		VSB-OMA14	956134	599897
		VSB-OMA15	947105	589645
		VSB-OMA16	956713	598582
		VSB-OMA17	956667	598931
		VSB-OMA12	955260	601608
		VSB-OMA18	955906	599729

			VSb-OMA6	956125	600400
			VSb-OMA7	955395	600205
			VSb-OMA8	955043	600527
			VSb-OMA9	947151	589662
		Herbazal abierto rocoso	Herb1	949030	591543
			Herb2	949049	591564
			Herb3	949061	591549
			Herb4	949053	591522
			Herb5	949040	591494
			Herb6	949029	591469
			Herb7	949107	591571
			Herb8	949119	591593
			Herb9	949145	591598
			Herb10	949143	591571
			Herb11	949126	591561
			Herb12	949136	591532
			Herb13	949147	591475
			Herb14	949156	591436
			Herb15	949151	591401
			Herb16	949172	591376
			Herb17	949155	591351
			Herb18	949191	591353
			Herb20	949189	591304
		Vegetación secundaria alta	Aprovech_VSA-OmA1	955490	600327
			Aprovech_VSA-OmA2	955479	600323
			Aprovech_VSA-OmA3	955461	600301
			Aprovech_VSA-OmA4	955443	600310
			Aprovech_VSA-OmA5	955394	600308
		Bosque de Galería y/o Ripario	aprovech_BR3	955165	600760
			BR2	954446	603176
			BR4	954353	603059
			BR5	956767	598731
			BR6	955875	599490
			BR1	955120	600556
			BR3	954413	602583

Hidrobioma Nudo de los Pastos	Vegetación Secundaria Alta	VSA_N8	948062	590484
		VSA_N7	948185	590526
		VSA_N9	948152	590516
		VSA_N1	956494	600501
		VSA_N2	956482	600537
		VSA_N6	956664	600071
		VSA_N3	956555	600410
		VSA_N4	956642	600295
		VSA_N5	956562	600138
	Vegetación secundaria o en transición	VSBN-15	948269	591153
		VSBN-16	948305	591135
		VSBN-17	948313	591107
		VSBN-18	955261	604035
		VSBN-19	955207	604183
		VSBN-20	955298	604335
		VSBN-21	955359	604519
		VSBN-22	955390	604596
		VSBN-23	955316	604398
		VSBN-24	955440	604648
Orobioma Azonal Andino Patía	Vegetación secundaria alta	VSA_N15	955564	605028
		VSA_N17	955119	604654
		VSA_N19	955065	603584
		VSA_N20	955068	604575
		VSA_N21	955391	604999
		VSA_N18	953960	604880
		VSA_N16	955582	605226
	Vegetación secundaria o en transición	VSBN-38	954659	604127
		VSBN-39	954655	604066
		VSBN-40	954730	604045
		VSBN-41	954836	604148
		VSBN-42	954694	603936
		VSBN-43	954819	603995
		VSBN-44	954774	603920
		VSBN-45	954687	605166
		VSBN-46	956450	605421

Hidrobioma Patia		VSb N- 47	956369	605323
		VSb N-48	956179	605256
		VSb N-49	954777	605047
		VSb N-50	954846	605072
	Vegetación secundaria Alta	VSA_N13	954146	605199
		VSA_N11	955463	604961
		VSA_N10	955400	604972
		VSA_N14	953890	605083
	Vegetación secundaria baja o en Transición	VSA_N12	955481	604938
		VSb-omA1	955238	604906
		VSb-omA2	955269	604910
		VSb_N25	955051	604952
		VSb_N26	955085	604907
		VSb_N27	955121	604909
		VSb_N28	955208	604946
		VSb_N29	956919	605766
		VSb_N30	956935	605830
		VSb_N31	956939	605895
		VSb_N32	956964	605960
		VSb_N33	956945	605867
		VSb_N34	957191	606502
		VSb_N35	957157	606647
		VSb_N36	957162	606792
		VSb_N37	954855	605059
Orobioma Azonal Subandino Patia	Vegetación secundaria alta	100%	956746	605861
	Vegetación secundaria baja o en transición	VSb_N51	956931	606061
		VSb_N52	956954	606073
		VSb_N53	956955	606039
		VSb_N54	956879	606178
		VSb_N55	956898	606166
		VSb_N56	956875	606159
		VSb_N57	956881	606141
		VSb_N58	956890	606126
		VSb_N59	956912	606129
		VSb_N60	956934	606129

y en el Mapa Coberturas de la tierra se presenta la ubicación de las unidades de muestreo forestal establecidas en cada una de los biomas y las coberturas vegetales.			VS_B_N61	956742	605508
			VS_B_N62	956764	605448
			VS_B_N63	956753	605359
			VS_B_N64	956371	604950
			VS_B_N65	956337	604957
			VS_B_N66	956271	604972
			VS_B_N67	956191	604987
			VS_B_N68	956145	604994

Tabla 2.23 Localización de las unidades de muestreo forestal en el área de influencia

BIOMA	COBERTURA	NOMBRE	COOR_ESTE	COOR_NORTE
Orobioma Andino Nudo de los Pastos	Vegetación secundaria alta	VSA-OaA1	951889	595282
		VSA-OaA2	951473	594964
		VSA-OaA3	951250	594916
		VSA-OaA4	952470	596301
		VSA-OaA5	952292	595975
		VSA-OaA6	952100	596241
		Aprovech_VSA-OaA4	952428	595998
		Aprovech_VSA-OaA6	952149	596262
	Bosque denso altoandino	BD1	951992	596318
		BD2	952551	596876
		BD3	952543	596826
		BD4	952675	596988
		BD5	951669	596946
		BD6	951754	595931
	Vegetación secundaria baja o en transición	VSB OaA1	951401	594719
		VSB OaA2	951366	594674
		VSB OaA3	951368	594638
		VSB OaA4	951894	597102
		VSB OaA5	951904	597048
		VSB OaA6	952034	597061
		VSB OmA19	954881	597148
		VSB OmA20	955067	597178
		VSB OmA21	955031	597189
		VSB OmA22	954856	597287
		VSB N0	955524	599447
		VSB N1	954929	597353
		VSB N2	954964	597301
		VSB N3	954906	597167
		VSB N4	954793	597068
		VSB N5	955732	599486
		VSB N6	953321	596327
		VSB N7	953360	596374
		VSB N8	950189	593603
		VSB N9	950175	593528

			VSb N10	955894	599173
			VSb N11	955912	599143
			VSb N12	949758	593253
			VSb N13	954219	596522
			VSb N14	954231	596585
		Herbazal rocoso	Herb19	951922	597097
			Herb_N1	951869	597174
			Herb_N2	951901	597171
			Herb_N3	951890	597161
			Herb_N4	951863	597152
			Herb_N5	951951	597163
			Herb_N6	951978	597147
			Herb_N7	951937	597078
			Herb_N8	951903	597125
			Herb_N9	951932	597123
		Bosque Ripario	aprovech_BR5	953917	601503
			aprovech_BR6	953968	601511
			aprovech_BR7	951764	595141
			BR_N2	951599	595205
			BR_N3	955261	597034
			BR_N1	951711	595141
			BR8	954908	599309
	Orobioma Azonal Andino Nudo de los Pastos	Vegetación secundaria baja o en transición	VSb-OMA23	948571	591035
			VSb-OMA4	955829	604748
			VSb-OMA3	954157	603469
			VSb-OMA5	955973	598263
			VSb-OMA10	954997	600804
			VSb-OMA11	955071	600929
			VSb-OMA13	956251	599845
			VSb-OMA14	956134	599897
			VSb-OMA15	947105	589645
			VSb-OMA16	956713	598582
			VSb-OMA17	956667	598931
			VSb-OMA12	955260	601608
			VSb-OMA18	955906	599729

			VSb-OMA6	956125	600400
			VSb-OMA7	955395	600205
			VSb-OMA8	955043	600527
			VSb-OMA9	947151	589662
		Herbazal abierto rocoso	Herb1	949030	591543
			Herb2	949049	591564
			Herb3	949061	591549
			Herb4	949053	591522
			Herb5	949040	591494
			Herb6	949029	591469
			Herb7	949107	591571
			Herb8	949119	591593
			Herb9	949145	591598
			Herb10	949143	591571
			Herb11	949126	591561
			Herb12	949136	591532
			Herb13	949147	591475
			Herb14	949156	591436
			Herb15	949151	591401
			Herb16	949172	591376
			Herb17	949155	591351
			Herb18	949191	591353
			Herb20	949189	591304
		Vegetación secundaria alta	Aprovech_VSA-OmA1	955490	600327
			Aprovech_VSA-OmA2	955479	600323
			Aprovech_VSA-OmA3	955461	600301
			Aprovech_VSA-OmA4	955443	600310
			Aprovech_VSA-OmA5	955394	600308
		Bosque de Galería y/o Ripario	aprovech_BR3	955165	600760
			BR2	954446	603176
			BR4	954353	603059
			BR5	956767	598731
			BR6	955875	599490
			BR1	955120	600556
			BR3	954413	602583

Hidrobioma Nudo de los Pastos	Vegetación Secundaria Alta	VSA_N8	948062	590484
		VSA_N7	948185	590526
		VSA_N9	948152	590516
		VSA_N1	956494	600501
		VSA_N2	956482	600537
		VSA_N6	956664	600071
		VSA_N3	956555	600410
		VSA_N4	956642	600295
		VSA_N5	956562	600138
	Vegetación secundaria o en transición	VSBN-15	948269	591153
		VSBN-16	948305	591135
		VSBN-17	948313	591107
		VSBN-18	955261	604035
		VSBN-19	955207	604183
		VSBN-20	955298	604335
		VSBN-21	955359	604519
		VSBN-22	955390	604596
		VSBN-23	955316	604398
		VSBN-24	955440	604648
Orobioma Azonal Andino Patía	Vegetación secundaria alta	VSA_N15	955564	605028
		VSA_N17	955119	604654
		VSA_N19	955065	603584
		VSA_N20	955068	604575
		VSA_N21	955391	604999
		VSA_N18	953960	604880
		VSA_N16	955582	605226
	Vegetación secundaria o en transición	VSBN-38	954659	604127
		VSBN-39	954655	604066
		VSBN-40	954730	604045
		VSBN-41	954836	604148
		VSBN-42	954694	603936
		VSBN-43	954819	603995
		VSBN-44	954774	603920
		VSBN-45	954687	605166
		VSBN-46	956450	605421

		VSb N- 47	956369	605323
		VSb N-48	956179	605256
		VSb N-49	954777	605047
		VSb N-50	954846	605072
Hidrobioma Patia	Vegetación secundaria Alta	VSA_N13	954146	605199
		VSA_N11	955463	604961
		VSA_N10	955400	604972
		VSA_N14	953890	605083
		VSA_N12	955481	604938
	Vegetación secundaria baja o en Transición	VSb-omA1	955238	604906
		VSb-omA2	955269	604910
		VSb_N25	955051	604952
		VSb_N26	955085	604907
		VSb_N27	955121	604909
		VSb_N28	955208	604946
		VSb_N29	956919	605766
		VSb_N30	956935	605830
		VSb_N31	956939	605895
		VSb_N32	956964	605960
		VSb_N33	956945	605867
		VSb_N34	957191	606502
		VSb_N35	957157	606647
		VSb_N36	957162	606792
		VSb_N37	954855	605059
Orobioma Azonal Subandino Patia	Vegetación secundaria alta	100%	956746	605861
	Vegetación secundaria baja o en transición	VSb_N51	956931	606061
		VSb_N52	956954	606073
		VSb_N53	956955	606039
		VSb_N54	956879	606178
		VSb_N55	956898	606166
		VSb_N56	956875	606159
		VSb_N57	956881	606141
		VSb_N58	956890	606126
		VSb_N59	956912	606129
		VSb_N60	956934	606129

Fuente: Consorcio SH, 2018. ○ Registro de la información en campo. Para cada una de las parcelas se diligenció un			VSB_N61	956742	605508
			VSB_N62	956764	605448
			VSB_N63	956753	605359
			VSB_N64	956371	604950
			VSB_N65	956337	604957
			VSB_N66	956271	604972
			VSB_N67	956191	604987
			VSB_N68	956145	604994

formulario de campo, donde se registró la información general del sitio muestreado (cobertura, localización, coordenadas planas, e información del individuo forestal).

El inventario forestal para caracterización de coberturas vegetales naturales de forma general consistió, en la identificación de cada individuo, marcación consecutiva (para fustales) y la toma de sus respectivos datos: nombre común, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y altura comercial. De acuerdo con las características propias de cada cobertura se presentaron ciertas modificaciones a la metodología general del inventario; es así como para la cobertura de herbazal abierto rocoso no se realizó ningún tipo de marcaje ni enumeración de los individuos en campo, en vez de ello se realizó la georreferenciación. La información se recolectó en formatos de campo (análogamente), posteriormente se procesó en oficina.

La identificación de especies florísticas se realizó, de acuerdo con el Sistema de clasificación APG III⁷, y con base en las observaciones in situ de hojas, tallo, flores y frutos y el soporte de claves taxonómicas y manuales de flora de la zona de estudio o similar, para aquellas especies que no se logró determinar directamente, se realizó la colección de material vegetal preferiblemente fértil y se envió a especialista botánico (Ver **Fotografía 2.11**).

Fotografía 2.11 Muestreo de coberturas vegetales en el área del Proyecto.



⁷ Haston, E., J. E. Richardson, P. E. Stevens, M. W. Chase & D. J. Harris. 2009. *The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG (III)*. Bot. Journ. Linn. Soc. Lond. 161: 128-131.



- **Post – Campo.**
- **Determinación error de muestreo y análisis estadístico descriptivo.**
- **Representatividad del muestreo.**

El inventario forestal se realizó con una probabilidad de un 95% y un error de muestreo menor al 15% por unidad de cobertura. El objetivo de calcular el error de muestreo es definir un tamaño del muestreo óptimo para cada cobertura vegetal de acuerdo con la heterogeneidad que presente su biomasa, área basal o volumen de madera, y así con base en ello poder brindar valores aproximados y menos sesgados del volumen de madera a remover por hectárea en cada cobertura en caso de que se requiera. De esta forma también es una premisa lógica que en el cálculo de este error de muestreo se utilicen variables medidas para cada uno de los individuos de la población y con una superficie (m²) de muestreo conocida.

El parámetro utilizado para medir la precisión del muestreo en las coberturas arbóreas (bosque de galería, bosque altoandino y vegetación secundaria alta) fue el volumen total. En el caso de las coberturas arbóreas se utilizó únicamente el valor de volumen de los fustales. El estadístico utilizado fue la distribución de *T de student* (probabilidad del 95% y grados de libertad (n-1) de acuerdo con el número de unidades de muestreo en cada cobertura).

Teniendo las medias de volumen (X) y área basal respectivas por cada cobertura, se calculó la desviación estándar (DE), el coeficiente de variación (CV), el error de muestreo (EM) y el número de parcelas (n) necesario para cumplir con un error < 15%. De acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DE = \sqrt{\frac{\text{Suma } X^2 - \frac{(\text{Suma } X)^2}{N}}{n-1}}$$

$$CV \% = (DE / X) \times 100 \%$$

$$EM \% = (t \times CV) / \sqrt{n}$$

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Sacyt Desafíos cumplidos Consorcio SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	--	--	---

$$n = (CV \% \times t^2) / EM\%^2 :$$

Los anteriores parámetros por calcular corresponden a los calculados para las coberturas de bosque ripario, bosque alto andino y vegetación secundaria alta.

– Curvas de acumulación.

En el caso de la cobertura de herbazal abierto rocoso y vegetación secundaria baja debido a que no fue posible medir una variable por cada individuo muestreado como lo fue en las coberturas expuestas anteriormente se decidió medir la representatividad de este muestreo mediante una curva de acumulación de especies.

En este caso debido a que únicamente se contó con el dato de presencia-ausencia de cada especie por unidad de muestreo o parcela, se utilizó el estimador **Jackknife1** (**Sjack1**) y **Bootstrap** (**Sboot**) que se basan en la presencia de especies raras para proyectar un total de especies esperadas.

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

$$\hat{S}_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1 - p_k)^m$$

Dónde:

S_{obs} = número de especies observadas

m = número de parcelas o unidades de muestreo

Q_1 = número de especies únicas “*uniques*” (solo aparecen en una muestra)

p_k = proporción de unidades de muestro que contienen la especie k .

Para estimar la riqueza en vegetación secundaria baja se calcularon los índices **Chao 1**, **ACE** y **Cole**, estimadores que se utilizan cuando se obtiene abundancia, de los cuales CHAO1 es el más riguroso (Villareal *et al.*, 2004).

Para la cobertura de herbazales se tienen datos de presencia-ausencia, motivo por el cual se usaron métodos no paramétricos, calculando los siguientes estimadores:

CHAO 2: estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Jackknife (Jack 1 y 2): Estima el número de especies esperadas, considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

Bootstrap: Estima la riqueza de especies partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie. (Villareal *et al.*, 2004).

Para evaluar la representatividad del muestreo se cálculo el **índice de completitud (IC)** (Colín *et al.* 2016) que es la relación entre las especies observadas y las especies estimadas:

$$IC = S(obs)/S(est)$$

- **Composición florística y Análisis estructural de coberturas con estratos arbóreos (fustal, latizal, brinzal).**

- **Estructura horizontal.**

- **Abundancia de la especie.**

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Para el inventario forestal se realizó el cálculo de la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y el de abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

$$Aa = \text{Número Individuos por especie}$$

$$Ar = \frac{\text{Número de Individuos por especie} \times 100}{\text{Número de individuos en el área}}$$

- **Frecuencia de la especie.**

Permite establecer el número de parcelas en que aparece una especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o la existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

$$Fa = \frac{\text{Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie} \times 100}{\text{Número total de unidades de muestreo}}$$

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie} \times 100}{\text{Suma total de frecuencias absolutas}}$$

- **Dominancia de la especie.**

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo, para tal efecto se utilizan las áreas basales, por la correlación lineal entre el diámetro de la copa y el fuste.

$$\text{Área basal } AB = \sum (\pi/4 \times D^2) \quad \text{Dónde: D = DAP.}$$

$$Dr = \frac{\text{Área basal total para una especie} \times 100}{\text{Área basal de todas las especies}}$$

- **Índice de valor de importancia (IVI) de la especie.**

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

El IVI se calcula para cada especie a partir de la suma de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, la frecuencia y la dominancia relativa. El valor máximo del IVI es 300, sus resultados permiten comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

○ Estructura diamétrica.

Para determinarla se calculan las clases diamétricas cada 10 cm, empezando con la Clase I de 10 a 19.9 cm y así sucesivamente de acuerdo con la composición del bosque y los diámetros de los individuos encontrados. Dentro de cada clase diamétrica se calcula el número de individuos que concentra y se realiza la gráfica de la abundancia total por cada clase.

○ Cálculo de volumen.

El volumen total para los individuos de porte fustal se calcula a partir del área basal, la altura total y un factor mórfico (FM) de 0,70 de acuerdo con la forma del cilindro, la fórmula es la siguiente:

$$Vt = 0,7854 \times (DAP)^2 \times HT \times FM$$

Dónde:

0,7854 (Pi/4) es constante,

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros.

HT: Altura total en metros.

FM: Factor Mórfico (0,70). Se decidió usar un factor forma de 0,7 debido a que es el estandarizado para especies tropicales y latifoliadas, estas con un tipo dendrométrico del fuste principalmente cilíndrico (Dávila 2012)⁸.

Con base en el volumen total por especie, se calcula el volumen por clase diamétrica.

Para calcular la altura comercial se hace uso de la misma fórmula matemática, pero en cambio de la altura total (HT) se usa la altura comercial (HC). En este estudio la altura comercial de los individuos se consideró como la altura máxima que pueda tener cualquier tipo de uso maderable, lo cual generalmente coincide con la altura de la copa debido a que no hay restricciones de calidad y forma para el aprovechamiento de la madera.

● Estructura vertical.

Según Mateucci & Colma (1982), la estructura vertical permite evaluar el comportamiento de los árboles como individuos y especies en la superficie del suelo, se realiza a partir de la altura, diferenciando cada uno de los estratos, mediante métodos cualitativos (diagramas de perfil).

⁸ Dávila, D.E., Alvis, J.F., & Ospina, R. (2012). Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Herr. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos. Colombia Forestal, 15(2), 207-214.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

○ Clases de altura.

Se determinó la estructura de la población estableciendo intervalos de clase de altura siguiendo la metodología propuesta por Sturges (1926)⁹ y distribuyendo las diferentes alturas de cada individuo fustal de la cobertura.

○ Estratificación arbórea y subarbórea.

La estratificación vertical de las especies fustales se establecerá a partir de los estratos propuestos por Rangel y Lozano en 1986¹⁰ de la siguiente manera:

Estrato Herbáceo: con DAP < 0.8,

Estrato Arbustivo: plantas leñosas con alturas entre 1.5 y 4.9 m de altura,

Estrato Sub Arbóreo: plantas leñosas con alturas entre 5 y 11.9 m de altura

Estrato Arbóreo Inferior: Plantas leñosas con alturas entre 12 y 24.9 m de altura.

Estrato Arbóreo superior (As) >25 m

○ Perfiles de vegetación.

El perfil de la vegetación es el esquema de una franja de bosque en el que se ilustran el número de estratos, su altura y cobertura. Para la elaboración de los mismos se selecciona una parcela por unidad de cobertura inventariada en campo, y se utilizan los datos levantados de especies, altura total, altura copa, DAP y distancias copa y georreferenciación, obteniéndose de tal manera los perfiles de vegetación para cada una de las coberturas.

● Índices de diversidad.

Con el fin de evaluar la riqueza o número de poblaciones de especies diferentes de individuos que conforman el ecosistema forestal, se calcularon los índices de riqueza específica alfa es decir la riqueza de especies de un grupo o Comunidad (Magurran, 2007). La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la Comunidad (Moreno, 2001).

● Índice de diversidad de Margalef.

Este transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general producto de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef. R, 1995).

$$D_{mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

⁹ Sturges, H. 1926. *The choice of class interval*. *Journal of the American statistical association*. 21: 65-66.

¹⁰ Rangel –Ch & Velásquez A. (1997) Métodos de estudio de la vegetación, Colombia Diversidad Biótica II. Universidad Nacional de Colombia. Santa fe de Bogotá.

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Índices de equidad

Índice de Shannon-Wiener.

Este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (zonas desérticas).

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

○ **Índice de dominancia de Simpson.**

Este índice expresa si existen taxones o especies que estén dominando en la muestra. El intervalo va de 0 (todas las especies están igualmente presentes) a 1 (una especie domina la Comunidad completamente).

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i.

● **Regeneración natural.**

Se utiliza el IRN (índice de regeneración natural) propuesto por Finol (1971)¹¹, este índice fue calculado a partir de los parámetros fitosociológicos de la regeneración, como lo indica la siguiente fórmula:

$$IRN = (AB\% \cdot Fr\% \cdot Ctr\%)$$

Dónde:

AB%= Abundancia relativa.

FR%= Frecuencia relativa.

Ctr%= Categoría de tamaño relativa.

● **Especies en veda, endémicas, amenazadas o en peligro crítico, con valor comercial, científico y cultural.**

Para la verificación de las especies amenazadas se consultó la Lista de Especies en Libros Rojos de Colombia, la página de Red List de la UICN, la base de datos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES, MADS con Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017.

¹¹ Finol, H. 1971. *New parameters for the structural analysis of tropical virgin forests*. Silva Gandavensis no. 26.

Las categorías se presentan por convención internacional, a manera de código, en el cual las dos letras indican la categoría, siendo así: CR – En Peligro Crítico, EN – En Peligro, VU – Vulnerable, NT – Casi Amenazado, LC – Preocupación Menor, DD – Datos Insuficientes y NE – No Evaluado. A continuación, se presenta en la **Tabla 2.24** la definición de cada categoría según la UICN.

Tabla 2.24 Categorías de clasificación utilizadas por la UICN.

CATEGORÍA	EXPLICACIÓN
Extinto (EX)	Un taxón está <i>Extinto</i> cuando no queda duda alguna que el último individuo ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.
Extinto en estado silvestre (EW)	Un taxón está <i>Extinto en estado silvestre</i> cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está <i>Extinto en estado silvestre</i> cuando exploraciones de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.
Críticamente amenazado (CR)	Un taxón está <i>En peligro crítico</i> cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios establecidos. Por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
En peligro (EN)	Un taxón está <i>En peligro</i> cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios establecidos. Por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
Vulnerable (VU)	Un taxón está en la categoría de <i>Vulnerable</i> cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios establecidos. Por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Casi amenazado (NT)	Un taxón está en la categoría de <i>Casi amenazado</i> , cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para <i>En peligro crítico</i> , <i>En peligro</i> o <i>Vulnerable</i> , pero está cercano a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano.
Preocupación menor (LC)	Un taxón está en la categoría de <i>Preocupación menor</i> cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías <i>En peligro crítico</i> , <i>En peligro</i> , <i>Vulnerable</i> o <i>Casi amenazado</i> . Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.
Datos insuficientes (DD)	Un taxón pertenece a la categoría <i>Datos insuficientes</i> cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos insuficientes no es por tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada. Es importante hacer un uso efectivo de cualquier información disponible. En muchos casos habrá que tener mucho cuidado en elegir entre datos insuficientes y una condición de amenaza. Si se sospecha que la distribución de un taxón está relativamente circunscrita si ha transcurrido un período considerable de tiempo desde el último registro del taxón, entonces la condición de amenazado puede estar bien justificada.
No evaluado (NE)	Un taxón se considera <i>No evaluado</i> cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

Fuente: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna silvestre y Flora Silvestres (Cites), tiene tres categorías denominadas Apéndices I, II y III que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección para la explotación indebida. El Apéndice I incluye aquellas especies con mayor amenaza o que estén en peligro de extinción, el Apéndice II agrupa las especies que, pese a no estar en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo de no establecerse una regulación sobre su comercio y el Apéndice III donde se encuentran las especies incluidas por solicitud de alguno de los países miembros de la convención con el objetivo primordial de evitar la explotación intensiva.

2.3.2.1.2 Caracterización de flora epífita, rupícola y facultativa terrestre.

El trabajo de caracterización de la flora vascular y no vascular de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre presentó tres fases: una fase de pre-campo, la cual se basó en la revisión de información secundaria del área del proyecto y elaboración de la metodología de campo, una fase de campo, donde se desarrollaron los muestreos propuestos y una de post-campo, en la cual se incluyeron el trabajo en herbario y el procesamiento de la información, junto con la elaboración del documento de caracterización de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre presente en las coberturas muestreadas en el Área del proyecto Vial.

- **Pre – campo.**
 - **Diseño de muestreo y tamaño de la muestra.**

El diseño muestral y el tamaño de la muestra propuesto y desarrollado se estableció a nivel de las coberturas con presencia de árboles y arbustos presentes en el área del proyecto. Las coberturas con presencia de vegetación arbórea y/o arbustiva caracterizadas correspondieron a 13; teniendo en cuenta dichas coberturas del área del proyecto para la realización de la caracterización de la flora vascular y no vascular de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre, se establecieron parcelas de 100 x 10 m., aplicando la metodología RRED (Grasstein *et. al*, 2003), teniendo en cuenta una relación de cinco (5) a ocho (8) árboles por parcela para las plantas no vasculares de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre de los grupos taxonómicos Briofitos y Líquenes y para las plantas vasculares de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre de la familia Bromeliaceae, Orchidaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, entre otras familias de hábito epífita, siempre y cuando en la parcela de la cobertura se contará con la presencia de este número de árboles y/o arbustos (Figura 2.3 y Tabla 2.25).

Autores como Zotz & Badel (2011) observaron que en una parcela de 0,1 hectáreas, el tamaño de la muestra era suficiente para obtener una descripción representativa de la comunidad de epífitas vasculares, con alrededor de 6 a 8 árboles de DAP preferiblemente mayor a 10 cm; en el caso de los briofitos debido a la alta densidad de estas especies el área mínima de muestreo es relativamente pequeña, en la cual entre cuatro (4) y cinco (5) árboles pueden abarcar la mayoría de las especies de la flora local. La relación de número de parcelas y forófitos para definir el tamaño de la muestra se empleó hasta llegar a la relación de ocho (8) árboles forófitos caracterizados por cada hectárea de cobertura a intervenir. Además, se tuvo en cuenta la estabilización de las Curvas de Acumulación de Especies, las cuales incluyeron estimadores matemáticos propuestos por autores como Villarreal *et. al*, (2006), ampliamente utilizados, como lo son el estimador ACE, basado en datos de abundancia y empleado para estimar el esfuerzo de muestreo con relación a las epífitas vasculares y Bootstrap, basado en datos de Presencia- Ausencia (Frecuencia), empleado para las epífitas no vasculares; Cabe aclarar que debido a la alta intervención que ha tenido el área de estudio por la ampliación

de la frontera agropecuaria, la disponibilidad de cobertura arbórea es muy baja, lo cual limita la selección de forófitos para el muestreo de la flora epífita.

- **Definición de sitios de muestreo.**

Previo a la salida de campo, se efectuó una definición preliminar de las unidades de coberturas con presencia de vegetación arbórea y/o arbustivas presentes en el Área del proyecto, con base en la cartografía de la zona disponible, estableciendo un número de parcelas significativo para la caracterización de la flora epífita, bajo los parámetros de la metodología REDD (Gradstein *et. al.*, 2003) y teniendo en cuenta que cuatro (4) coberturas son naturales y nueve (9) coberturas no naturales, lo cual está directamente relacionado con la disponibilidad de vegetación arbórea y/o arbustiva que albergue la flora epífita.

Los sitios de muestreo se definieron de acuerdo con la ubicación de las coberturas vegetales presentes en el Área de intervención del Proyecto vial (Ver **Anexo 10. Epifitas - 4. Cartografía**), de manera que en las 13 coberturas se proyectaron el número de parcelas a muestrear (**Tabla 2.25**); una vez se estuvo en campo, en dichas parcelas se colectó una muestra de cada uno de los forófitos seleccionados, con el fin de obtener su determinación en herbario, para realizar posteriormente un análisis de preferencia de forófitos, ya que la identidad de forófito ha demostrado que influye en el establecimiento y crecimiento de especies epífitas en estos y debe ser tenida en cuenta en el momento de proponer alternativas de manejo de estas especies vitales en las coberturas (Laube & Zotz, 2006).

Se establecieron un total de 616 parcelas con un tamaño de 100 x 10 m, distribuidas de acuerdo al área del proyecto en cada una de las 13 coberturas con vegetación arbórea o arbustiva presentes (Ver **Anexo 10. Epifitas - 4. Cartografía**), buscando la representatividad de los ocho (8) árboles forófitos caracterizados por hectárea propuestos en la metodología RRED (Gradstein *et. al.*, 2003; Zotz & Bader, 2011) y respaldados por una metodología confiable para la estimación del esfuerzo muestral, como lo son las Curvas de Acumulación de especies (**Tabla 2.25 y Figura 2.3**), para realizar el muestreo de epífitas vasculares y no vasculares, datos suficientemente robustos para ejecutar análisis de biodiversidad, tal como lo exponen Gradstein *et. al.*, (1996), Gradstein *et. al.*, (2003) y Wolf *et. al.*, (2009).

Tabla 2.25 Número de parcelas y forófitos por cobertura vegetal caracterizados en las áreas de intervención.

COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA DE INTERVENCIÓN (ha)	# DE PARCELAS REALIZADAS
Bosque denso altoandino	0,30	5
Bosque ripario	8,20	50
Explotación de Materiales de construcción	2,53	2
Herbazal abierto rocoso	0	1
Mosaico de cultivos	4,62	6
Mosaico de pastos y cultivos	484,24	391
Pastos limpios	12,64	12
Plantación forestal	25,22	27
Red vial y terrenos asociados	7,68	1
Tejido urbano continuo	3,11	4
Tejido urbano discontinuo	20,85	11
Vegetación secundaria alta	26,61	31
Vegetación secundaria baja	45,30	65
Ríos	0,99	0
TOTAL	642,28	606

Fuente: Consorcio SH., 2017.

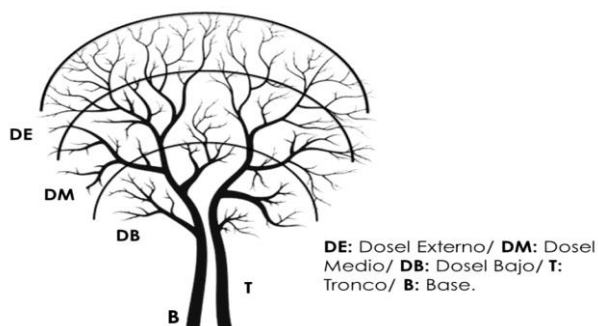
		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	Versión 1 – agosto de 2018.	

- **Caracterización de la flora epífita.**
- **Muestreo de epífitas vasculares.**

Entre las medidas más usadas para cuantificar la abundancia de las especies de epífitas vasculares se encuentra el conteo del número de individuos presentes en el forófito (Sugden & Robins, 1979; Gentry & Dodson, 1987; Zimmerman & Olmsted, 1992); cuando fue posible se cuantificó el número de individuos por especie, pero en árboles con crecimientos profusos de epífitas, se consideró como mejor opción el conteo del número de colonias o manchones de cada una de las especies (Wolf et. al, 2009 y Gradstein et. al, 1996).

Las categorías de abundancia para los cinco estratos verticales propuestos por Johansson (1974) (Figura 2.5), fueron determinadas por la frecuencia y abundancia de todas las epífitas registradas, analizada en el plano vertical (estrato de los forófitos) y horizontal (entre coberturas); para el registro y colecta de muestras en los estratos de dosel medio y alto, se contó con la ayuda de un cortarramas, el cual permitió acceder a estos estratos superiores, colectando los individuos de epífitas vasculares y cortando pequeños fragmentos de ramas del dosel y una vez estos se encontraban en el suelo se procedía a la colecta del fragmento de corteza para la determinación de las epífitas no vasculares.

Figura 2.5 Estratificación del forófito para muestreo de epífitas vasculares y no vasculares.



Fuente: Adaptado de Johansson (1974); Gradstein et. al, (1996) y Gradstein et. al, (2003).

- **Muestreo de epífitas no vasculares.**
- **Briofitos y líquenes cortícolas.**

La mayoría de los briofitos de áreas tropicales son epífitas cortícolas, habitando la corteza de árboles, lianas, arbustos, arbolitos, entre otros. Por su parte, gran parte de los líquenes cortícolas de los Bosques Tropicales son líquenes costrosos, que forman una capa delgada sobre la corteza o incluso ocurren dentro de las células de la corteza periférica. Estos se colectaron desprendiendo un trozo de corteza con un objeto cortopunzante. El método de colecta para los líquenes más conspicuos y mejor conocidos, los cuales son los foliosos y filamentosos, fue desprenderlos manualmente, debido a que estaban ligeramente adheridos al sustrato.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

- **Caracterización de la flora vascular y no vascular de hábito facultativo terrestre.**

En el interior de las 616 parcelas propuestas en el ítem Definición de sitios de muestreo y selección de forófitos, se realizaron caminatas en zig-zag, en donde en caso de encontrarse especies vasculares con hábito facultativo terrestre, se registraron y contaron sus individuos, según lo propuesto por Cetzal-Ix et al. (2013). Para aquellas especies no vasculares con hábitos terrestres, en caso de registrarse en las parcelas, se establecía por sustrato terrestre con un área igual o mayor a 500 cm² mínimo una (1) y máximo cuatro (4) plantillas de acetato transparentes de 20 x 20 cm (modificado de Iwatsuki, 1960), para la cuantificación de la cobertura en cm² de estas especies no vasculares con hábito terrestre.

- **Recolección y preservación.**

Para la recolección y preservación de las muestras de la flora vasculares, no vasculares de hábito de crecimiento epífita, rupícola y facultativo terrestres, así como los forófitos, se utilizaron los métodos básicos de toma de muestras (Herbario UDBC, 2008), amparados bajo el permiso de Colecta con Resolución N° 0343 del 25 de marzo de 2015, otorgado a SERVICIOS GEOLÓGICOS INTEGRADOS LTDA. – SGI. LTDA. **(Anexo 1. Comunicados - Permiso Colecta).**

Para la recolección y preservación de las muestras de especies vasculares de hábito epífita, rupícola y terrestre se utilizaron los métodos básicos de toma de muestras (Herbario UDBC, 2008), colectando con ayuda de desjarretadoras botánicas en el caso de las especies de hábito epífita en los estratos del forófito correspondientes al dosel y por colecta directa sobre sustratos rupícolas y terrestres, una a dos muestras por especie registrada. Posteriormente, se realizó el prensado empleando papel periódico y humedeciendo las muestras con alcohol para empacarlas en bolsas cerradas en el menor tiempo posible y de esta manera garantizar su calidad, lo cual es indispensable para el posterior trabajo de determinación en Herbario por parte de los especialistas en la taxonomía de estas plantas vasculares en veda.

En cuanto a las especies no vasculares de hábito epífita, rupícola y terrestre su colecta se efectuó con ayuda de una lupa, con la cual se realizó una separación por morfoespecies de los ejemplares registrados, asignándoles un código de colecta con base a morfoespecies y de esta forma se evitó repetir la colecta de muestras de la misma especie. Para la extracción de las muestras de las especies del sustrato (es decir, corteza en el caso de las especies no vasculares con hábito epífita, rocas para las rupícolas y directamente sobre el suelo en el caso de las terrestres) se utilizó un objeto cortante, que permitió extraer los cilios para el caso de los líquenes y las hepáticas talosas y los rizoides en los briofitos, de gran importancia para su posterior determinación en Herbario por parte de los especialistas en la taxonomía de estas plantas no vasculares en veda.

La preservación de las muestras de las especies no vasculares de hábito epífita, rupícola y terrestre se realizó mediante el empaquetado de estas en bolsas de papel kraft; el proceso de secado se efectuó por exposición al aire libre, de modo que se mantuvieron abiertas las bolsas de papel el mayor tiempo posible. Las muestras que fueron colectadas en estado fértil, se encontraron en alguna categoría de amenaza o fueron endémicas, entre otros atributos, fueron depositadas en herbarios pertenecientes a la Asociación Colombiana de Herbarios (ACH) y que se encontrarán avalados por el Instituto Alexander Von Humboldt, como el herbario FAUC de la Universidad de Caldas, con el número 28 en el Registro Único Nacional de Colecciones, página donde el Instituto Humboldt referencia todas las colecciones autorizadas en el país (Ver **Anexo 10. Epífitas - 2. Certificados de Herbario**).

Fotografía 2.12 Localización de puntos de muestreo.



Fotografía 2.13 Marcación de forófitos.



Fotografía 2.14 Identificación de morfoespecies.



Fotografía 2.15 Registro de información.



Fotografía 2.16 Marcación en GPS.

Fotografía 2.17 Prensado de material botánico.



Fuente: Consorcio SH.

- **Fase Post – campo.**

- **Determinación taxonómica de muestras botánicas.**

Todas las muestras (morfoespecies) se colectaron en campo para su determinación en herbario; esta labor fue realizada por profesionales especializados en la determinación de las plantas vasculares y no vasculares de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre, con el fin de que fueran determinados los especímenes hasta el nivel de género o especie (teniendo en cuenta el nivel de complejidad de cada grupo y si está claro taxonómicamente). El secado de las muestras botánicas de Bromelias y Orquídeas se realizó en el Herbario de la universidad de Nariño y el ingreso de las muestras en el Herbario CUVIC de la universidad del Valle, en el caso de las especies no vasculares y Forófitos el secado y determinación se realizó en el Herbario FAUC de la Universidad de Caldas, con el número 28 en el Registro Único Nacional de Colecciones, pagina donde el Instituto Humboldt referencia todas las colecciones autorizadas en el país y donde fueron entregados los especímenes del actual estudio; estos Herbarios pertenecientes a la Asociación Colombiana de Herbarios (ACH) y están avalados por el Instituto Alexander Von Humboldt (Ver **Anexo 10. Epifitas - 2. Certificados de herbario**).

- **Análisis de diversidad para la flora epífita, rupícola y terrestres.**

Con la información recolectada en campo y los ejemplares de epifitas determinados hasta el nivel taxonómico de género o especie (en los casos que fue posible hacerlo), se estructuró una base de datos, la cual permitió ordenar las distintas referencias e interpretar los valores de abundancia para las epifitas vasculares y frecuencia para las no vasculares tanto a nivel vertical, es decir, entre estratos del forófito, como en el horizontal, esto es, en las coberturas. A partir de esta información se determinó la composición florística, la distribución, la abundancia y la frecuencia de las epifitas vasculares y no vasculares respectivamente, así como también, estimaciones de porcentajes de cobertura para las no vasculares.

La composición de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, rupícola y facultativo terrestre del Área del proyecto fue definida a partir de los registros de campo, con base en las categorías taxonómicas presentes en las diferentes unidades de vegetación (familia, género y especie). La distribución se estableció teniendo en cuenta dos criterios: presencia de las especies en las diferentes coberturas caracterizadas (distribución horizontal) y la presencia de las mismas en los estratos verticales del forófito (distribución vertical – estratos base, tronco, dosel bajo, dosel medio y dosel externo). Las estimaciones de la diversidad se realizaron en paquetes estadísticos (PAST®, Biodiversity®, Estimates®, entre otros) con los cuales fueron calculados los índices de dominancia de Simpson y de equidad de Shannon, para la diversidad Alfa (α). En cuanto a la estimación de la diversidad beta (β), se usó el índice de Bray-Curtis (**Tabla 2.26**).

Tabla 2.26 Índices de diversidad alfa y beta empleados en el marco de la caracterización de las epifitas vasculares y no vasculares.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD ¹²		
Índice de diversidad de Shannon (H' - Diversidad Alfa)	Es una medida de la diversidad de especies de una población dada (Moreno, 2001).	$H' = -\sum ((P_i / n) \ln(P_i / n))$ Dónde: P_i =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.

¹²Los cálculos de la diversidad alfa (α) se realizarán en el programa PAST 4.0® y los de la diversidad beta (β) en el programa BioDiversity versión 2®. Para la curva de acumulación de especies se utilizará el programa EstimateSWin 9.0®.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD ¹²		
Índice de Simpson (D - Diversidad Alfa)	Calcula la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).	$D = 1 - \sum (P_i)^2$ Rango de interpretación: 0-0,5 Muy alta diversidad o muy baja dominancia >0,5-0,7 Alta diversidad o baja dominancia >0,7-0,8 Diversidad y dominancia media >0,8-0,9 Baja diversidad - alta dominancia >0,9-1 Muy baja diversidad - muy alta dominancia.
Índice de Bray-Curtis (Diversidad Beta)	Compara y analiza las diferentes especies encontradas en las unidades muestrales de las diferentes coberturas para establecer su similitud (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Villarreal et al., 2006).	$B = \frac{\sum_{j=1}^S X_{ij} - X_{ik} }{\sum_{j=1}^S [X_{ij} + X_{ik}]}$ B: medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k.) X_{ij}: número de individuos de la especie i en la muestra j. X_{ik}: número de individuos de la especie i en la muestra k. S: número de especies complemento 1-B Rango de interpretación: 0-0,5: Diferentes 0,5-0,8: Semejantes 0,8-1: Iguales

Fuente: Moreno (2001); Villarreal et. al, (2006); Mostacedo y Fredericksen (2000).

- **Estimación del esfuerzo de muestreo para la flora epífita.**

- **Curva de acumulación.**

La estimación de la representatividad del muestreo se realizó en el programa EstimateS 9.0[®], por medio de una curva de acumulación de especies para cada una de las 13 coberturas con vegetación arbórea y/o arbustiva presentes en el Área del proyecto vial, basada en la relación logarítmica entre el número de especies registradas en cada cobertura –vs- el número de forófitos muestreados para alcanzar esta riqueza, utilizando estimadores de riqueza fundamentados en la presencia-ausencia para epífitas no vasculares y estimadores apoyados en datos de abundancia para las epífitas vasculares. Cuando la curva de acumulación fue asintótica o tendió a la misma, indicó que, aunque se aumentara el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementaría el número de especies, por lo que se tuvo un muestreo representativo. Se utilizaron estimadores basados en la abundancia y en presencia-ausencia, buscando tener un muestreo con una acumulación de especies superior al 80% (Villarreal et. al, 2006).

Las curvas de acumulación de especies, basadas en el número de especies epífitas registradas contra el número de árboles muestreados, proporcionan información sobre el Tamaño Mínimo de la Muestra (TMM) (Gradstein, 1992; Wolf, 1994; Hietz & Wolf, 1996; Shaw & Bergstrom, 1997; Annaselvam & Parthasarathy, 2001; Flores & García, 2001). Estudios recientes indican que el TMM para las epífitas vasculares es relativamente pequeño, alrededor del 80% del número total estimado de especies de epífitas vasculares en una (1) hectárea de bosques montanos bolivianos, se registró mediante el muestreo de ocho árboles y el área de influencia de la copa del mismo (Kromer, 2003).

Aproximadamente la mitad de las especies de epífitas vasculares de una región de 4.000 km² en México, se registró en 0,5 hectáreas de bosque (Hietz & Hietz, 1995) y cerca de 50% de las especies del valle de

Sehuencas, Bolivia, se colecto en menos de 0,1 hectáreas (Ibisch, 1996). Engwald (1999) inventario cerca del 50% de las especies en 0,1 hectáreas de un bosque montano en La Carbonera. El tamaño mínimo de la muestra (TMM) de las briofitas es significativamente menor que el de las plantas vasculares (Gradstein *et. al*, 1996). El muestreo de tres (3) a cinco (5) árboles aportó el 75-80% de la diversidad total de briofitas de una masa forestal tropical (Acebey *et. al*, 2003). El TMM de líquenes, sin embargo, es mayor que el de las briofitas (Sipman, 1996; Komposch & Hafellner, 2000) y puede ser similar a la de epifitas vasculares.

Basándose en la información disponible sobre las relaciones especies-área, Gradstein *et. al*, (2003) proponen muestrear al menos cinco (5) a ocho (8) árboles para un muestreo rápido y representativo de la diversidad de las epifitas vasculares y no vasculares en una (1) hectárea de bosque tropical (análisis RRED, por las siglas en ingles de rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity), metodología que se acogió para estudiar la flora epífita de las coberturas vegetales del área del proyecto.

2.3.2.1.3 Fragmentación.

La fragmentación corresponde a un proceso dinámico a escala de paisaje, en el cual las coberturas van perdiendo área, se reducen a un menor tamaño y aumentan la distancia entre sí, lo que va ocasionando el aislamiento y perdida de continuidad de elementos homogéneos, como por ejemplo un bosque, hasta finalmente llevarlos a una perdida completa de conectividad (Renjifo, 1999). La pérdida de conectividad puede responder a factores, eventos y disturbios sujetos a fenómenos naturales, como inundaciones, deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, aunque en los paisajes remanentes actuales es evidente que la transformación ecológica para la realización de actividades antrópicas ha sido un proceso que ha acelerado estos procesos a nivel ecológico.

De acuerdo con Renjifo (1999), en la fragmentación, sujeta a los procesos de transformación ecosistémica, las actividades antrópicas son reconocidas como factores altamente incidentes sobre el estado de la biodiversidad, ya que implican la reducción abrupta del área de hábitat y de recursos disponibles para la fauna y la flora, propiciando muchas veces procesos de extinción. La fragmentación puede además alterar procesos a escala ecológica, tales como la migración, la floración y fructificación, cuyos cambios implican fuertes efectos sobre la dinámica ecológica de sistemas complejos.

Los procesos de fragmentación por efectos antrópicos ocurren cuando las coberturas naturales son modificadas y remplazadas por nuevos elementos a razón de actividades productivas, industriales o de infraestructura, cuya naturaleza determina el grado de impacto sobre las dinámicas naturales del ecosistema. En este sentido, tanto el gradiente de transformación como las condiciones de la matriz que absorbe los parches, influye en la fragmentación, ya que no es lo mismo que las coberturas estén separadas por una matriz de cultivos de especies frutales a que haya perdido la conectividad por el paso de una autopista o la construcción de una ciudad (Donald & Evans, 2006; Henle *et al.*, 2004).

Por último cabe mencionar que la transformación y fragmentación de ecosistemas conllevan a la modificación y posterior pérdida de hábitat, siendo un motor importante en la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial, que amenaza procesos ecológicos como el intercambio y flujo genético, la dispersión de semillas y el mantenimiento de poblaciones viables entre muchos otros (Fahrig, 2003).

- **Identificación de las coberturas actuales y los procesos de cambio asociados al escenario con proyecto.**

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

Partiendo de la identificación de las coberturas de la tierra naturales en el área de influencia del proyecto, se realiza una comparación con el escenario potencial de afectación (o escenario con proyecto). Con esto se busca realizar una comparación cuantitativa del cambio en la representatividad contrastando el área ocupada por las coberturas naturales en el momento de realización del estudio (para este caso 2017), y la dinámica que están tendrán una vez se ejecute el proyecto, en términos de los procesos de fragmentación y conectividad.

Además de la comparación del área de las coberturas de la tierra identificadas para el periodo evaluado, se establecen los diferentes procesos de cambio que tendrán lugar con ocasión del proyecto, con el fin de establecer los porcentajes de área que permanecerán estables, aquellas áreas que presentarán cambios y a qué proceso corresponderán los mismos.

Los resultados de este análisis se expresan en una figura general de procesos de cambio para el área de influencia del proyecto, acompañada de una matriz de transición en donde se exponen los porcentajes de cambio en las áreas de las coberturas en el intervalo de tiempo analizado, pudiendo inferir a qué razón espaciotemporal podrán los cambios en el paisaje.

- **Análisis de fragmentación con métricas.**

El análisis de la configuración y estructura de los elementos del paisaje se desarrolla con la metodología de métricas del paisaje, llamadas también indicadores de fragmentación. Su análisis resulta eficaz para medir y cuantificar la composición y estructura de los paisajes, ya que tal como lo expone (McGarigal & Marks, 1995), las métricas expresan la estructura y composición de un paisaje en un tiempo determinado, mediante la caracterización de la geometría y las propiedades espaciales de un parche o de un mosaico de parches con ayuda de algoritmos matemáticos, permitiendo un análisis cuantitativo de la dinámica de cambio para las coberturas naturales en un intervalo de tiempo determinado (Forman & Godron, 1986).

Conforme a lo anterior, las métricas del paisaje se realizan con base en el análisis y comparación de las coberturas identificadas en el área de influencia en los escenarios sin y con proyecto, calculadas mediante el uso de la extensión Fragstats 4.1 desarrollada por McGarigal et al. (2012), y con la cual se pueden realizar los cálculos pertinentes.

La metodología propuesta por McGarigal & Marks (1995) que constituye la base conceptual del software Fragstats 4.1 (McGarigal et al., 2012), propone una serie de algoritmos para calcular el patrón del paisaje, en función de tres niveles o escalas de estudio respecto a los cuales se calculan las métricas:

- Métricas de clase: Utilizadas para cuantificar el patrón de paisaje contrastando parches del mismo tipo o cobertura.
- Métricas de paisaje: Utilizadas para calcular el patrón de cambio del total del paisaje en su conjunto

Así, de acuerdo con McGarigal & Marks (1995) el análisis de las métricas de parche, clase y paisaje permite observar la variedad (riqueza), abundancia y espacialidad de los parches de cobertura natural presentes en el paisaje, con el fin de determinar patrones, establecer la estructura del paisaje y caracterizar los procesos espaciales de la transformación y fragmentación que han sufrido las coberturas analizadas en el periodo de tiempo abarcado.

Las métricas de parche, clase y paisaje utilizadas para el análisis de fragmentación realizado para las áreas de influencia del proyecto se describen en la **Tabla 2.27**.

Tabla 2.27 Métricas utilizadas para el análisis de fragmentación de coberturas naturales de la tierra para el área de influencia del proyecto.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Clase	Área de clase	Equivala a la sumatoria de área en m ² , de todos los parches de un mismo tipo, dividido entre 10,000, para convertirlo en hectáreas. Cuando el valor de CA se aproxima a 0 indica rareza de los parches, y a medida que se incrementa indica dominancia. Se expresa en hectáreas.	$CA = \sum_{j=1}^a a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$ donde <i>a_{ij}</i> = área (m²) del parche <i>ij</i> <i>ij</i> = tipo de parche
Clase	Porcentaje del paisaje	Esta métrica calcula el porcentaje de área de cada tipo de parche en el paisaje, obteniendo la representatividad de cada tipo de parche con respecto al total del paisaje. Se expresa como un porcentaje, aproximándose a cero (0) cuando el tipo de parche es el menos frecuente en el paisaje (mayor fragmentación y menor representatividad en el sistema), y a cien (100) cuando el tipo de parche tiene mayor representatividad en el sistema.	$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$ <i>a_{ij}</i>: área de los parches del mismo tipo o cobertura (m²). <i>A</i>: área total del paisaje (m²).
Clase	Número de parches	Esta métrica determina el número de parches del mismo tipo o cobertura (abundancia), permitiendo tener una aproximación a la representatividad de cada tipo de parche o cobertura del paisaje estudiado.	NP = <i>n_i</i>; <i>n_i</i>: número de parches del mismo tipo o cobertura
Clase	Índice del Parche de Mayor Tamaño	Esta métrica determina el parche de mayor tamaño dentro del conjunto de parches de un mismo tipo, haciendo una relación entre las áreas de los parches y el área total del paisaje, y multiplicando este valor por 100 para resultar en un porcentaje. Cuando el valor es cercano a cero (0) indica que el parche de mayor tamaño es insignificante respecto al área total del paisaje, mientras que entre más se acerque al 100%, ocupa más área respecto al total del paisaje analizado.	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$ <i>a_{ij}</i>: área en metros cuadrados del parche <i>A</i>: área total del paisaje analizado en metros cuadrados
Clase	Índice de forma	El índice de forma es una de las métricas más utilizadas para el análisis de fragmentación, debido a que es un indicador del estado del parche respecto a su forma regular o irregular, que condiciona las relaciones con la matriz y demás parches. El dato resultante está expresado como un número decimal, mayor o igual a 1. Cuando el resultado se acerca a uno (1) la forma del parche es compacta y regular (cuadrada, redondeada), mientras que si es mayor a uno (1) corresponde a una forma altamente irregular.	$SHAPE = \frac{.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$ <i>a_{ij}</i>: área del parche del mismo tipo o cobertura (m²). <i>p_{ij}</i>: perímetro del parche del mismo tipo o cobertura (m).
Clase	Índice de proximidad	Esta métrica indica el número de uniones entre los parches de mismo tipo dentro de una distancia específica (para este caso 500 metros), en relación con el número total de posibles uniones de los parches del mismo tipo. De esta forma se establece la conectividad entre los parches del mismo tipo que se encuentren 500 metros a la redonda desde el parche analizado, para verificar su proximidad y funcionalidad dentro del paisaje.	$PROX_MN = \frac{\sum_{g=1}^n \frac{a_{ij}}{h_{ij}^2}}{n_i}$ Dónde: <i>h_{ij}</i>: distancia (m) entre parche y parche, del mismo tipo o cobertura. <i>a_{ij}</i>: área (m²) de los parches.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
		Cuando el resultado obtenido se acerca a cero (0), el grado de fragmentación y aislamiento es alto. Cuando el valor es cero (0), el parche no tiene vecinos del mismo tipo o cobertura dentro del rango de búsqueda determinado.	ni: número de parches del mismo tipo o cobertura, dentro del rango o umbral preestablecido.
Clase	Distancia euclidiana al vecino más próximo	Esta métrica se utiliza para calcular el aislamiento entre los parches, lo cual es un indicio claro del grado de fragmentación de un paisaje. La distancia al vecino más cercano calculada con geometría euclidiana corresponde a la distancia más corta en línea recta entre el parche focal y su vecino más cercano de la misma clase. Se expresa en metros, aproximándose a cero (0) cuando los parches están unidos y conectados, y alejándose de cero a medida que el aislamiento aumenta.	$ENN = h_{ij}$ hij: distancia (m) desde el parche ij al parche vecino más próximo del mismo tipo (clase), basado en la distancia de borde a borde.
Paisaje	Índice de Shannon (Shannon's diversity index)	Este índice es igual a menos la suma, en todos los tipos de conexión de la abundancia proporcional de cada tipo de parche multiplicado por el porcentaje. SHDI = 0 Cuando el paisaje contiene sólo 1 parche (es decir, sin diversidad). Aumenta SHDI cuando el número de diferentes tipos de parches (es decir, la riqueza de parches, PR) Aumenta / o la distribución proporcional de la superficie del fragmento entre los tipos se vuelve más equitativa.	$SDHI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$ donde, Pi: Proporción del paisaje ocupado por el tipo de clase.

Fuente: McGarigal & Marks, 1995.

Adicional a lo anterior, se calculó el índice de contexto paisajístico, que, de acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, resulta en un indicador de aislamiento o cercanía, estableciendo el grado de conectividad entre parches del mismo tipo o clase. (Ver **Tabla 2.28**).

Tabla 2.28 Índice de contexto paisajístico.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Contexto	Índice de contexto paisajístico	Refleja la conectividad entre los parches de la misma clase. Es importante mencionar que este es la única métrica que no se realiza con el Software Fragstats, ya que este índice se encuentra incluido en la herramienta MAFE 2.0.3, la cual es utilizada para definir los planes de compensación por pérdida de la biodiversidad.	$CP = a / atb;$ CP: Contexto paisajístico a: Área del parche de la misma clase atb: Área total del parche y búfer.

Fuente: Saenz et al., 2012.

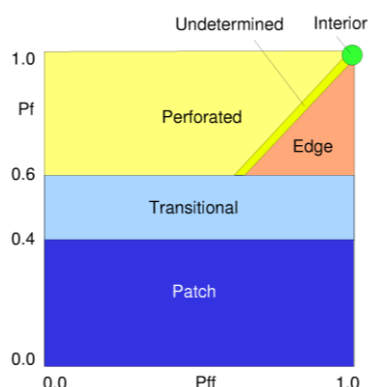
• Análisis de categorías de fragmentación.

Además del análisis de los indicadores de fragmentación, o métricas del paisaje, se realiza la espacialización de los procesos de fragmentación por medio del GIS SAGA (Riitters et al., 2000), con el cual se cuantifican diferentes categorías y límites de los parches boscosos o naturales. Estos resultados son importantes para

identificar la funcionalidad de los elementos que componen el paisaje, permitiendo comprender los efectos de la pérdida de conectividad de las coberturas.

De acuerdo con el modelo propuesto por Riitters et al. (2000) se pueden determinar para cada cobertura analizada la cantidad de áreas núcleo, parches, bordes, perforaciones, transiciones e interior (Ver **Figura 2.7**), que en su conjunto representan las características fundamentales para tener una lectura integral de los procesos de fragmentación, efecto de borde y la conectividad espacial de los elementos del paisaje. Cabe mencionar que el modelo de GIS SAGA utiliza información en formato raster, por lo que se puede calcular la presencia o ausencia de píxeles asociados a coberturas boscosas, complementando la información de los índices.

Figura 2.7 Categorías de fragmentación utilizadas por el modelo SAGA.



Fuente: Riitters et al. (2000).

2.3.2.1.4 Fauna.

- **Pre – campo.**

La caracterización de la fauna silvestre asociada a los ecosistemas del área de influencia del proyecto se realizó con base en los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) y el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villarreal et al., 2010), utilizando la combinación de técnicas de registro directo e indirecto, contando con el permiso de investigación científica en diversidad biológica No 0343 expedido el 25 de marzo de 2015 por la Autoridad de Licencias Ambientales -ANLA.

La información se recolecta en formatos de campo previamente establecidos, cada uno con información relevante para la determinación y análisis ecológico. En el **Anexo 11. Fauna - Formatos Campo** se aprecian los formatos de registro de cada grupo faunístico, según la metodología implementada en la fase de campo y que

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

fueron utilizados para recopilar la información primaria obtenida en las actividades de campo realizadas del 22 de febrero al 16 de marzo de 2017. Los formatos utilizados son:

- FT 29 ENCUESTA FAUNA
- FT 138 CAPTURA DE FAUNA – AVES
- FT 153 CAPTURA DE HERPETOFAUNA
- FT 156 REGISTRO DE MAMÍFEROS VOLADORES
- FT 157 TRANSECTOS FAUNA
- FT 160 PUNTOS DE MUESTREO FAUNA
- FT 161 REGISTRO DE MAMÍFEROS POR CÁMARAS TRAMPA
- FT 162 REGISTRO DE TRAMPAS SHERMAN

Previo a la salida de campo para la caracterización de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan – Pedregal, también se realizó una revisión de literatura especializada y bases de datos de colecciones científicas con el fin de compilar información de las especies potencialmente presentes para la región; las bases revisadas fueron las del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN), Instituto Alexander Von Humboldt, Universidad de Nariño y el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia (SIB), se usó como filtro de búsqueda los municipios que integran el área de influencia del proyecto y un rango altitudinal de 2800 -1700 msnm.

Por último, con las imágenes satelitales de la plataforma Google Earth se ubicaron algunos puntos preliminares para el muestreo de fauna del proyecto; estos sitios fueron seleccionados a partir de la oferta de hábitats (Coberturas de la tierra de tipo arbóreo o arbustivo) que estuvieran dentro del área de influencia del proyecto.

○ Sitios de muestreo.

El desarrollo de los muestreos de fauna en el área de influencia del proyecto se enmarca en 17 áreas principales de muestreo, donde se establecieron sitios específicos para la instalación de equipos y aplicación de técnicas de registro para cada grupo evaluado. Debido al alto grado de transformación del área por la intervención antrópica relacionada con la dinámica sociocultural y económica de la región, se encontró restricción en la definición de sitios de muestreo, los cuales se determinaron según criterios como la presencia de fuentes hídricas, parches de vegetación natural, distancia a centros poblados, zonas industriales y vías.

De igual forma, la selección de las áreas a muestrear tuvo en cuenta la caracterización de las diferentes coberturas de la tierra que hacen parte del área de influencia y su distribución (ver Capítulo 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA COMPONENTE FLORA, TABLA 5.5), con el fin de realizar una valoración integral del área que será intervenida y los posibles impactos ocasionados por el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto. A continuación, en la **Tabla 2.29**, se muestran los sitios de muestreo con sus respectivas coordenadas.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

Tabla 2.29 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

SITIO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	FOTO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
SITIO_1	Municipio de Imués, vereda Pilcuán, cobertura de pastos limpios y mosaico de pastos y cultivos.		956546	604796
SITIO_2	Municipio de Iles, vereda El Porvenir, cobertura de Mosaico de cultivos y vegetación secundaria alta.		953697	604824
SITIO_3	Municipio de Iles, vereda Tablón Alto, cobertura de Bosque de galería y ripario, mosaico de pastos y cultivos, herbazal abierto rocoso		954492	602689
SITIO_4	Municipio de Iles, vereda Loma Alta, Bosque de galería y ripario, mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja.		953501	600747

SITIO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	FOTO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
SITIO_5	Municipio de Iles, vereda Urbano, cobertura de vegetación secundaria alta		956845	598496
SITIO_6	Municipio de Iles, vereda Urbano, cobertura de bosque de galería y ripario		955232	598222
SITIO_7	Municipio de Contadero, Vereda San José de Quisnamuez, cobertura de mosaico de pastos y cultivos		954154	596913
SITIO_8	Municipio de Contadero, vereda Las Cuevas, coberturas de vegetación secundaria baja, bosque denso altoandino, mosaico de pastos y cultivos.		951170	594495
SITIO_9	Municipio de Contadero, vereda Las delicias, coberturas de mosaico de pastos y cultivos, Plantación forestal, vegetación secundaria baja.		950290	593079

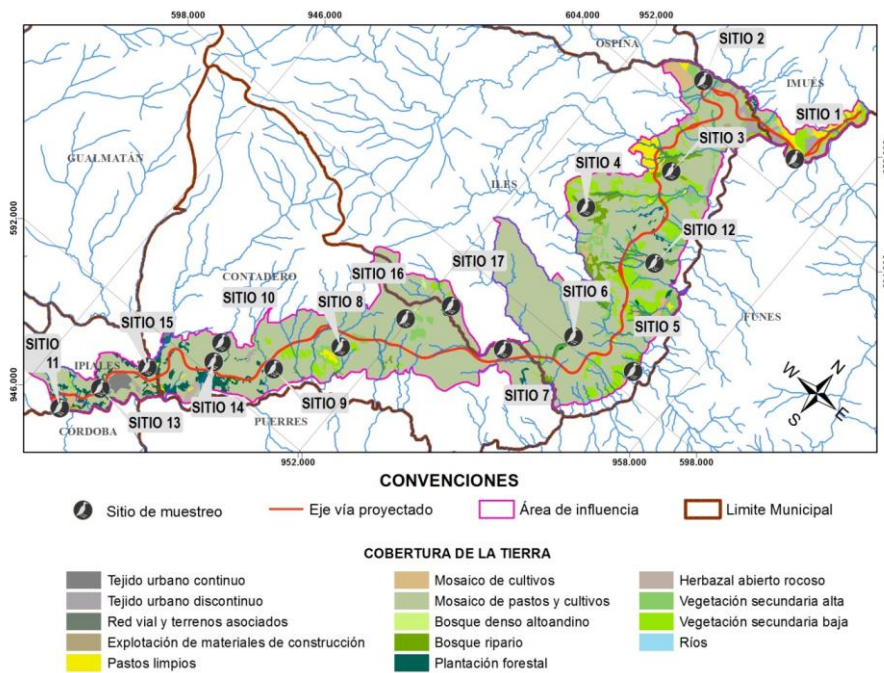
SITIO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	FOTO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
SITIO_10	Municipio de Contadero, vereda El Rosal de San Francisco, coberturas de plantación forestal		948951	592762
SITIO_11	Municipio de Ipiales, vereda El Rosal, cobertura de mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal, pastos limpios.		947007	589125
SITIO_12	Municipio de Iles, vereda Tablón Bajo, cobertura de mosaico de pastos y cultivos, bosque de galería ripario, vegetación secundaria alta		955592	600780
SITIO_13	Municipio de Ipiales, Vereda San Juan, cobertura de vegetación secundaria baja, plantación forestal.		947450	590091
SITIO_14	Municipio de Contadero, vereda San Francisco, cobertura de mosaico de pastos y cultivos		949096	592295

SITIO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	FOTO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
SITIO_15	Municipio de Ipiales, vereda boquerón, cobertura de vegetación secundaria baja, plantación forestal.		947983	591191
SITIO_16	Municipio de Contadero, vereda San Andrés, cobertura de mosaico de pastos y cultivos, Bosque denso altoandino.		951922	595994
SITIO_17	Municipio de Iles, vereda Yarqui, cobertura de bosque denso altoandino.		952553	596912

Fuente: Consorcio SH., 2017.

En la **Figura 2.8** se presentan la ubicación de los 17 sitios de muestreo para la caracterización de la fauna silvestre del área de influencia del proyecto, discriminados de acuerdo a la técnica de registro y las coberturas vegetales o hábitats que fueron evaluados en cada caso.

Figura 2.8 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna silvestre en el área de influencia del Área de proyecto.



Fuente: ConsorcioSH., 2017.

○ Información secundaria.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica completa de las especies potencialmente presentes en la zona, descritas en libros, artículos científicos y bases de datos; para cada uno de los grupos faunísticos (anfibios, reptiles aves y mamíferos) se recopiló información de las especies reportadas para la zona de estudio, con presencia en el departamento de Nariño y los municipios de Contadero, Iles, Imués e Ipiales. Para ello se tuvo en cuenta los registros dentro del rango altitudinal de la zona de estudio. Dentro de las fuentes de información consultadas están las colecciones del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN), Universidad de Nariño, Instituto Alexander von Humboldt y el Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia (SIB). Además, se revisaron los estudios efectuados con anterioridad en la zona como el EIA para el proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto (Géminis Consultores, no publicado).

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

La información sobre las categorías para los diferentes grupos faunísticos con respecto al comercio ilegal se obtuvo de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), vigente a partir del 2 de enero de 2017. En cuanto a la relación de especies amenazadas en el territorio nacional, se revisaron los listados publicados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en su Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. Igualmente se tuvo en cuenta las especies y las categorías asignadas en los libros rojos de Colombia, publicados por el Instituto Alexander von Humboldt para mamíferos (Rodríguez – Mahecha et al., 2006), reptiles (Castaño – Mora, 2002 y Morales – Betancourt et al., 2015), anfibios (Castaño – Mora, 2006) y aves (Rengifo et al., 2002 y Rengifo et al., 2014). Así mismo, se consultó la clasificación a nivel global de acuerdo con la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) versión 2016-3.

- **Campo.**

Para la fase de campo se tuvo en cuenta en primer lugar lo establecido en los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles expedidos en 2015 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y lo establecido por el permiso de investigación Resolución 0343 del 25 de marzo de 2015.

- **Métodos de registro.**

Una vez identificados y seleccionados los sitios de muestreo, se procedió a la aplicación de las diferentes metodologías en cada uno de ellos, las cuales se efectuaron en diferentes horas del día de acuerdo con el grupo faunístico evaluado. Otro mecanismo de detección de fauna silvestre se definió mediante el diligenciamiento de encuestas semiestructuradas a los pobladores de las zona con el objeto de conocer la presencia de las diferentes especies, los nombre comunes para la zona, principales especies objeto de caza, usos comunes en la región, hábitats, rutas de migración, refugios, entre otros. La identificación de las especies por parte de los pobladores se realizó por medio de guías ilustradas. En el caso de algunas especies de Herpetofauna y mastofauna se realizaron en horas del día; mientras que para otras especies (anfibios y murciélagos) en horario nocturno.

- **Herpetofauna (Anfibios y Reptiles).**

Para el presente estudio se tomaron datos relacionados con la composición, riqueza y abundancia relativa de anfibios y reptiles en diferentes tipos de hábitat, representados por las unidades de cobertura vegetal descritos en la caracterización florística. Se empleó la técnica de transectos de inspección por encuentro visual de longitud variable sin tiempo determinado (Crump y Scott, 1994), de tal forma que abarcaran un área representativa de acuerdo al tipo de hábitat estudiado, que en el caso del presente estudio corresponden a transectos aproximadamente entre los 800 y 2500 metros de longitud, diurnos y nocturnos, tomando como unidad de tiempo de muestreo 1 hora/hombre.

- **Muestreo por encuentro casual (Crump y Scott, 1994).**

Los Transectos de Inspección por Encuentros Visuales (VES, por sus siglas en Ingles), son un método estándar y muy eficiente en el inventario y monitoreo de anfibios en un área para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo por parte de colectores experimentados y compilar una lista de especies (composición de especies de un ensamblaje) y estimar la riqueza y la abundancia relativa de las especies (**Fotografía 2.18**).

El método consiste en caminar aleatoriamente (realización de un muestreo por revelamientos en encuentros visuales) a lo largo de una quebrada, alrededor de un pantano, o siguiendo una trocha dentro del bosque,

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
---	---	---	--

observando y buscando con mucha atención cualquier especie de anfibio o reptil que se pueda encontrar tanto dentro como fuera del agua, en las orillas, hasta 20 metros de distancia a cada lado de las quebradas o arroyos y una altura de hasta 2.0 m. En el presente estudio se empleó únicamente el muestro por transectos, realizando recorridos diurnos y nocturnos entre las 8:00 y las 12:00 horas para las especies diurnas y entre las 18:00 y 22:00 horas para las especies nocturnas en diferentes localidades, buscando activamente individuos en todos los lugares posibles: vegetación, hojarasca, debajo de troncos y rocas.

En algunos casos se realizaron grabaciones de los individuos escuchados, los cuales fueron revisados posteriormente y comparados con bases de datos de Amphibia Web Ecuador (<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/Anfibios/AnfibiosEcuador/Default.aspx>), la base de datos de cantos de Amphibia Web (<http://www.amphibiaweb.org>) y la base de datos de Fonozoo disponible en Internet (<http://www.fonozoo.com>). El esfuerzo de muestreo para la técnica de transectos fue de 186 horas-hombre. A continuación en la **Tabla 2.30**, se presentan las coordenadas de los transectos realizados durante la etapa de campo.

Fotografía 2.18 Método de muestreo por encuentro casual para la caracterización de herpetofauna.



Busqueda de anfibios y reptiles sobre la vegetacion en horas nocturnas. Municipio de Iles, vereda loma alta coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E953501 N600747).

Busqueda de anfibios reptiles durante el día en coberturas de mosaicos de pastos y cultivos. Municipio de Ipiales, Vereda San Juan coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E947152 N589741).

Fuente: Consorcio SH.

Tabla 2.30 Coordenadas de ubicación de los transectos de observación y captura de herpetofauna (Anfibios y Reptiles).

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)			
		INICIO		FINAL	
ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
TRHER_1	Pastos limpios	956546	604796	956391	604705
TRHER_2	Mosaico de pastos y cultivos, Bosque de galería y ripario	953729	604822	953679	605071
TRHER_3	Pastos limpios, Bosque de galería y ripario	953697	604824	953583	604667
TRHER_4	Mosaico de pastos y cultivos, Pastos limpios	953729	604822	953736	604491
TRHER_5	Pastos limpios	953646	604809	953538	604697
TRHER_6	Herbazal abierto rocoso	954492	602689	954302	602323

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)			
		INICIO		FINAL	
ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
TRHER_7	Herbazal abierto rocoso, Vegetación secundaria baja	954507	602729	954248	602477
TRHER_8	Pastos enmalezados, Bosque de galería y ripario	953507	600682	954002	601551
TRHER_9	Pastos enmalezados, Pastos limpios	953501	600747	953637	601134
TRHER_10	Vegetación secundaria baja, Mosaico de pastos y cultivos	955075	597206	954749	597050
TRHER_11	Mosaico de pastos y cultivos	954154	596913	954440	597041
TRHER_12	Mosaico de pastos y cultivos, Vegetación secundaria baja	950614	594566	951181	594575
TRHER_13	Vegetación secundaria baja, Mosaico de pastos y cultivos	951170	594495	950857	594450
TRHER_14	Red vial, ferrovía y terrenos asociados, Pastos limpios	950940	593349	950629	593292
TRHER_15	Mosaico de pastos y cultivos	949813	593225	950290	593079
TRHER_16	Mosaico de pastos y cultivos, Red vial, ferrovía y terrenos asociados	947114	589622	947299	589684
TRHER_17	Mosaico de pastos y cultivos	946901	589447	947007	589125
TRHER_18	Herbazal abierto rocoso, Vegetación secundaria baja	954511	602664	954320	602424
TRHER_19	Vegetación secundaria baja	954371	602553	954338	602402
TRHER_20	Herbazal abierto rocoso, Vegetación secundaria baja	954377	602677	954264	602377
TRHER_21	Vegetación secundaria baja	954512	602623	954887	602911
TRHER_22	Vegetación secundaria baja, Herbazal abierto rocoso	954524	602629	954710	602762
TRHER_23	Mosaico de pastos y cultivos, Pastos limpios	953715	604825	953726	604816
TRHER_24	Vegetación secundaria alta	956845	598496	956861	598502
TRHER_25	Mosaico de pastos y cultivos	955372	598283	954925	598635
TRHER_26	Bosque de galería y ripario	955208	598241	955223	598238
TRHER_27	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	955232	598222	955334	598325
TRHER_28	Plantación forestal	948951	592762	948943	592761
TRHER_29	Mosaico de pastos y cultivos	949936	593916	950140	594145
TRHER_30	Mosaico de pastos y cultivos	950925	594459	950853	594445
TRHER_31	Vegetación secundaria baja, Mosaico de pastos y cultivos	947125	589618	947104	589605

Fuente: Consorcio SH, 2017.

– Captura e identificación de especímenes.

La captura de los individuos se efectuó en forma manual (**Fotografía 2.19**) para anfibios y saurios; mientras que para serpientes se emplearon ganchos o pinzas herpetológicas, capturando a todos los ejemplares observados hasta una altura de 2 m. Cada ejemplar capturado se almacenó en bolsas plásticas y de tela para su posterior toma de medidas, descripción, y registro fotográfico, consignándose la siguiente información: fecha y hora de captura, altura a la que fue encontrado (posición vertical a nivel del suelo), sustrato sobre el cual fue encontrado (hojas H, hojarasca HOJ, roca RC, tronco TR, rama RM, musgo MG).

Se realizaron colectas puesto que la información de las especies en esta zona del país es escasa. Las colectas de especímenes se realizaron bajo los protocolos establecidos en el permiso de investigación de la siguiente manera; los anfibios fueron sacrificados aplicando anestésico de uso humano como benzocaína, lidocaína o xilocaína (oral), posteriormente se fijaron sobre cámaras húmedas que contengan liquido preservante, finalmente se pasaron a un recipiente con alcohol etílico al 70% para evitar su deterioro. Por su parte, los reptiles fueron sacrificados inyectando Nembutal al 10% en el corazón, luego se les inyectó formol al 10% en todo el cuerpo para evitar su descomposición, finalmente se ingresaron en cámara húmeda para su fijación final.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

Los individuos que no fueron colectados se identificaron y después de haber tomado las correspondientes medidas morfométricas y el respectivo registro fotográfico, fueron liberados en el mismo sitio en el cual fueron capturados. Los certificados del material recolectado se presentan en el **Anexo 11. Fauna**.

Fotografía 2.19 Captura e identificación de especímenes para la caracterización de herpetofauna.



Detección auditiva de anfibios en etapa reproductiva. Municipio de Iles, vereda Tablón Alto coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E954262 N602351).

Registro de principales características morfológicas de cada individuo. Municipio de Iles, vereda Urbano coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E955232 N598222).

Fuente: Consorcio SH, 2017.

▪ **Aves.**

Para la caracterización de la avifauna del área de influencia del proyecto, se utilizaron técnicas de captura con redes de niebla y detección visual y auditiva, siguiendo los procedimientos sugeridos por el Manual de Métodos para el Desarrollo De Inventarios de Biodiversidad (Villareal et al., 2006). Las capturas con redes de niebla permiten el reporte de aves pequeñas difícilmente observables o diferenciables; mientras que los transectos de observación permiten inventariar la mayor parte de las aves medianas y grandes; así como aquellas en los estratos superiores de la vegetación (Stiles y Rosselli, 1998).

– **Método de observación.**

Se realizaron siete transectos y cuatro puntos de detección visual y auditiva que abarcaban las unidades de cobertura vegetal presentes en los diferentes sectores del área de influencia y el trazado de la vía. En estos transectos, que tuvieron una longitud de 0.733 a 2.1 km, se hicieron recorridos a velocidad constante (aproximadamente 1 km/h) donde se iban registrando los individuos observados o escuchados a una distancia máxima de 25 m a cada lado del transecto (**Fotografía 2.20**). A su vez, para detectar especies silenciosas o de difícil observación, se empleó la técnica de búsqueda intensiva. Para cada individuo observado se tomó información acerca de su actividad, cobertura de asociación, estrato de forrajeo, alimento consumido, sexo (cuando fue posible) y organización social.

Fotografía 2.20 Método de detección visual y auditiva para el registro de aves.

2. GENERALIDADES	Página 99
------------------	-----------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			



Registro fotográfico de aves. Municipio de Iles, vereda Loma Alta coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E953639 N600987).



Observación de aves. Municipio de Iles, vereda Urbano coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E955831 N596641).

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Los transectos fueron realizados durante las horas de mayor actividad de las aves, es decir, en la mañana entre las 6:00 y las 11:00 horas, y en la tarde entre las 16:00 y las 18:00 horas. En total se realizaron 14 transectos con un esfuerzo de muestreo para esta técnica de 33.34 km*hora, además se realizaron tres puntos de observación (**Tabla 2.31**).

En algunos casos se realizaron grabaciones de los individuos escuchados y comentarios de los mismos, los cuales fueron revisados posteriormente y comparados con guías auditivas existentes, como la “Guía sonora de las Aves de los Andes Colombianos” (Álvarez et al., 2000) y la base de datos de cantos Xeno-canto, disponible en Internet (www.xeno-canto.org).

Tabla 2.31 Coordenadas de ubicación de los transectos de detección visual y auditiva de aves en el área de influencia del proyecto.

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)			
		INICIO		FINAL	
ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
TRAAV_1	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja	953404	600478	954018	601389
TRAAV_2	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	954646	603406	954370	603077
TRAAV_3	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria alta	953534	604849	953602	604701
TRAAV_4	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja	955090	597199	955166	597405
TRAAV_5	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	955032	598642	954948	599413
TRAAV_6	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	951936	595062	951580	594706
TRAAV_7	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	950941	593358	950628	593279
TRAAV_8	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria alta	956098	605003	956553	604821
TRAAV_9	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	951770	595967	951959	595659
TRAAV_10	Bosque de galería, mosaico de pastos y cultivos	954318	602407	954365	602628
TRAAV_11	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja, bosque de galería.	954553	602624	954416	602862
TRAAV_12	Vegetación secundaria baja	956861	598504	956838	598440
TRAAV_13	Bosque de galería	955196	598279	954924	598448
TRAAV_14	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	948944	592785	948945	592753

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)			
		INICIO		FINAL	
ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
TRAAV_15	Mosaico de pastos y cultivos	949940	593920	950113	594230
TRAAV_16	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria baja, plantación forestal	947120	589626	947296	589682
POBAV_1	Mosaico de pastos y cultivos	951922	595994		
POBAV_2	Bosque denso bajo	952551	596876		
POBAV_3	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	947983	591191		

Fuente: Consorcio SH., 2017.

– Método de captura.

Se instalaron de 8 a 12 redes de niebla de 12x2.5 m y ojo de malla de 32 mm en algunas de las coberturas vegetales presentes en la zona de estudio (**Fotografía 2.21**). El periodo de apertura comprendió desde las 6:00 horas hasta las 18:00 horas. El esfuerzo de muestreo realizado con esta técnica fue de 572 horas – red. En la **Tabla 2.32** se presenta las coordenadas de los lugares donde se instalaron las redes.

Fotografía 2.21 Método de captura en redes de niebla para el registro de aves.



Trabajo de redes de niebla. Municipio de Iles, vereda Loma Alta coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E953567 N600816).



Apertura redes de niebla. Municipio de Contadero, vereda Las Cuevas coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E951170 N594495).



 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

Captura de registro de datos morfométricos. . Municipio de Contadero, vereda Las Cuevas coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E951170 N594495).

Fuente: Consorcio SH, 2017.

Los individuos capturados fueron retirados de las redes e introducidos en bolsas de tela para ser llevados al sitio de toma de datos, donde se realizaron mediciones del tarso, ala, cola, comisura, culmen expuesto y total, y se determinó la edad, sexo, estado reproductivo, grasa y desgaste del plumaje. Los individuos capturados fueron liberados a su hábitat natural, a excepción de dos ejemplares que fueron necesarios recolectar para confirmar su determinación (**Anexo 11. Fauna**). Para la determinación taxonómica de las aves capturadas se empleó la “Guía de Aves de Colombia” (Hilty y Brown, 2001), “Birds of Northern South America” (Restall et al., 2009) y “The Field Guide to the Birds of Colombia” (McMullan et al., 2010).

Tabla 2.32 Coordenadas de ubicación de las redes de niebla para captura de aves.

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)			
		INICIO		FIN	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Bosque de galería y mosaico de pastos y cultivos	REDAV_1A	953620	600846	953585	600765
Bosque de galería	REDAV_1B	953565	600811	953592	600927
Vegetación secundaria alta	REDAV_2	953601	604656	953545	604692
Vegetación secundaria alta	REDAV_3	951161	594488	951194	594556
Bosque de galería	REDAV_4A	954333	602465	954376	602548
Vegetación secundaria baja, mosaico de pastos y cultivos	REDAV_4B	954602	602584	954545	602622
Bosque de galería y mosaico de pastos y cultivos	REDAV_5	955194	598277	955164	598237
Vegetación secundaria y plantación forestal	REDAV_6	947125	589670	947064	589736

Fuente: Consorcio SH., 2017.

▪ Mamíferos.

Se utilizaron técnicas de registro directo e indirecto, incluyendo la realización de recorridos de observación y uso de cámaras trampa para mamíferos medianos a grandes, capturas con trampas Sherman y Tomahawk para pequeños mamíferos no voladores como marsupiales y roedores. También se instalaron redes de niebla para los quirópteros (Murciélagos).

▪ Mamíferos no voladores.

– Trampeo.

✓ Trampas Sherman y Tomahawk.

Con el fin de capturar mamíferos no voladores pequeños y medianos, fueron instaladas en total de 157 trampas Sherman con dimensiones de 8x9x23 cm, para los sitios de muestreo seleccionados; las cuales fueron distribuidas por estaciones en los diferentes tipos de cobertura presentes. Las trampas fueron instaladas a nivel del suelo (**Fotografía 2.22**), en 15 estaciones de aproximadamente cuatro trampas cada una y cebadas con una mezcla de avena en hojuelas, maní y esencia de vainilla o banano. Las trampas permanecieron activas durante toda la noche y los días posteriores después de ser instaladas, y fueron revisadas durante la mañana

2. GENERALIDADES	Página 102
------------------	------------

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

siguiente y recebadas en caso de ser necesario. El esfuerzo de muestreo realizado con esta técnica fue de 12264 horas-trampa.

Fotografía 2.22 Método de captura con trampas Sherman.



Ubicación trampas Sherman Municipio de Contadero, Vereda Aldea de Maria vegetacion Mosaico de pastos y Cultivos coordenadas (Magna sirgas origen oeste) (E950057 N593056).



Ubicación trampas Sherman Municipio de Contadero, Vereda San Jose de Quisnamuez Vegetacion Bosque de galería y ripario coordenadas (Magna sirgas origen oeste) (E955018 N597167).

Fuente: Consorcio SH., 2017.

En la **Tabla 2.33**, se presentan las coordenadas de ubicación de las trampas Sherman y trampas Tomahawk ubicadas en los dos sitios de muestreo.

Tabla 2.33 Coordenadas de ubicación de las trampas Sherman para captura de pequeños mamíferos no voladores.

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	TShE_1-4	954376	602497
	TShE_1-4	954378	602499
	TShE_1-4	954372	602496
	TShE_1-4	954386	602498
	TShE_1-4	954382	602497
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	TShE_1-3	954373	602567
	TShE_1-3	954375	602555
	TShE_1-3	954369	602561
	TShE_1-3	954379	602563
	TShE_1-2	954443	602579
	TShE_1-2	954456	602580
	TShE_1-2	954450	602582
	TShE_1-2	954448	602578
	TShE_1-1	954503	602604
	TShE_1-1	954506	602600
	TShE_1-1	954506	602606

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE
	TShE_1-1	954512	602602
	TShE_1-5	954447	602756
	TShE_1-5	954455	602722
	TShE_1-5	954486	602705
	TShE_1-5	954500	602675
	TShE_1-6	954622	602722
	TShE_1-6	954643	602721
	TShE_1-6	954623	602775
	TShE_1-6	954625	602798
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	TShE_1-6	954616	602781
	TShE_2-1	953700	600949
	TShE_2-1	953725	600974
	TShE_2-1	953698	600995
	TShE_2-1	953621	600958
	TShE_2-1	953661	600954
	TShE_2-2	953539	600878
	TShE_2-2	953535	600852
	TShE_2-2	953504	600835
	TShE_2-2	953533	600867
	TShE_2-2	953554	600889
	TShE_2-2	953522	600860
	TShE_2-3	953649	600986
	TShE_2-3	953654	600993
	TShE_2-3	953660	601001
	TShE_2-3	953657	601015
	TShE_2-4	953615	601035
	TShE_2-4	953604	601027
	TShE_2-4	953604	601012
	TShE_2-4	953600	600992
	TShE_2-4	953588	600988
	TShE_2-5	953450	601016
	TShE_2-5	953442	601023
	TShE_2-5	953460	600985
	TShE_2-5	953447	601005
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	TShE_2-5	953449	600993
	TShE_3-1	955242	598112
	TShE_3-1	955245	598121
	TShE_3-1	955221	598116
	TShE_3-1	955224	598096
	TShE_3-1	955234	598104
	TShE_3-2	955186	598050
	TShE_3-2	955206	598048
	TShE_3-2	955174	598061

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE
	TShE_3-2	955170	598039
	TShE_3-3	955235	598012
	TShE_3-3	955242	598015
	TShE_3-3	955247	598019
	TShE_3-3	955253	598027
	TShE_3-4	955169	597997
	TShE_3-4	955181	597996
	TShE_3-4	955159	598004
	TShE_3-4	955178	598006
	TShE_3-5	955152	598297
	TShE_3-5	955159	598304
	TShE_3-5	955162	598307
	TShE_3-5	955169	598312
	TShE_3-5	955167	598296
	TShE_3-6	955114	598308
	TShE_3-6	955104	598316
	TShE_3-6	955109	598322
	TShE_3-6	955117	598328
Bosque de galería y ripario, vegetación secundaria baja	TShE_4-1	955011	597189
	TShE_4-1	955006	597191
	TShE_4-1	955011	597194
	TShE_4-1	955016	597191
	TShE_4-1	955013	597185
	TShE_4-2	955041	597162
	TShE_4-2	955040	597164
	TShE_4-2	955046	597162
	TShE_4-2	955045	597166
	TShE_4-2	955045	597159
	TShE_4-2	955051	597159
	TShE_4-3	955052	597217
	TShE_4-3	955056	597219
	TShE_4-3	955055	597223
Bosque de galería y ripario, vegetación secundaria baja	TShE_4-3	955058	597225
	TShE_4-3	955049	597223
	TShE_4-4	955019	597172
	TShE_4-4	955021	597176
	TShE_4-4	955025	597174
	TShE_4-4	955026	597169
	TShE_4-4	955032	597167
	TShE_4-5	955028	597248
	TShE_4-5	955024	597252
	TShE_4-5	955020	597258
	TShE_4-5	955018	597261

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE
Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	TShE_4-5	955018	597253
	TShE_5-1	950161	592966
	TShE_5-1	950146	592953
	TShE_5-1	950134	592946
	TShE_5-1	950171	592963
	TShE_5-1	950188	592954
	TShE_5-2	950150	593019
	TShE_5-2	950142	593028
	TShE_5-2	950137	593017
	TShE_5-2	950146	593056
	TShE_5-2	950156	593056
	TShE_5-3	950107	592964
	TShE_5-3	950084	592975
	TShE_5-3	950069	592997
	TShE_5-3	950062	593009
	TShE_5-3	950086	592957
	TShE_5-4	950064	593042
	TShE_5-4	950073	593029
	TShE_5-4	950091	593039
	TShE_5-4	950085	593015
	TShE_5-4	950058	593054
	TShE_5-5	950003	593109
	TShE_5-5	950013	593097
	TShE_5-5	950023	593086
	TShE_5-5	950034	593081
Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	TShE_6-1	946898	589401
	TShE_6-1	946906	589405
	TShE_6-1	946904	589409
	TShE_6-1	946914	589401
	TShE_6-2	946941	589389
	TShE_6-2	946931	589395
Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	TShE_6-2	946937	589401
	TShE_6-2	946933	589389
	TShE_6-3	946960	589354
	TShE_6-3	946967	589349
	TShE_6-3	946975	589344
	TShE_6-3	946978	589337
	TShE_6-4	947027	589318
	TShE_6-4	947018	589316
	TShE_6-4	947035	589346
	TShE_6-4	947039	589318
	TShE_6-5	947040	589291
	TShE_6-5	947048	589298

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	ESTE	NORTE
	TShE_6-5	947066	589298
	TShE_6-5	947065	589311
	TShE_6-6	947051	589259
	TShE_6-6	947058	589262
	TShE_6-6	947061	589270
	TShE_6-6	947065	589265
	TShE_6-7	947048	589237
	TShE_6-7	947040	589243
	TShE_6-7	947040	589237
	TShE_6-7	947035	589240
	TShE_7-7	947006	589125
	TShE_7-7	946998	589131
	TShE_7-7	947002	589134
	TShE_7-7	946997	589127

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Para el desarrollo del muestreo se usaron cuatro trampas Tomahawk (30X20x50 cm) la cuales fueron colocadas en algunas de las estaciones de trampas Sherman, para aumentar la eficiencia de las trampas, cada una fue cebada con una preparación de sardinas de lata y avena. A continuación en la **Tabla 2.34** se presentan las coordenadas de ubicación de estos equipos; en la **Fotografía 2.23** se muestra un ejemplar capturado por este método.

Tabla 2.34 Ubicación de trampas Tomahawk.

UBICACIÓN	COBERTURA	ESTE	NORTE
Municipio de Iles, vereda Tablón Alto	Bosque de galería y ripario	954453	602576
Municipio de Iles, vereda Tablón Alto	Bosque de galería y ripario	954378	602493
Municipio Iles, vereda Loma Alta	Bosque de galería y ripario	953550	600877
Municipio de Iles, vereda Urbano	Bosque de galería y ripario	955234	598115

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Fotografía 2.23 Ejemplar de raposa (*Didelphis marsupialis*) capturado en trampa Tomahawk.



Iles, Tablón Alto, Bosque de galería y ripario, coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) E954453 N602576

Fuente: Consorcio HS, 2017.

– Cámaras trampa.

En el área de influencia fueron instaladas 10 cámaras trampa marca Bushnell (TrophyCam) de 8 megapíxeles, las cuales fueron ajustadas a la base de los árboles en los sitios donde se observaran senderos, huellas u otros rastros dejados por mamíferos (**Fotografía 2.24**). Se utilizó un cebo (sardina), buscando maximizar el número de registros fotográficos obtenidos. Las latas de sardinas fueron puestas en un punto de alcance a las cámaras y posteriormente agujereadas para que permaneciera constante el olor que emana de estas. Las trampas se mantuvieron en funcionamiento durante todo el tiempo que permanecieron en el sitio de muestreo a partir del momento de ser instaladas, y fueron visitadas cada dos días con el fin de colocar más cebo en caso de ser necesario. Al finalizar el muestreo, las cámaras fueron retiradas y se procedió con el análisis de las fotografías tomadas. El esfuerzo de muestreo para esta técnica fue de 3028 Horas/cámara.

Fotografía 2.24 Método de registro de mamíferos por medio de cámaras trampa.



Ubicación cámara trampa Municipio de Iles Vereda Tablon Alto, vegetacion bosque de galería y/o ripario Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) (E953726 N600917)



Ubicación cámara trampa Municipio de Ipiales, Corregimiento de San Juan, Vegetacion plantacion Forestal Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste) (E 947449 N 590092)

Fuente: Consorcio SH., 2017.

En la **Tabla 2.35**, se presentan las coordenadas de ubicación de las 10 cámaras trampa ubicadas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 2.35 Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa para el registro de mamíferos no voladores.

SITIO DE MUESTREO		COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ESTE	NORTE
CT_1	Bosque de galería y ripario	953404	601116
CT_2	Bosque de galería y ripario	953727	600919
CT_3	Bosque de galería y ripario	953835	600647
CT_4	Bosque de galería y ripario	955023	597200
CT_5	Vegetación secundaria baja	955001	597244
CT_6	Plantación forestal	954870	596915
CT_7	Mosaico de pastos y cultivos	954632	602786
CT_8	plantación Forestal	949096	592295
CT_9	Plantación forestal	947450	590091
CT_10	Plantación forestal	947317	589994

Fuente: Consorcio SH., 2017.

– Transectos de observación.

Se realizaron 23 transectos de observación con una longitud variable de 2.0 a 4.0 km se hicieron recorridos a velocidad constante (aproximadamente 1 km/h) donde se iban registrando los individuos observados o escuchados a una distancia máxima de 25 m a cada lado del transecto para la detección de mamíferos terrestres y arbóricolas. En estos recorridos se buscó evidencia directa de la presencia de mamíferos desde el sotobosque hasta el dosel de las diferentes coberturas vegetales presentes en el sitio de muestreo; así mismo, se realizó la búsqueda de madrigueras, huellas, heces, comederos, cráneos, y otros rastros que permitieran determinar de forma indirecta la presencia de mamíferos en la zona. En caso de observar individuos, se tomaron datos sobre la especie, alimento consumido, comportamiento y estrato de la vegetación donde se encontró. Para las huellas, se tomaron medidas morfométricas que permitieran establecer a qué especie pertenecían; el esfuerzo de muestreo fue de 46 horas/hombre. La ubicación de cada transecto se presenta en la **Tabla 2.36**.

Tabla 2.36 Coordenadas de ubicación de los transectos de observación para el registro de mamíferos.

ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	INICIO		FINAL	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Transecto-1	Vegetación secundaria baja	956841	598492	956843	598441
Transecto-2	Mosaico de pastos y cultivos	953747	604827	953683	605068
Transecto-3	Mosaico de pastos y cultivos	954499	602678	954462	602767
Transecto-4	Mosaico de pastos y cultivos	953699	604829	953553	604861
Transecto-5	Mosaico de pastos y cultivos	953797	604769	953552	604892
Transecto-6	Vegetación secundaria baja, Mosaico de pastos y cultivos	956325	604912	956438	604724
Transecto-7	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	954683	602730	954530	602791
Transecto-8	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria Baja	954336	602713	954543	602621
Transecto-9	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	953496	600850	953436	601145
Transecto-10	Bosque de galería y ripario	953536	600758	953687	601074

ID_MUESTREO	COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	INICIO		FINAL	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Transecto-11	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	953725	601027	953939	600747
Transecto-12	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	954997	596667	954804	596910
Transecto-13	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria Baja	953323	601116	953911	601664
Transecto-14	Mosaico de pastos y cultivos, vegetación secundaria alta	953900	600495	953937	600564
Transecto-15	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de cultivos	955592	600780	955256	600569
Transecto-16	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	955310	598316	955188	598161
Transecto-17	Bosque de galería y ripario, vegetación secundaria baja	955076	597171	954954	597294
Transecto-18	Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	950935	593355	950633	593294
Transecto-19	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	949776	593114	950287	593091
Transecto-20	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	949105	592243	948955	592410
Transecto-21	Bosque denso bajo, Mosaico de pastos y cultivos	952423	596536	952553	596912
Transecto-22	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	947575	590059	947379	590173
Transecto-23	Mosaico de pastos y cultivos, plantación forestal	948544	592049	948257	592198

Fuente: Consorcio SH., 2017.

– Búsqueda de rastros.

Durante los recorridos, se realizó la búsqueda de rastros dejados por los mamíferos, como huellas, alteraciones en la vegetación, heces, madrigueras, nidos, dormideros, hozaderos o cualquier indicio de su presencia. Esto permite detectar aquellas especies que debido a sus hábitos crípticos, nocturnos o crepusculares son difíciles de observar directamente y en ocasiones es el único método que permite inferir la presencia de un mamífero en determinada área. Una vez encontrado el rastro se fotografió (**Fotografía 2.25**) se identificó con ayuda de material bibliográfico (Navarro y Muñoz, 2000; Emmons, 1999; Chame, 2002) y apoyados por el conocimiento local del Baquiano.

Fotografía 2.25 Búsqueda de rastros y algunos rastros utilizados para el registro indirecto de mamíferos.



Registro de osadero Armadillo (*D. novemcinctus*) Municipio de Iles vereda Tablón Alto finca la Ranchería, vegetación bosque de galería y/o ripario coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E 953598 N 601004).



Registro huellas de raposa (*D. pernigra*) Municipio de Iles, vereda el porvenir, vegetación mosaico de pastos y cultivos coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E 953751 N 604830)

Fuente: Consorcio SH., 2017.

- **Mamíferos voladores (murciélagos).**
- **Capturas con redes de niebla.**

Para la captura de murciélagos se instalaron de 8 a 10 redes de niebla (2,5 x 12 Metros) para un total de 96 a 120 metros lineales por punto de muestreo (**Fotografía 2.26**) las cuales se ubicaron en lugares estratégicos como áreas planas, filos de montaña, bosques nativos o cerca de cultivos. Las redes se abrieron a las 17:30, momento en que los murciélagos inician su actividad de forrajeo y se cerraron a las 22:00. Después de su apertura, las redes se revisaron cada hora con el fin de extraer los individuos capturados los ejemplares fueron introducidos en bolsas de tela y llevados a un sitio cercano para el procesamiento de información, consistente en la toma de medidas morfométricas, además de datos de edad, sexo y estado reproductivo, así como el registro fotográfico correspondiente (Fotografía 2.11). Para la identificación de los ejemplares se siguieron las claves de Muñoz (2001) y las de Aguirre et al (2009), las cuales se basan en caracteres externos, medidas craneales, corporales y principalmente en la medida del antebrazo. Adicionalmente se consultó Emmons (1999), Voss y Emmons (2000), Dos Reis, (2007), y Solari (2013) para obtener información ecológica y de distribución.

Fotografía 2.26 Método de captura en redes de niebla para el registro de murciélagos.



redes de niebla para captura de murciélagos municipio de Iles vereda el porvenir vegetación secundaria alta coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E 953578 N 604680).



registro de datos morfológicos del ejemplar para su identificación municipio de Iles vereda tablón alto coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E 954674 N 602737).

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Para captura de murciélagos con redes de niebla se realizaron 7 estaciones de muestreo, eventualmente el monitoreo nocturno se realizó de forma simultánea en 2 puntos diferentes de muestreo, durante varios momentos del muestreo para un total de 16 días totales de muestreo; el esfuerzo de muestreo para esta técnica fue de 13440 horas/red. En la **Tabla 2.37** se presenta las coordenadas de la ubicación de las redes de niebla para murciélagos, cabe señalar que algunos puntos coinciden con las redes para la captura de aves. En el trabajo de redes se recolectaron algunos murciélagos para lograr la determinación precisa de la especie, la relación de los ejemplares depositados en colección se presenta en el **Anexo 11. Fauna**.

Tabla 2.37 Ubicación de puntos de redes para la captura de mamíferos voladores (murciélagos).

COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
		ESTE	NORTE
Mosaico de cultivos	Red_Arom_1	956394	604770
	Red_aron_2	956386	604770
	red_aron_3	956377	604769
	red_Arom_4	956368	604770
	red_aron_5	956358	604770
	red_aron_6	956338	604773
	Red_aron_7	956325	604779
	Red_aron_8	956312	604786
	Red_aron_9	956310	604773
	red_aron_10	956308	604757
Vegetación secundaria alta y mosaico de pastos y cultivos	red_arcoir_1	953564	604680
	red_arcoir_2	953579	604681
	red_arcoir_3	953588	604683
	red_arcoir_4	953597	604678
	red_arcoir_5	953600	604670
	red_arcoir_6	953602	604664
	red_arcoir_7	953598	604688
	red_arcoir_8	953606	604697
	red_arcoir_9	953678	604790
	red_arcoir_10	953681	604801
	red_arcoir_11	953689	604813
	red_arcoir_12	953701	604813
	red_arcoir_13	953717	604812
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	Red_lomalt_1	953578	600751
	Red_lomalt_2	953587	600763
	Red_lomalt_3	953593	600775
	Red_lomalt_4	953598	600788
	Red_lomalt_5	953604	600802
	Red_lomalt_6	953612	600815
	Red_lomalt_7	953623	600828
	Red_lomalt_8	953624	600840
	Red_lomalt_9	953623	600853
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos, Vegetación secundaria baja	Red_bruj_1	954540	602630
	Red_bruj_2	954553	602621
	Red_bruj_3	954566	602614
	Red_bruj_4	954576	602607
	Red_bruj_5	954589	602597
	Red_bruj_6	954598	602587
	Red_bruj_7	954675	602739
	Red_bruj_8	954669	602746
	Red_bruj_9	954660	602755
	Red_bruj_10	954649	602777
Vegetación secundaria alta	red_cuv_cap_1	951208	594586
	red_cuv_cap_2	951207	594575
	red_cuv_cap_3	951198	594562
	red_cuv_cap_4	951189	594548

COBERTURA VEGETAL O HÁBITAT EVALUADO	ID_MUESTREO	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
		ESTE	NORTE
	red_cuv_cap_5	951189	594532
	red_cuv_cap_6	951188	594514
	red_cuv_cap_7	951177	594499
	red_cuv_cap_8	951165	594481
	red_cuv_cap_9	951145	594482
Bosque de galería y ripario, Mosaico de pastos y cultivos	red_cen_1	955141	598277
	red_cen_2	955145	598258
	red_cen_3	955153	598245
	red_cen_4	955162	598229
	red_cen_5	955157	598212
	red_cen_6	955177	598209
	red_cen_7	955192	598202
	red_cen_8	955205	598214
	red_cen_9	955220	598231
Plantación forestal	Red_ARD1	946923	589248
	Red_ARD2	946931	589257
	Red_ARD3	946941	589264
	Red_ARD4	946951	589270
	Red_ARD5	946956	589280
	Red_ARD6	946928	589248
	Red_ARD7	946939	589251
	Red_ARD8	946950	589256

Fuente: Consorcio SH, 2017.

▪ Encuestas.

Como complemento a las técnicas de muestreo descritas, se realizaron 11 encuestas a pobladores locales (**Fotografía 2.27**) que tuvieran viviendas cerca de los sitios de muestreo, para indagar acerca de las especies de difícil observación y/o de densidades poblacionales muy bajas en el área. Para su aplicación, se utilizaron guías ilustradas de los diferentes grupos taxonómicos, teniendo en cuenta información representativa como el nombre común dado a la especie, su frecuencia de observación y el tipo de hábitat en donde había sido observado. En la **Tabla 2.38** se presenta la ubicación de los sitios donde se realizaron las encuestas de fauna.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO AUTÓNOMO UNIÓN DEL SUR
---	---	---	--

Fotografía 2.27 Encuestas semi – estructuradas de fauna realizadas a los pobladores de la zona



Encuesta a pobladores de La Aldea de María, municipio de contadero coordenadas (magna sirgas origen oeste) (E949649 N593036).

Fuente: Consorcio SH, 2017.

Tabla 2.38 Coordenadas de ubicación de las encuestas no estructuradas de fauna.

MÉTODO DE REGISTRO	GRUPO DE FAUNA ESTUDIADO	LUGAR DE ENCUESTA	COORDENADAS (ORIGEN MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
Encuesta persona a persona con guía estructurada	Anfibios, reptiles y Mamíferos,	Contadero/Aldea de María/Casco urbano	949649	593036
		Imues/ pilcuan/ las Juntas	956315	604916
		Contadero/ San Andres/ no registra	951756	595984
		Contadero/ Mazano/ Ospina Pérez	952360	506717
		Iles/ Loma Alta/ la ranchería	953502	600747
		Ipiales/ la soledad	944792	586853
		Contadero / Capulí	949075	594.387
		Contadero / Culantro	950577	594600
		Iles / porvenir / el girasol	953699	604810
		Iles / Tablón Alto	954694	602749
		Contadero / San Francisco/ el rosas	948171	592138

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Para disminuir el nivel de incertidumbre de los datos obtenidos por medio de encuestas y validar su utilización en los análisis de composición y riqueza, se sometió cada reporte a una revisión de artículos científicos, registros de colecciones, bases de datos y consulta directa con especialistas, para establecer su presencia potencial en el área de influencia del proyecto vial.

- **Post – Campo.**
- **Análisis de la información.**

A partir de los datos obtenidos en campo, para cada grupo faunístico se construyó una base de datos donde las especies registradas fueron agrupadas de acuerdo a su clasificación taxonómica y se incluyó la información de abundancias y datos ecológicos evaluados. La denominación taxonómica empleada en el presente estudio se basó en los criterios establecidos por SACC - South American Classification Committee (Remsen et al., 2014, actualizada al 8 de febrero de 2017), para el caso de las aves; Wilson & Reeder (2005, 2007; actualizada a enero de 2017) y Solari et al., (2013) para los mamíferos; Uetz & Hošek (2016) para los reptiles; Frost (2016) y Acosta & Cuentas (2017) para los anfibios. A partir de la información primaria obtenida se realizaron los siguientes análisis:

- **Representatividad del muestreo.**
- **Curvas de acumulación de especies y riqueza máxima esperada.**

Para determinar la representación de las especies registradas en la comunidad, se elaboraron curvas de acumulación de especies, las cuales se compararon con la riqueza máxima esperada de acuerdo con las funciones presentadas en la **Tabla 2.39**.

Tabla 2.39 Estimadores empleados para la representatividad del muestreo de fauna.

GRUPOS TAXONÓMICO	ESTIMADORES		
Anfibios	Chao 2	Jack 1	Bootstrap
Reptiles	Chao 2	Jack 2	Bootstrap
Aves	Chao 1	ACE	Michaelis-Menten
Mamíferos	Chao 1	Chao 2	Michaelis-Menten

Fuente: Consorcio SH, 2017.

Para la construcción de las curvas, se establecieron muestras máximas para cada grupo, de acuerdo con la fecha, localidad y método de captura empleado, con el fin de minimizar la diferencia de tamaños entre las muestras, y de esta forma, hacerlas más adecuadas para el análisis, de acuerdo con lo propuesto por Villarreal et al. (2006). En el caso de la herpetofauna se crearon a partir del número de transectos realizados en los diferentes puntos de muestreo.

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

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

Dónde:

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

N = Número total de individuos en la muestra.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

n = Tamaño de muestra estandarizado.

Ni = Número de individuos en la i-ésima especie.

La curva de Chao 2, es un estimador no paramétrico en el sentido estadístico, ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado. Este se considera como el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001):

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Dónde:

L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

S= número total de especies

El estimador Jack 1, 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 la comunidad con base en el número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra (Moreno, 2001).

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

Dónde:

m= número de muestras

L= número de especies que ocurren solamente en una muestra

S= número total de especies

El estimador Bootstrap, se basa en pj, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j. Al parecer es menos preciso que los anteriores. Este es el estimador de la riqueza (Mora, 2001).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Dónde:

S= número total de especies

pj= la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie

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

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

Dónde:

S obs = riqueza observada.

F = Singletons.

D = Doubletons.

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

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

Sabund = Número de especies abundantes (con más de 10 individuos)

Srare = Número de especies raras (con 10 o menos individuos)

F1 = Número de especies con un solo individuo (singletons)

γ_{ace}^2 = Coeficiente de variación de las especies con un solo individuo

Cace = Estimado de cobertura muestral basado en la abundancia, cuya fórmula es la siguiente:

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

Por su lado, la curva de Michaelis-Menten, se basa en la proporción de la riqueza observada con respecto del número total de individuos en la muestra (Colwell y Coddington, 1994):

$$S(n) = S_{max} - \frac{S_{max}^n}{B + n}$$

Dónde:

S(n) = riqueza en la muestra

S max = Riqueza máxima estimada

n= individuos en la muestra

B= Constante estimada de Michaelis-Menten.

Adicionalmente se analizó el comportamiento en las muestras de aquellas especies que presentaron un solo individuo en la muestra, cuya estabilización se alcanza cuando ya se han registrado la mayor parte de las especies en la comunidad.

– Esfuerzo de muestreo y Éxito de captura.

El esfuerzo de muestreo para la técnica de detección visual y auditiva (aves), así como los recorridos de observación directa e indirecta (mamíferos no voladores) fue entendido como la sumatoria del producto de la distancia recorrida en cada transecto y el tiempo de observación, mientras que el éxito de muestreo se obtuvo al dividir el número de observaciones o registros entre el esfuerzo de muestreo.

Para las capturas en redes de niebla (aves y murciélagos), el esfuerzo de muestreo fue calculado en términos de horas-red, donde 1 hora-red corresponde a una red de 12 m abierta durante una hora (Rhalf et al., 1996). El esfuerzo de muestreo con esta técnica, corresponde entonces a la sumatoria del producto del número de redes y las horas de apertura, mientras el éxito de captura es el cociente entre el número de capturas y el esfuerzo de muestreo.

En el caso de las trampas Sherman y Tomahawk, el esfuerzo de muestreo fue calculado en términos de trampas-noche, al multiplicar el número de trampas instaladas por el número de noches efectivas que estuvieron activas, mientras que para las cámaras trampa, el esfuerzo de muestreo se calculó en términos de cámaras-noche, multiplicando el número de cámaras instaladas por el número de noches que se encontraban operando. Para ambos casos, el éxito de muestreo fue obtenido al dividir el número de registros entre el esfuerzo de muestreo.

– **Análisis de la comunidad y diversidad.**

El análisis de la comunidad (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se realizó con base en atributos de composición, riqueza, abundancia y diversidad, los cuales fueron evaluados a nivel de las diferentes unidades de cobertura de la tierra identificadas en el inventario forestal.

La diversidad alfa se analizó con base en índices de riqueza, dominancia y equidad. Para evaluar la riqueza específica, se calculó la riqueza absoluta, es decir, el número de especies registradas por cobertura vegetal. Adicionalmente, se calculó el índice alfa (α) de Fisher, que está basado en el modelo de la serie logarítmica de distribución de abundancias de las especies y es independiente del tamaño de la muestra, lo que permite realizar comparaciones aunque no se tenga el mismo esfuerzo de muestreo entre diferentes sitios (Moreno, 2001). Su cálculo está basado en la siguiente fórmula:

$$S = \alpha \ln \frac{1 + N}{\alpha}$$

Dónde:

S = número de especies en la muestra

N = número total de individuos en la muestra

α = parámetro calculado por medio de iteraciones que buscan igualar ambos lados de la ecuación.

Para evaluar la dominancia, se utilizó el índice de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001):

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la i -ésima especie

N = número total de individuos en la muestra.

La desventaja de este índice es que está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más abundantes (Magurran, 2004).

Para evaluar la equidad, se utilizó el índice de Shannon, que expresa el grado de uniformidad en que están distribuidas las especies en la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie, y del logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). Su cálculo está basado en la siguiente fórmula:

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

Donde pi es la abundancia proporcional de la especie i.

Al igual que el anterior, el índice de Shannon está fuertemente influenciado por las especies más abundantes (Villarreal et al., 2006).

La diversidad beta fue evaluada en términos de la similitud observada entre los hábitats evaluados en términos de las especies compartidas entre ellos, para lo cual se realizó un análisis de conglomerados por medio del índice Bray-Curtis o Sorensen cuantitativo, el cual es bastante robusto y tiene en cuenta las bajas abundancias de especies compartidas:

$$I_{Scuant} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde,

aN=Número de individuos en el sitio A

bN=Número de individuos en el sitio B

pN=Sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas por los dos sitios.

– Relaciones ecológicas.

Se analizaron algunos atributos ecológicos para las especies registradas, incluyendo el hábitat, organización social, estructura trófica, ritmos de actividad, estrato, patrones de distribución espacial y sitios de concentración estacional.

✓ Herpetofauna.

Las preferencias de hábitat se establecieron de acuerdo a la asociación de las especies con cada cobertura y el nivel de exclusividad o no dentro de cada una de ellas. De la misma forma, se analizaron los hábitos, correspondientes a terrestre, arbóreo y semiacuático; y las dietas, que incluyeron insectívoros, otros invertebrados, carnívoros y omnívoros.

✓ Aves.

Las preferencias en cuanto al hábitat fueron evaluadas a partir de las unidades de cobertura vegetal en las que fueron registradas las especies, además se tuvo en cuenta que la distribución de la avifauna está fuertemente gobernada por la estructura de la vegetación y su composición florística (Mills et al., 1991). Así mismo, se analizó la distribución de la avifauna a lo largo del área de influencia, y la presencia de posibles sitios de concentración. Con respecto al estrato, se determinó el espacio vertical ocupado por cada una de las especies, diferenciándose cinco estratos: (H-Su) Herbáceo-Suelo (en el interior de la vegetación arbórea y arbustiva y en potreros; (Sob) Sotobosque (por debajo de los 3 m en el interior de la vegetación arbustiva y

arbórea, pero no en el suelo; (Med) Estratos medios (entre 3 y 10 m, en la vegetación secundaria, bosque o arbustal); (Dos) Dosel de bosque fragmentado o vegetación secundaria; (Ae) Aéreo; (Aq) Acuático).

La estructura trófica, por su parte, se evaluó de acuerdo a los hábitos alimenticios y estrategias de forrajeo, siguiendo lo propuesto por Stiles y Rosselli (1998) con algunas modificaciones, estableciéndose 17 gremios: (FA) Frugívoro arbóreo, (FT) Frugívoro en el suelo y hojarasca, (SG) semillero de gramíneas, (IF) insectívoro-frugívoro, (NI) nectarívoro-insectívoro, (IC) insectívoro de corteza, (IP) insectívoro desde percha, (IV) insectívoro al vuelo, (ISH) insectívoro buscador en suelo y hojarasca, (IVF) Insectívoro al vuelo en follaje, (IBF) insectívoro buscador en follaje, (IAC) Insectívoro acuático, (DIV) depredador de insectos y vertebrados, (PIS) piscívoro, (HER) herbívoro, (OM) omnívoro, (CÑ) Carroñero.

Para analizar el comportamiento de la avifauna, las especies fueron clasificadas de acuerdo a su organización social en cuatro categorías: (S) solitario, (P) parejas, (GM) grupos monoespecíficos, (BM) bandadas mixtas.

✓ **Mamíferos.**

En ambos se analizó el uso del hábitat, teniendo en cuenta la asociación a los tipos de cobertura, para establecer la exclusividad hacia algún tipo de hábitat o la capacidad de cada especie para usar diferentes tipos de hábitat. Así mismo, se evaluó la distribución espacial de cada grupo a lo largo del trazado y los posibles sitios donde pueden concentrarse durante diferentes periodos climáticos.

En cuanto a la estructura trófica, los mamíferos no voladores fueron clasificados de acuerdo al tipo de recursos aprovechados por cada especie, analizando además el hábito nocturno o diurno y terrestre o arborícola de cada especie, lo cual constituye una separación en la forma de aprovechamiento de los recursos.

Para los quirópteros (murciélagos) se realizó un análisis de la estructura trófica por medio de la metodología propuesta por Soriano (2000), que establece categorías tróficas basadas no sólo en el tipo de recurso aprovechado, sino en la estrategia utilizada para obtenerlo. Teniendo en cuenta que una misma especie con frecuencia pertenece a más de una categoría trófica, pero que no exhibe en igual medida un tipo de dieta u otra, se establece la importancia de cada una de ellas dentro del total de su dieta con una proporción de cero a uno, donde cero es la menor importancia y uno es la mayor. Esta importancia dentro de la dieta de una especie corresponde al valor trófico, cuya suma por especie es siempre igual a uno (1); mientras que la sumatoria dentro de una categoría trófica constituye el Equivalente Trófico (ET), que simboliza la importancia de la dieta dentro de la comunidad, u otro grupo.

○ **Especies de interés.**

La pérdida de la biodiversidad es un fenómeno que ha tenido creciente interés en los últimos años dada la relación entre ésta y el funcionamiento de un ecosistema. Por esta razón son de especial interés aquellas especies de fauna sobre las cuales recae una mayor vulnerabilidad a la desaparición, ya sea por sus rasgos de vida, por la intensa cacería a la que son sometidas, por una distribución restringida o por pérdida de su hábitat.

▪ **Especies amenazadas.**

Para cada grupo de fauna en el área de influencia del trazado, se identificó la categoría de amenaza de las especies registradas, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente de Desarrollo Sostenible (MADS), los libros rojos de Colombia (mamíferos, Rodríguez – Mahecha et al., 2006; reptiles, Castaño-Mora, 2002 y Morales-Betancourt et al., 2015; anfibios, Rueda-Almonacid et al., 2004; aves, Rengifo et al., 2002 y Rengifo et al., 2014) y la lista roja dada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016. Versión 2016-3).

La IUCN con la ayuda de expertos en cada grupo, realiza una evaluación del estado poblacional de diferentes especies, que clasifica en ocho 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 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.

Sin embargo, una misma especie puede ser evaluada en forma diferente a nivel local o regional, para lo cual cada país puede realizar una evaluación diferente, aún basada en los mismos criterios y categorías. Para Colombia esta evaluación es publicada en la serie de libros rojos de Colombia, y a través de la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del MADS.

▪ **Especies en categoría CITES.**

Por otra parte la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres CITES, también realiza un listado de especies con una alta vulnerabilidad, en este caso basado en su valor comercial real o potencial, las cuales ha incluido en tres 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.

▪ **Especies endémicas.**

Otro tipo de especies particularmente frágiles son las endémicas y casi endémicas, las cuales por su baja capacidad de dispersión, requerimientos de hábitat muy específicos o aislamiento geográfico, sólo se presentan en una pequeña localidad y están restringidas a un solo país, por lo que sus poblaciones son escasas y su éxito reproductivo bajo (Begon et al, 2006), situación que tiende a retroalimentarse en forma prolongada en un hábitat poco adecuado para la especie. Así mismo, se determinó la presencia de especies endémicas y

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

casi endémicas, de acuerdo a lo reportado en recursos electrónicos como www.xeno-canto.org, www.reptile-database.org, www.research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia y www.iucnredlist.org.

▪ **Especies Migratorias.**

Las especies migratorias fueron definidas de acuerdo con el Plan de Especies Migratorias (MAVDT y WWF, 2009), el Plan para la Conservación de las Aves Migratorias en Colombia (Fundación ProAves, 2009), Guía de las especies migratorias de la Biodiversidad en Colombia Vol. 1 (Amaya-Espinell y Zapata 2014) y la Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, Murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas Vol. 3 (MADS y WWF Colombia 2013).

Además, la sostenida disminución poblacional es un fenómeno que se observa con frecuencia en las especies migratorias (Fundación ProAves, 2009), dado que la pérdida de hábitat a nivel global afecta directamente sus corredores migratorios y sitios de aprovisionamiento. El fenómeno de la migración, además cambia las dinámicas poblacionales tanto de aves migratorias como residentes, en cuanto que el influjo de poblaciones disminuye la oferta de recursos a nivel local (Hilty y Brown, 2001), por lo que las especies migratorias merecen especial atención dentro de la caracterización ecológica de una zona.

▪ **Tremarctos – Colombia.**

Adicionalmente y de acuerdo a los lineamientos establecidos dentro del Manual de Métodos para la Elaboración de Estudios ambientales se analizaron las especies focales (amenazadas, migratorias y endémicas), y ecosistemas naturales y transformados empleando el sistema de alertas tempranas denominado TREMARCTOS-COLOMBIA, la información obtenida se cotejó con los resultados encontrados en la línea base del actual estudio.

Las colecciones biológicas donde se realizó revisión y entrega del material colectado, que corresponden a: Colecciones Biológicas de la Universidad Antonio Nariño y el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH).

2.3.2.2 Ecosistemas acuáticos.

• **Etapas 1: Recopilación, análisis y evaluación de la información secundaria.**

Las comunidades hidrobiológicas por caracterizar se determinaron teniendo en cuenta los términos de referencia para el proyecto vial, así mismo en función de los ecosistemas acuáticos se consideraron las cuencas del área de estudio, realizando monitoreos aguas arriba y aguas abajo en los principales cuerpos de agua de estas (siempre y cuando el acceso fuese posible). Igualmente, previo a la salida a campo, se revisó la información secundaria correspondiente a los estudios realizados previamente en la zona, con el fin de determinar la red de monitoreos presente en el área de estudio y así, en lo posible proponer monitoreos sobre los mismos puntos para poder realizar análisis multitemporales de la calidad del agua. El desarrollo del Monitoreos de la hidrobiota fue realizado mediante el Permiso de estudio para la recolección de especímenes silvestres de la diversidad biológica bajo **Resolución 0783 del 02 de julio de 2015 del MADS**.

La siguiente sección se divide en dos (2) partes; en la primera se realiza la descripción de las estaciones de muestreo dispuestas en el área de estudio; la segunda describe el proceso metodológico para el desarrollo del monitoreo realizado por el Laboratorio MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

- **Estaciones de muestreo.**

Se establecieron 44 estaciones de muestreo de calidad de agua para el Proyecto. Dicha caracterización se realizó entre los días 26 de febrero al 21 de marzo de 2017. Dichas estaciones se localizaron en los sitios relacionados en la **Tabla 2.40**.

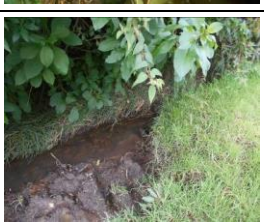
Tabla 2.40 Estaciones de muestreo.

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena y rocas, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación ríparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas, macrófitas emergentes, sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		06-03-2017	954840	597388
QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio, canal recto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arcilla y arena, agua moderadamente turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación ríparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		06-03-2017	955074	597201
QUEBRADA URBANO HUMEADORA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación ríparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas emergentes No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		06-03-2017	955161	597523
QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, canal meándrico, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación ríparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas emergentes. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		27-02-2017	949980	593156

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, canal meándrico, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas emergentes. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		27-02-2017	950086	593036
QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, canal recto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arcilla y arena, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas emergentes. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		27-02-2017	949114	592110
AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal meándrico e inclinado, lecho con estabilidad deposición alta, compuesto por arcilla, arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		02-03-2017	950591	594688
QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal meándrico e inclinado, lecho con estabilidad deposición alta, compuesto por arcilla, arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		02-03-2017	950603	594509

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena, hojarasca y rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		02-03-2017	950979	594734
QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal meándrico e inclinado, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		05-03-2017	951604	595195
QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal meándrico e inclinado, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		05-03-2017	952102	594886
AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por rocas y arena, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		05-03-2017	954168	596477
QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo y arcilla, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		04-03-2017	952234	595503

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal recto cubierto de vegetación, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo y arcilla, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación muy baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		04-03-2017	952271	595345
QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, inclinado tipo cascada, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		04-03-2017	951875	595341
QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo y arcilla, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		28-02-2017	950179	593808
QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal recto cubierto de vegetación, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo, arcilla y hojarasca, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		28-02-2017	949327	591577
QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, canal expandido recto cubierto de vegetación y hojarasca, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo, arcilla y hojarasca, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas No se presentan olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		28-02-2017	950297	594011

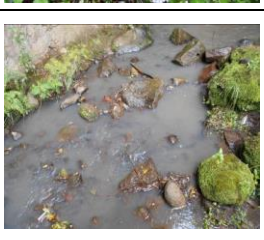
 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO REGIONAL UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo-medio, canal recto, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por limo y arcilla, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		08-03-2017	955872	598885
QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua medio-alto, canal meándrico, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		08-03-2017	956019	598991
QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo, canal recto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por limo y arcilla, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		03-03-2017	951107	595359
QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo y empozado, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por limo, arcilla y hojarasca, agua levemente turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		03-03-2017	950823	594809
QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lótico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena y rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		09-03-2017	950982	593341

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		UNIÓN DEL SUR

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena y rocas, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		09-03-2017	956740	599033
QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena, limo y arcilla, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		07-03-2017	954623	597220
ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo, lecho con estabilidad deposición moderada cubierto de vegetación, compuesto por arena, limo y arcilla, agua con turbiedad leve. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		07-03-2017	955908	598687
RIO BOQUERÓN AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, de canal meándrico con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena y rocas, agua con turbiedad moderada y alta velocidad. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		26-02-2017	947873	591368

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
RIO BOQUERÓN AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lótico, de canal meándrico con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena y rocas, agua con turbiedad moderada y alta velocidad. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		26-02-2017	948589	590972
RIO GUÁITARA Cuerpo de agua lótico, de canal recto con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad deposición moderada, compuesto por arena, limo y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		26-02-2017	948503	590762
QUEBRADA NN3 Cuerpo de agua lótico, de canal recto con un nivel de agua muy bajo, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena, limo y rocas, agua clara. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		26-02-2017	947096	589672
AF QUEBRADA SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lótico, de canal recto con un nivel de agua bajo, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena, limo y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		12-03-2017	954815	601862

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL UNIÓN DEL SUR
---	--	--	--

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
AF QUEBRADA SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóatico, con caída de agua tipo cascada, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad deposición baja, compuesto por arena, limo y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		12-03-2017	954467	601562
AF QUEBRADA EL TABLÓN AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóatico, canal meándrico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena, limo y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		12-03-2017	955135	600723
QUEBRADA EL TABLON AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóatico, de pequeñas dimensiones, con un nivel de agua bajo, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y limo, agua turbia. Perturbación de la vegetación baja, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		12-03-2017	955333	600464
QUEBRADA SARACONCHA AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóatico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		14-03-2017	953962	604651

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		14-03-2017	953970	604830
QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Presencia de macrófitas Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		14-03-2017	953397	602713
QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua bajo-medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		13-03-2017	953962	601557
QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		13-03-2017	955044	602720
QUEBRADA EL MACAL AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, agua turbia y con alta velocidad. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		13-03-2017	954870	603721

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNION DEL SUR
---	---	--	--

PUNTO DE MUESTREO	FOTOGRAFÍA	FECHA	COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE)	
			ESTE	NORTE
RÍO GUÁITARA 2 Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, amplias dimensiones, agua turbia y con alta velocidad. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		16-03-2017	957634	607421
RÍO SAPUYES AGUAS ARRIBA Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, amplias dimensiones, agua turbia y con alta velocidad. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		15-03-2017	954977	605045
RÍO SAPUYES AGUAS ABAJO Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, amplias dimensiones, agua turbia y con alta velocidad. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		15-03-2017	955466	604839
RÍO GUÁITARA 3 Cuerpo de agua lóxico, con un nivel de agua medio-alto, lecho con estabilidad, deposición baja, compuesto por arena y rocas, amplias dimensiones, agua turbia y con alta velocidad. Perturbación de la vegetación moderada, se observa que el uso local del suelo es bosque nativo. Vegetación riparia compuesta de una cobertura de arbustos y hierbas. Sin olores característicos ni presencia de aceites sobre el cuerpo de agua.		27-03-2017	956508	600552

Fuente: Consorcio SH., 2017.

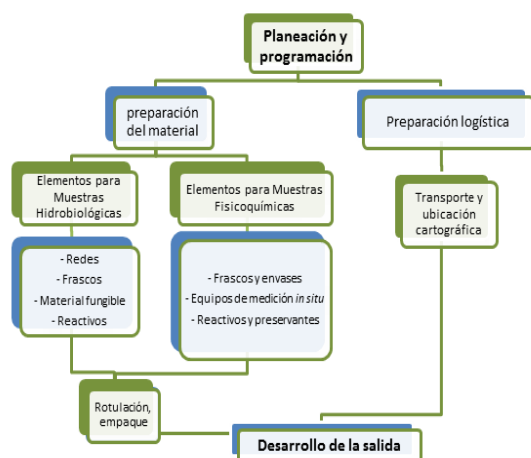
- **Proceso metodológico.**

Los métodos empleados para la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica del área de estudio, se encuentran fundamentados en los textos de la APHA-AWWA-WPCF (*American Public Health Association*), AWWA (*American Water Works Association*) y WPCF (*Water Pollution Control Federation*), en el *Standard Methods* Edición 22 (2012).

○ **Etapas de preparación.**

Esta etapa es fundamental para el adecuado funcionamiento de los demás procesos, pues es aquí donde se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la **Figura 2.9**, se muestran los pasos que se siguieron durante esta etapa, con la finalidad de determinar los puntos de monitoreo y las pruebas a realizar en cada uno de ellos.

Figura 2.9 Actividades de la etapa de preparación.

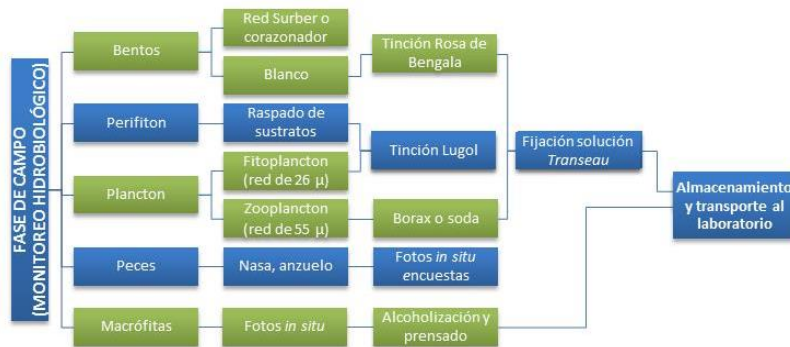


Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

• **Etapas de campo comunidades hidrobiológicas.**

Durante esta fase se efectúan todas las actividades involucradas en la salida de campo. Después de identificar los puntos de monitoreo, se desarrolló la toma de muestras dependiendo de la comunidad específica que se deseaba tener en cuenta. Una vez tomadas, éstas fueron rotuladas y registradas correctamente en formatos de campo incluyendo fecha y hora de muestreo, responsable de la toma, origen y estado de las mismas, tipo de comunidad, tipo de fijación y otras observaciones pertinentes. Las muestras fueron enviadas y analizadas en las instalaciones de los laboratorios de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. (los cuales cuentan con certificación ISO 9001:2008 y que está acreditado ante el IDEAM (**Figura 2.10**).

Figura 2.10 Actividades de la etapa de campo para el muestreo hidrobiológico.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

- **Comunidad planctónica.**

La toma de muestras de las comunidades planctónicas (Fitoplancton y Zooplancton) se realiza empleando un balde de 10 L y una red de diámetro de ojo de malla de 26 µm para colecta de fitoplancton y una red de 55 µm de ojo de malla para la colecta de zooplancton. Estos instrumentos son previamente purgados (lavados con agua del punto de monitoreo), con el fin de eliminar contaminación proveniente de otros cuerpos de agua que hayan sido monitoreados anteriormente con los mismos elementos. Para la toma de muestras se seleccionó una zona con baja velocidad de corriente, en donde se colectan como máximo 150 L por punto de muestreo

Fotografía 2.28.

Posteriormente, se realiza la preservación de la muestra, la cual varía dependiendo la comunidad. La muestra concentrada correspondiente a la comunidad fitoplanctónica es vaciada en frascos plásticos ámbar de 250 mL y posteriormente fijada con solución Transeau (agua destilada, alcohol al 90% y formol al 40%, mezclados en proporción 6:3:1) en proporción 1:1 por volumen de muestra; para facilitar la observación e identificación de los microorganismos se agregan unas gotas de Lugol. Finalmente, las muestras son rotuladas y almacenadas en cadenas de custodia y formatos de campo. Por otra parte, las muestras correspondientes a la comunidad zooplanctónica son depositadas en frascos ámbar debidamente etiquetados, adicionándoles un agente narcótico (soda y/o trazas de bórax), una vez los microorganismos se encuentran adormecidos (proceso que demora aproximadamente 30 minutos posterior a la adición del agente narcotizante), se añade una solución fijadora (Etanol 70%). Las muestras obtenidas son trasladadas al laboratorio para su posterior análisis. Esta comunidad fue evaluada únicamente para los cuerpos de agua lénticos monitoreados (**Tabla 2.41**;

Fotografía 2.28).

Tabla 2.41 Esfuerzo de muestreo Plancton.

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	PLANCTON VOLUMEN FILTRADO (L)
SUP 1	AF Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO	Lótico	100
SUP 2	AF Q. SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA		
SUP 3	AF Q. SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA		
SUP 4	AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 5	AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 6	LA CUEVA AGUAS ARRIBA		
SUP 7	Q. EL MACAL AGUAS ABAJO		
SUP 8	Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO		
SUP 9	QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA		
SUP 10	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO		
SUP 11	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA		
SUP 12	QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA		
SUP 13	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO		
SUP 14	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 15	QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA		
SUP 16	QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 17	QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 18	QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO		
SUP 19	QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO		
SUP 20	QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO		
SUP 21	QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA		
SUP 22	QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO		
SUP 23	QUEBRADA MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 24	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ABAJO		
SUP 25	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ARRIBA		
SUP 26	QUEBRADA NN3		
SUP 27	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO		
SUP 28	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA		
SUP 29	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO		
SUP 30	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA		
SUP 31	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ABAJO		
SUP 32	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ARRIBA		
SUP 33	QUEBRADA URBANO HUMEADORA		
SUP 34	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO		
SUP 35	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA		
SUP 36	RIO BOQUERÓN AGUAS ABAJO		
SUP 37	RIO BOQUERÓN AGUAS ARRIBA		
SUP 38	RIO GUÁITARA		
SUP 39	RIO GUÁITARA 2		
SUP 40	RIO GUÁITARA 3		
SUP 41	RIO SAPUYES AGUAS ABAJO		
SUP 42	RIO SAPUYES AGUAS ARRIBA		
SUP 43	ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO		
SUP 44	ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Fotografía 2.28 Toma de muestra de la comunidad planctónica.



Quebrada La Honda aguas arriba (Municipio de Contadero: coordenadas (magna sirgas origen oeste) E950297 N 594011)
 Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

- **Perifiton.**

La colecta de muestras de la comunidad perifítica se realizó raspando sustratos completamente sumergidos en el cuerpo de agua como rocas, troncos, hojas o cualquier otro tipo de sustrato natural o artificial, el cual evidenció señales de llevar varios días sumergidos, teniendo en cuenta adicionalmente que el área donde se realizó el monitoreo tenía incidencia directa del Sol.

Para retirar del sustrato el material perifítico, se empleó como instrumento colector un cepillo teniendo en cuenta un área de raspado la cual correspondió a un cuadrante de 36 cm², sobre sustratos diferentes, con el fin de obtener un área representativa de los sustratos presentes en el cuerpo de agua (≥ 72 cm²), en un transecto de 100m por cada estación monitoreada (**Tabla 2.42**).

El material retirado de las diferentes estructuras fue lavado y resuspendido dentro de una botella plástica ámbar, agitando el cepillo dentro del recipiente, adicionando unas gotas de Lugol y usando como preservante solución transeau en relación 1:1, con el fin de facilitar la identificación de los microorganismos en el laboratorio. Finalmente, las muestras fueron rotuladas, registradas en las planillas de campo y almacenadas en una nevera de icopor para su traslado al laboratorio (**Fotografía 2.29**).

Tabla 2.42 Esfuerzo de muestreo Perifiton.

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	PERIFITON
			ÁREA MUESTREADA (CM ²)
SUP 1	AF Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO	Lótico	72
SUP 2	AF Q. SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA		
SUP 3	AF Q. SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA		
SUP 4	AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 5	AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 6	LA CUEVA AGUAS ARRIBA		
SUP 7	Q. EL MACAL AGUAS ABAJO		
SUP 8	Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO		
SUP 9	QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA		

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	PERIFITON
			ÁREA MUESTREADA (CM²)
SUP 10	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO		
SUP 11	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA		
SUP 12	QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA		
SUP 13	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO		
SUP 14	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 15	QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA		
SUP 16	QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 17	QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 18	QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO		
SUP 19	QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO		
SUP 20	QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO		
SUP 21	QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA		
SUP 22	QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO		
SUP 23	QUEBRADA MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 24	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ABAJO		
SUP 25	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ARRIBA		
SUP 26	QUEBRADA NN3		
SUP 27	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO		
SUP 28	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA		
SUP 29	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO		
SUP 30	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA		
SUP 31	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ABAJO		
SUP 32	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ARRIBA		
SUP 33	QUEBRADA URBANO HUMEADORA		
SUP 34	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO		
SUP 35	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA		
SUP 36	RIO BOQUERÓN AGUAS ABAJO		
SUP 37	RIO BOQUERÓN AGUAS ARRIBA		
SUP 38	RIO GUÁITARA		
SUP 39	RIO GUÁITARA 2		
SUP 40	RIO GUÁITARA 3		
SUP 41	RIO SAPUYES AGUAS ABAJO		
SUP 42	RIO SAPUYES AGUAS ARRIBA		
SUP 43	ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO		
SUP 44	ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017

Fotografía 2.29 Toma de muestra de la comunidad perifítica.



Quebrada Yamurayan aguas abajo (Municipio de Contadero: coordenadas (magna sírgas origen oeste) E949327 N591577)
 Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

• **Comunidad de macroinvertebrados acuáticos.**

La muestra de macroinvertebrados fue compuesta por varias submuestras para cada punto de monitoreo; fueron elegidas múltiples zonas con características diferentes teniendo en cuenta: incidencia de la corriente de agua, tipo de sustrato, velocidad del agua, entre otros. Esto permitió caracterizar diferentes grupos de macroinvertebrados, obteniendo así una muestra integral y representativa del ecosistema evaluado.

La muestra fue tomada utilizando la red Surber (363 µm de ojo de malla), en seis zonas diferentes en un transecto de 100m (**Tabla 2.43**). Posterior a la selección del área, la red fue ubicada sobre el lecho en contracorriente, removiendo el sustrato dentro del área correspondiente al cuadrante, de tal modo que el material removido fue arrastrado por la corriente hacia el interior del cono de la red (**Fotografía 2.30**). Los barridos fueron realizados donde los organismos tengan mayor probabilidad de ocurrencia. En zonas donde la corriente fue muy baja o casi nula, con ayuda de la mano o de los pies se generó corriente para que los organismos que fueron removidos del sustrato fueran dirigidos hacia el cono de la red.

Tabla 2.43 Esfuerzo de muestreo Macroinvertebrados acuáticos.

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	BENTOS
			ÁREA MUESTREADA RED SURBER:(M²)
SUP 1	AF Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO	Lótico	0,54
SUP 2	AF Q. SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA		
SUP 3	AF Q. SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA		
SUP 4	AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 5	AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 6	LA CUEVA AGUAS ARRIBA		
SUP 7	Q. EL MACAL AGUAS ABAJO		
SUP 8	Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO		
SUP 9	QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA		
SUP 10	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO		
SUP 11	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA		
SUP 12	QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA		
SUP 13	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO		
SUP 14	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 15	QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA		
SUP 16	QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 17	QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 18	QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO		
SUP 19	QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO		
SUP 20	QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO		
SUP 21	QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA		
SUP 22	QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO		
SUP 23	QUEBRADA MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 24	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ABAJO		
SUP 25	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ARRIBA		
SUP 26	QUEBRADA NN3		
SUP 27	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO		

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	BENTOS
			ÁREA MUESTREADA RED SURBER:(M ²)
SUP 28	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA		
SUP 29	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO		
SUP 30	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA		
SUP 31	QUEBRADA SARACONCHA AGUAS ABAJO		
SUP 32	QUEBRADA SARACONCHA AGUAS ARRIBA		
SUP 33	QUEBRADA URBANO HUMEADORA		
SUP 34	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO		
SUP 35	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA		
SUP 36	RIO BOQUERÓN AGUAS ABAJO		
SUP 37	RIO BOQUERÓN AGUAS ARRIBA		
SUP 38	RIO GUÁITARA		
SUP 39	RIO GUÁITARA 2		
SUP 40	RIO GUÁITARA 3		
SUP 41	RIO SAPUYES AGUAS ABAJO		
SUP 42	RIO SAPUYES AGUAS ARRIBA		
SUP 43	ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO		
SUP 44	ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Fotografía 2.30 Muestreo de la comunidad bentónica.



Quebrada cauyarín aguas arriba (municipio de contadero: coordenadas (magna sirgas origen oeste) E950179 N593808)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Las muestras obtenidas fueron depositadas en bolsas herméticas tipo Ziploc por separado, fijadas con solución transeau y teñidas con rosa de bengala (para facilitar su respectiva separación en el laboratorio). Luego fueron selladas herméticamente, rotuladas y empacadas para su posterior identificación en el laboratorio.

• Ictiofauna.

La caracterización de la comunidad se efectuó empleando los siguientes artes de pesca:

Atarraya: Arte de pesca activo que permite la captura de organismos de diferentes tallas, en todos los estratos de la columna de agua. Se emplea una atarraya con una altura máxima de 1,8 m y ojo de malla de 1 cm, realizando lances por un periodo de tiempo máximo de dos horas, con un máximo de 25 lances.

Red de arrastre: Se emplea una red de máximo 6 m de longitud y 2 m de altura. En cada estación de muestreo se realizarán un máximo de 15 arrastres por transecto de 10 m (**Tabla 2.44; Fotografía 2.31**).

La técnica de colecta corresponde a anestesia con esencia de clavo de olor. Posteriormente, los peces cuyo tamaño no supere los 10 cm de longitud, son fijados con formol al 10%, sumergiéndolos en este reactivo en frascos de boca ancha y cierre hermético, mientras que los ejemplares de tallas superiores a 15 cm, adicionalmente serán inyectados con formol al 10% por medio de una jeringa en diversas zonas del cuerpo (bases de las aletas pectorales y dorsales, ano, boca y músculo), para asegurar la fijación de sus tejidos. El transporte de estos últimos se realiza en bolsas ziploc perforadas, sumergidas en canecas de 20 L con formol al 10%. Se depositan las muestras en un contenedor plástico o una nevera de icopor, diligenciando la información en cadenas de custodia y formatos de campo correspondiente al método y esfuerzo de muestreo.

Tabla 2.44 Esfuerzo de muestreo Ictiofauna.

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	FAUNA ÍCTICA	
			RED DE ARRASTRE (NÚMERO DE ARRASTRES)	ATARRAYA (NÚMERO DE LANCES)
SUP 1	AF Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO	Lótico	5	No fue realizado*
SUP 2	AF Q. SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA			
SUP 3	AF Q. SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA			
SUP 4	AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA			
SUP 5	AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA			
SUP 6	LA CUEVA AGUAS ARRIBA			
SUP 7	Q. EL MACAL AGUAS ABAJO			
SUP 8	Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO			
SUP 9	QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA			
SUP 10	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO			
SUP 11	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA			
SUP 12	QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA			
SUP 13	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO			
SUP 14	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA			
SUP 15	QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA			
SUP 16	QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA			
SUP 17	QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA			
SUP 18	QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO			
SUP 19	QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO			
SUP 20	QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO			
SUP 21	QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA			
SUP 22	QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO			
SUP 23	QUEBRADA MANZANO AGUAS ARRIBA			
SUP 24	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ABAJO			
SUP 25	QUEBRADA MOLEDORES AGUAS ARRIBA			
SUP 26	QUEBRADA NN3			

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	FAUNA ÍCTICA	
			RED DE ARRASTRE (NÚMERO DE ARRASTRES)	ATARRAYA (NÚMERO DE LANCES)
SUP 27	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO			
SUP 28	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA			
SUP 29	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO			
SUP 30	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA			
SUP 31	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ABAJO			
SUP 32	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ARRIBA			
SUP 33	QUEBRADA URBANO HUMEADORA			
SUP 34	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO			
SUP 35	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA			
SUP 36	RIO BOQUERÓN AGUAS ABAJO			
SUP 37	RIO BOQUERÓN AGUAS ARRIBA			
SUP 38	RIO GUÁITARA			5
SUP 39	RIO GUÁITARA 2			
SUP 40	RÍO GUÁITARA 3			
SUP 41	RIO SAPUYES AGUAS ABAJO			
SUP 42	RIO SAPUYES AGUAS ARRIBA			No fue realizado*
SUP 43	ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO			
SUP 44	ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA			

*Arte de pesca no empleado debido a las características morfológicas de los cuerpos de agua.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Fotografía 2.31 Muestreo de ictiofauna.



Río Guáitara (Municipio de Ipiales, coordenadas (magna sirgas origen oeste): E948503 N590762)



Río Guáitara 2 (Municipio de Ipiales: coordenadas (magna sirgas origen oeste) E957634 N607421)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Se realizan adicionalmente entrevistas a los habitantes de la zona con el fin de obtener información de las especies de fauna con hábitos estacionales o migratorios, las cuales no son evidentes durante todo el año y

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

posiblemente no son observados en el momento de realizar la fase de campo del estudio. Así mismo, se obtiene información relacionada con la riqueza de los grupos de vertebrados e indicios sobre los estados poblacionales, nombres comunes empleados localmente y la importancia de estas especies a nivel comercial y/o cultural.

- **Macrófitas acuáticas.**

Colecta manual en cuadrantes dispuestos sobre transecto paralelo

Se realiza para cada estación de muestreo un máximo de cinco cuadrantes de 1 m² (1 x 1 m) sobre un transecto de 50m de largo. Este último está dispuesto de manera paralela sobre la orilla del sistema acuático, exactamente en la parte intermedia entre el área terrestre y el área acuática (zona litoral). En cada cuadrante se estimará la cobertura (en porcentaje) de las distintas morfoespecies de macrófitas. Posterior a obtener los porcentajes de cobertura, se toma un registro fotográfico detallado de las diferentes estructuras vegetativas de las morfoespecies presentes en cada uno de los cuadrantes dentro de las que se incluyen: tallo, hojas (haz y envés), peciolo, flor, fruto, raíz, vellosidades, detalle de las estructuras reproductivas, panorámicas, entre otros. En caso de no lograr identificar taxonómicamente algún ejemplar, el mismo es recolectado definitivamente para su preservación y transporte al laboratorio.

El material colectado se limpia previamente con abundante agua, con el fin de eliminar los excesos de materia orgánica o sedimento adherido a las raíces u hojas y se prensa en papel periódico. Cada espécimen se preserva con alcohol al 70%. El material se transporta en contenedores plásticos o de icopor, diligenciando la información correspondiente al muestreo en cadenas de custodia y formatos de campo (**Fotografía 2.32**). En la (**Tabla 2.45**) se resume el esfuerzo muestral en cada estación.

Fotografía 2.32 Monitoreo de macrófitas.



Río Guaitara (Municipio de Ipiales: COORDENADAS (MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE) E948503 N590762)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

Tabla 2.45 Esfuerzo de muestreo Macrófitas acuáticas.

2. GENERALIDADES	Página 142
------------------	------------

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	MACRÓFITAS
			ÁREA MUESTREADA (M²)
SUP 1	AF Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO	Lótico	5
SUP 2	AF Q. SAN FRANCISCO 2A AGUAS ARRIBA		
SUP 3	AF Q. SAN FRANCISCO 2B AGUAS ARRIBA		
SUP 4	AFLUENTE HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 5	AFLUENTE QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 6	LA CUEVA AGUAS ARRIBA		
SUP 7	Q. EL MACAL AGUAS ABAJO		
SUP 8	Q. EL TABLÓN AGUAS ABAJO		
SUP 9	QUEBRADA ARRAYANES AGUAS ARRIBA		
SUP 10	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ABAJO		
SUP 11	QUEBRADA BRIGADA AGUAS ARRIBA		
SUP 12	QUEBRADA CUAYARIN AGUAS ARRIBA		
SUP 13	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ABAJO		
SUP 14	QUEBRADA CULANTRO AGUAS ARRIBA		
SUP 15	QUEBRADA EL MACAL AGUAS ARRIBA		
SUP 16	QUEBRADA EL MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 17	QUEBRADA EL MANZANO HUMEADORA AGUAS ARRIBA		
SUP 18	QUEBRADA HONDA AGUAS ABAJO		
SUP 19	QUEBRADA HUMEADORA AGUAS ABAJO		
SUP 20	QUEBRADA LA CUEVA AGUAS ABAJO		
SUP 21	QUEBRADA LA HONDA AGUAS ARRIBA		
SUP 22	QUEBRADA MANZANO AGUAS ABAJO		
SUP 23	QUEBRADA MANZANO AGUAS ARRIBA		
SUP 24	QUEBRADA MOLEDOROS AGUAS ABAJO		
SUP 25	QUEBRADA MOLEDOROS AGUAS ARRIBA		
SUP 26	QUEBRADA NN3		
SUP 27	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ABAJO		
SUP 28	QUEBRADA SAN FRANCISCO 2 AGUAS ARRIBA		
SUP 29	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ABAJO		
SUP 30	QUEBRADA SAN FRANCISCO AGUAS ARRIBA		
SUP 31	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ABAJO		
SUP 32	QUEBRADA SARAONCHA AGUAS ARRIBA		
SUP 33	QUEBRADA URBANO HUMEADORA		
SUP 34	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ABAJO		
SUP 35	QUEBRADA YAMURAYAN AGUAS ARRIBA		
SUP 36	RIO BOQUERON AGUAS ABAJO		
SUP 37	RIO BOQUERON AGUAS ARRIBA		
SUP 38	RIO GUÁITARA		
SUP 39	RIO GUÁITARA 2		
SUP 40	RIO GUÁITARA 3		
SUP 41	RIO SAPUYES AGUAS ABAJO		
SUP 42	RIO SAPUYES AGUAS ARRIBA		
SUP 43	ZANJA CHORRERA AGUAS ABAJO		
SUP 44	ZANJA CHORRERA CHIQUITO AGUAS ARRIBA		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

- Etapa de laboratorio muestras hidrobiológicas.

En esta etapa se realizó el análisis de las muestras colectadas en campo mediante la determinación de la composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas en las estaciones de monitoreo evaluadas. La etapa de laboratorio es una de las más importantes por cuanto se obtienen los resultados de las comunidades monitoreadas (**Anexo 15. Monitoreos - Monitoreo Calidad de Aguas Superficiales**). Las actividades pertenecientes a esta etapa se observan en la **Figura 2.11**.

Figura 2.11 Actividades de la etapa de laboratorio para las comunidades hidrobiológicas.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

– Perifiton.

El recuento e identificación de los organismos se realizó utilizando una placa Sedgwick-Rafter. Se contabilizaron los organismos encontrados en varias tiras de visión, mediante barridos en zigzag, utilizando un microscopio de luz compuesto, en un aumento de 40X; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012).

La identificación y ubicación taxonómica se realizó con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham y Needham (1962), Bicudo y Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al. (1982), Anagnostidis y Komarek (1986, 1989), Lopretto y Tell (1995). Para la ubicación taxonómica de estas comunidades se empleó la base de datos ITIS.

– Comunidad Bentónica.

Las muestras colectadas de macroinvertebrados acuáticos, se separarán en tamices de diferente micraje (500 µm y 1,18 mm) y se analizarán sobre bandejas esmaltadas blancas, cajas de petrí y portaobjetos con ayuda de un microscopio de luz o estereoscopio (aumentos de 10x y 40x), según la necesidad. Para la identificación de la comunidad bentónica y su ubicación taxonómica, se utilizó bibliografía especializada como: Linares y Vera (2012), Epler (2010, 2006), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Roughley y Solis (2008), Domínguez et al. (2006), Heckman (2006), Manzo (2005), Oliveira et al. (2005), Zúñiga et al. (2004), Posada-García y Roldán (2003), Roldán (2003, 1996 y 1989), Fernández y Domínguez (2001), Rodríguez et al. (1992), Mc Cafferty (1981), entre otros.

Para el bentos, se tiene en cuenta el total de individuos contabilizados en cada taxón determinado y el área de muestreo (red Surber), registrando de esta forma el total de individuos por unidad de área, en este caso por metro cuadrado (Ind/m²).

– Comunidad Plancónica.

El recuento e identificación de los organismos se realizó utilizando una placa Sedgwick-Rafter. Se contabilizaron los organismos encontrados en varias tiras de visión, mediante barridos en zig-zag, utilizando un microscopio de luz compuesto, en un aumento de 40X para fitoplancton y en aumentos de 10X y 40X para zooplancton; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012). Los conteos se realizaron por cada morfoespecie observada.

La identificación y ubicación taxonómica se realizó con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham y Needham (1962), Bicudo y Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al. (1982), Anagnostidis y Komarek (1986, 1989), Roldán (1989), Lopretto y Tell (1995) y la ubicación taxonómica de estas comunidades se empleó la base de datos ITIS.

– Ictiofauna.

Cada ejemplar colectado se examina bajo un estereoscopio en el cual se observan diversas características de acuerdo al grupo taxonómico al que pertenece cada organismo. Algunas de las características más comunes que se observan son el número de escamas, la configuración de la dentadura, número de radios y espinas en las aletas, entre otros.

La determinación taxonómica se basa en claves especializadas, descripciones y listados de especies. Los ejemplares determinados se separan por morfoespecies y estaciones de muestreo en frascos de vidrio preservados con alcohol al 75%, se etiquetan con la información básica de la colecta (colector, lugar, fecha, etc.).

– Macrófitas acuáticas.

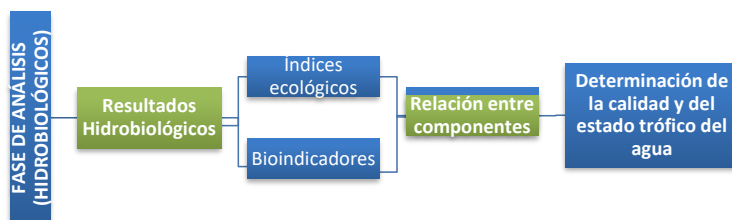
Para las macrófitas acuáticas, se realizó una observación de las estructuras vegetativas del material colectado, y la revisión de fotografías para observar y detallar características no perdurables como el color, para la identificación de familias con ayuda de la clave taxonómica (Gentry, 1993) y la realización de la fórmula floral para la identificación de géneros y especies (Velásquez, 1994: APGIV, 2016).

Para algunas determinaciones se diseccionaron las macrófitas con la ayuda de un estereoscopio (aumentos de 6x, 60x, pinzas y agujas finas; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012). La confirmación de jerarquías se realizó con ayuda de la sistemática taxonómica APGIV (2016) del Herbario virtual de Trópicos.

• Etapa de análisis parámetros hidrobiológicos.

Esta fase está constituida por la tabulación y evaluación de los resultados obtenidos y la posterior determinación del estado trófico de las estaciones de muestreo. En la **Figura 2.12**, se observan las actividades que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos de dicha etapa.

Figura 2.12 Actividades de la etapa de análisis.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2017.

- **Estructura y composición.**

A partir de los resultados obtenidos en laboratorio para cada una de las comunidades hidrobiológicas muestreadas, se describe la composición de cada comunidad hasta el nivel taxonómico de morfoespecie, es decir, el consolidado de las especies registradas para la comunidad y la abundancia o número de individuos por sitio de muestreo. Con este objetivo, los datos obtenidos fueron recopilados en tablas primarias considerando como unidades de densidad: individuos/cm² para perifiton, individuos/ m² para macroinvertebrados; o individuos/ml, en el caso de las comunidades planctónicas. Adicionalmente se realizan gráficas de riqueza y abundancia por división o phylum, para el bentos, Perifiton, fitoplancton y zooplancton.

- **Atributos ecológicos.**

Se calcularon la riqueza y diversidad de las comunidades hidrobiológicas estudiadas, a partir de las matrices de abundancias de cada morfoespecie en las estaciones evaluadas. Los índices de diversidad han sido usados normalmente con el fin de caracterizar de alguna manera las relaciones de abundancia de las especies en una comunidad. La diversidad se define por dos componentes: (1) el número total de especies y (2) la equidad o manera como las abundancias se distribuyen entre las especies en una muestra dada. La combinación de ambos se expresa en los índices de diversidad. Estos atributos ecológicos fueron calculados por medio del programa PAST 3.0®, de libre acceso (Hammer et al., 2001). A continuación se describe brevemente el fundamento teórico de los análisis realizados:

- **Índice de shannon-wiener.**

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

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 (Magurran, 1988; Peet, 1974). 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). Normalmente toma valores entre 1 y 4.5 y valores mayores a 3 son típicamente interpretados como "diversos".

- **Índice de dominancia.**

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

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

Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Cuanta más alta es esta probabilidad, menos diversa es la comunidad. 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).

○ **Equidad de pielou.**

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \text{ Donde } H'_{max} = \ln(S).$$

El índice de equidad o uniformidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

• **Correlación de parámetros físicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos.**

A partir de los resultados obtenidos, fueron realizados diferentes análisis estadísticos, principalmente multivariados, que constituyen métodos estadísticos cuya finalidad es el análisis de datos en los que se cuenta con más de dos variables medidas para cada caso. A continuación se describen las herramientas empleadas para el presente estudio.

– **Coefficiente de correlación de Spearman.**

Estos coeficientes serán calculados para establecer correlaciones entre las variables ambientales y biológicas, en caso de que los análisis multivariados no arrojen resultados significativos. El coeficiente de correlación de Spearman es una medida no paramétrica de asociación basada en rangos, que puede ser usado para variables discretas o continuas no necesariamente normales. También este coeficiente puede ser usado para medir asociaciones en variables cualitativas ordinales (Balzarini et al., 2008). La hipótesis estadística nula que se plantea en este análisis es la falta de asociación de las variables, por lo cual el propósito fue evaluar la posibilidad de rechazar dicha hipótesis. El software estadístico utilizado para este análisis fue InfoStat[®], en su versión libre (Di Rienzo et al., 2008).

2.3.2.2.1 Análisis multitemporal de los ecosistemas acuáticos en el área de estudio.

El análisis multitemporal contempló resultados entre los años 2016 (agosto y diciembre) y 2017 de las comunidades hidrobiológicas, el tratamiento de la información se realiza en dos etapas:

La *primera*, reúne y analiza la información biológica existente para todos los puntos monitoreados en el área de estudio, correspondientes a 26 cuerpos de agua y 44 puntos de monitoreo (Ver **Tabla 2.46**).

Tabla 2.46 Estaciones de muestreo – Proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo San Juan - Pedregal.

NÚMERO	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
		ESTE	NORTE
1	Quebrada NN3 aguas arriba	947096	589672
2	Río Guáitara	948503	590762
3	Río Boquerón aguas arriba	947873	591368
4	Río Boquerón aguas abajo	948589	590972
5	Quebrada Yamurayán aguas arriba	949114	592110
6	Quebrada Yamurayán aguas abajo	949327	591577
7	Quebrada San Francisco aguas arriba	949980	593156
8	Quebrada San Francisco aguas abajo	950086	593036
9	Quebrada Cuayarín (Honda) aguas arriba	950179	593808
10	Quebrada Honda aguas arriba	950297	594011
11	Quebrada Honda aguas abajo	950982	593341
12	Quebrada afluente a la quebrada Culantro aguas arriba	950591	594688
13	Quebrada Culantro aguas arriba	950823	594809
14	Quebrada Culantro aguas abajo	950603	594509
15	Quebrada La Cueva aguas arriba	951107	595359
16	Quebrada La Cueva aguas abajo	950979	594734
17	Quebrada afluente a la quebrada Manzano aguas arriba	951604	595195
18	Quebrada El Manzano aguas arriba	951875	595341
19	Quebrada El Manzano aguas abajo	952102	594886
20	Quebrada Brigada aguas arriba	952234	595503
21	Quebrada Brigada aguas abajo	952271	595345
22	Afluente a la quebrada Humeadora aguas arriba	954168	596477
23	Quebrada Los Arayanes (Humeadora) aguas arriba	954623	597220
24	Quebrada El Manzano (Humeadora) aguas arriba	954840	597388
25	Quebrada Urbano (Humeadora) aguas arriba	955161	597523
26	Quebrada Humeadora aguas abajo	955074	597201
27	Zanja Chorrera Chiquita aguas arriba	955908	598687
28	Zanja Chorrera Chiquita aguas abajo	956740	599033
29	Quebrada Moledores aguas arriba	955872	598885
30	Quebrada Moledores aguas abajo	956019	598991
31	Quebrada El Tablón aguas abajo	955333	600464
32	Afluente quebrada El Tablón Aguas abajo	955135	600723
33	Afluente a la quebrada San Francisco 2 aguas arriba	954815	601862
34	Afluente a la quebrada San Francisco 2 aguas arriba	954467	601562
35	Quebrada San Francisco 2 aguas arriba	953962	601557
36	Quebrada San Francisco 2 aguas abajo	955044	602720
37	Quebrada El Macal aguas arriba	953397	602713
38	Quebrada El Macal aguas abajo	954870	603721
39	Quebrada Saraconcha aguas arriba	953962	604651
40	Quebrada Saraconcha aguas abajo	953970	604830
41	Río Sapuyes aguas arriba	954977	605045
42	Río Sapuyes aguas abajo	955466	604839
43	Río Guáitara 2	957634	607421
44	Río Guáitara 3	956508	600552

Fuente: Consorcio SH., 2017.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

La *segunda*, seleccionó aquellos cuerpos de agua que presentan monitoreos con una continuidad espacio – temporal y datos biológicos completos para las comunidades. Se realiza dicho análisis, teniendo en cuenta que en el área de influencia del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan – Pedregal se han realizado estudios previos de la calidad del agua en las principales corrientes. Para realizar el análisis multitemporal, se tomó la información de los monitoreos que realizó el Consorcio SH, en el área de estudio, mediante la contratación del laboratorio Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. (laboratorio acreditado por el IDEAM bajo la resolución 1556 del 14 de agosto de 2015, modificada por la Resolución 2191 del 7 de octubre de 2015 para la realización de monitoreos de calidad del agua) y el laboratorio INCO AMBIENTAL S.A.S. (laboratorio acreditado por el IDEAM bajo la resolución 2189 del 07 de octubre de 2015, para la realización de monitoreos de calidad del agua), estudios en los cuales se ubicaron 9 cuerpos de agua en el tramo San Juan - Pedregal.

El nombre de las estaciones con sus respectivas coordenadas y la fecha en la que fueron realizados los monitoreos se encuentra en la **Tabla 2.46** y en la **Tabla 2.47** se presentan los resultados.

Tabla 2.47 Ecosistemas acuáticos seleccionados para el análisis multitemporal del área de estudio.

ID	NOMBRE DE LA ESTACIÓN EN EL ESTUDIO QUE SE TOMO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		FUENTE	FECHA DE MUESTREO
		ESTE	NORTE		
M1	Río Guátara	948495	590756	ASOAM S.A.S	Ago - 2016
M2	Río Guátara	948495	590756	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M3	Río Guátara	948503	590762	Presente estudio	Feb - 2017
M4	Río Boquerón aguas arriba	947870	591392	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M5	Río Boquerón aguas arriba	947893	591358	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M6	Río Boquerón aguas arriba	947873	591368	Presente estudio	Feb - 2017
M7	Río Boquerón aguas abajo	948597	590968	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M8	Río Boquerón aguas abajo	948523	590981	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M9	Río Boquerón aguas abajo	948589	590972	Presente estudio	Feb - 2017
M10	Quebrada Humeadora aguas arriba	954839	597388	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M11	Quebrada Humeadora aguas arriba	954841	597387	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M12	Quebrada El Manzano (Humeadora) aguas arriba	954840	597388	Presente estudio	Feb - 2017
M13	Quebrada Humeadora aguas abajo	955078	597206	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M14	Quebrada Humeadora aguas abajo	955101	597178	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M15	Quebrada Humeadora aguas abajo	955074	597201	Presente estudio	Feb - 2017
M16	Quebrada El Macal aguas arriba	953397	602713	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M17	Quebrada El Macal aguas arriba	953395	602717	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M18	Quebrada El Macal aguas arriba	953397	602713	Presente estudio	Feb - 2017
M19	Quebrada El Macal aguas abajo	955018	603796	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M20	Quebrada El Macal aguas abajo	955031	603800	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M21	Quebrada El Macal aguas abajo	953970	604830	Presente estudio	Feb - 2017
M22	Río Sapuyes aguas arriba	954927	605082	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M23	Río Sapuyes aguas arriba	954925	605066	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M24	Río Sapuyes aguas arriba	954977	605045	Presente estudio	Feb - 2017
M25	Río Sapuyes aguas abajo	955660	604838	ASOAM S.A.S	Abr - 2016
M26	Río Sapuyes aguas abajo	955649	604826	INCOAMBIENTAL	Dic - 2016
M27	Río Sapuyes aguas abajo	955466	604839	Presente estudio	Feb - 2017

Fuente: Consorcio SH, 2017.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos   CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

- **Análisis de la comunidad y diversidad.**

Adicionalmente se realizó un análisis comparativo entre los diferentes periodos de muestreo para cada uno de los cuerpos de agua evaluados. Se analizó la composición y estructura de las comunidades, así como su diversidad y bioindicación.

Se evaluó la riqueza y abundancia de los principales grupos taxonómicos que conforman cada comunidad. Para evaluar la diversidad se utilizaron índices de riqueza y estructura. En el primer caso, se analizó la riqueza específica (S) y se calculó el índice de Fisher (alfa), el cual es independiente del tamaño de las muestras y permite realizar comparaciones, aunque no se tengan esfuerzos de muestreo similares entre diferentes sitios. Su cálculo se basa en la siguiente fórmula:

$$S = \alpha \ln \frac{1 + N}{\alpha}$$

Dónde:

S = número de especies en la muestra

N = número total de individuos en la muestra

α = parámetro calculado por medio de iteraciones que buscan igualar ambos lados de la ecuación.

Para evaluar la estructura, se emplearon índices de dominancia y equidad. En el primer caso, se empleó el índice de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001):

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la i -ésima especie

N = número total de individuos en la muestra.

Para evaluar la equidad, se utilizó el índice de Shannon, que expresa el grado de uniformidad en que están distribuidas las especies en la muestra:

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

Donde p_i es la abundancia proporcional de la especie i .

También se analizó el índice de equitabilidad de Pielou (J'), que relaciona la diversidad de Shannon con la equidad máxima esperada de acuerdo a la riqueza encontrada en la muestra:

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

Donde $H'_{max} = \ln(S)$ y H' es el valor del índice de Shannon.

Finalmente, para analizar la predominancia de algunas especies en las comunidades, se calculó la serie de números de Hill. Es una serie de números que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada una es ponderada por su abundancia relativa (Moreno, 2001). De toda la serie, los más importantes son:

- N0 = número total de especies (S)
- N1 = número de especies abundantes = $e^{H'}$, siendo H' el índice de Shannon.
- N2 = número de especies muy abundantes = $1/\lambda$, siendo λ el índice de Simpson.

Se dan en unidades de número de especies, aunque el valor de N1 y N2 puede ser difícil de interpretar. Conforme aumenta el número de especies se da menos peso a las especies raras y se obtienen valores más bajos para N1 y N2.

• Bioindicadores.

Se analizó el carácter o proceso bioindicador de los taxones registrados, de acuerdo con lo establecido en Pinilla (2000) y Ramírez (2000), teniendo en cuenta ciertas limitaciones debido al grado de resolución taxonómica hasta género o niveles superiores, pues diferentes especies de un mismo género o familia pueden tener diferente grado de tolerancia a las condiciones del hábitat.

Para determinar la calidad de los cuerpos de agua a partir de las comunidades hidrobiológicas, se calcularon algunos índices bióticos de contaminación, que se describen a continuación.

▪ Perifiton.

Se calcularon los índices de Palmer y el de diatomeas pampeano (IDP).

El índice de Palmer, diseñado para la estimación de la polución orgánica, es derivado del índice sapróbico de Pantle y Buck, donde se agrupan las especies de acuerdo a su relación con el grado de contaminación. Su cálculo se basa en la siguiente fórmula (Lucursi y Gómez, 2003):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i v_i}{\sum_{i=1}^n s_i h_i}$$

Donde,

s_i = valencia sapróbica de la especie (grado de tolerancia de la especie a la polución orgánica (fluctúa entre 0 y 4).

v_i = valor indicador de la especie (fluctúa entre 0 y 5).

h_i = abundancia de la especie.

Los valores obtenidos para este índice son interpretados de la siguiente forma (Tabla 2.48).

Tabla 2.48 Clasificación de la calidad de las aguas de acuerdo con el índice de Palmer.

VALOR DEL ÍNDICE	GRADO DE CONTAMINACIÓN
1,0 – 1,5	Ausencia de contaminación
1,5 – 2,5	Contaminación orgánica débil
2,5 – 3,5	Contaminación orgánica moderada
3,5 – 4,0	Contaminación orgánica fuerte

Fuente: Pinilla, 2000.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

El índice de diatomeas pampeano (IDP) fue diseñado con la finalidad de evaluar la eutrofización y polución orgánica de ríos y arroyos, a partir de la comunidad de diatomeas (clase Bacillariophyta). Su cálculo se basa en la siguiente fórmula (Gómez y Lucursi, 2001):

$$IDP = \frac{\sum_{j=1}^n I_{idpj} \times A_j}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Donde,

I_{idp} = Valor del IDP para la especie (fluctúa entre 0 y 4)

A_j = Abundancia relativa de la especie.

Este índice varía entre cero y cuatro, siendo un valor menor a 0,5 indicador de muy buena calidad, uno mayor a 3 de calidad muy mala (**Tabla 2.49**).

Tabla 2.49 Relación del índice de diatomeas pampeano con la calidad del agua y el grado de disturbio antrópico.

VALOR DEL ÍNDICE	CALIDAD DEL AGUA	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	GRADO DE DISTURBIO	COLOR
0 – 0,5	Muy buena	Sin polución, estado natural, pocos nutrientes y poco enriquecimiento orgánico	Mínimo: baja influencia humana	
>0,5 – 1,5	Buena	Polución y eutrofización leve, bajos niveles de nutrientes y materia orgánica.	Leve: ganadería extensiva y agricultura.	
>1,5 – 2	Aceptable	Polución y eutrofización moderada: altas concentraciones de nutrientes y materia orgánica.	Moderado: actividad industrial y/o ganadería intensiva.	
>2 – 3	Mala	Polución y eutrofización fuerte, presencia de materia orgánica parcialmente degradada, nitritos, amonio y aminoácidos	Fuerte: agricultura intensiva y ganadería, actividad industrial y densidad poblacional.	
>3 – 4	Muy mala	Polución y eutrofización muy fuerte, altas concentraciones de materia orgánica, predominio de procesos reductivos y presencia de productos industriales.	Muy fuerte: actividad industrial intensiva y gran densidad poblacional.	

Fuente: Gómez y Lucursi, 2001.

▪ Macroinvertebrados acuáticos.

Para esta comunidad se analizaron tres índices de calidad: el BMWP adaptado para Colombia, el ASPT y el IB.

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue formulado como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores, y para su aplicación sólo es necesario llegar al nivel de familia y los datos son cualitativos, es decir, con información de presencia o ausencia de los organismos. El índice permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies que habitan en el mismo, con base en la atribución de un valor determinado a cada especie de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que

viven (Álvarez-Arango, 2005). Este índice fue adaptado para Colombia por Roldán (2003) bajo el nombre BMWP/Col, como una aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de montaña.

Su cálculo consiste en sumar los puntajes asignados para cada familia de acuerdo a su tolerancia a la contaminación, y mediante la sumatoria se obtiene el valor del índice. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado (Tabla 2.50).

Tabla 2.50 Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP.

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	Azul
		101 – 120	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	61 – 100	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas; situación crítica	Rojo

Fuente: Álvarez-Arango, 2005.

El puntaje promedio por taxón, conocido como ASPT (Average Score per Taxon), también es un índice valioso para la evaluación de la calidad del agua. Se calcula dividiendo el puntaje total BMWP entre el número de los taxones clasificados en la muestra, lo cual expresa el promedio de indicación de calidad de agua que tienen las familias de macroinvertebrados en un sitio determinado (Álvarez-Arango, 2005). Los valores de ASPT van de 0 a 10. Un valor bajo de ASPT asociado a un puntaje bajo del BMWP indicará condiciones graves de contaminación (Tabla 2.51).

Tabla 2.51 Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASPT.

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>9 – 10	Aguas muy limpias	Azul
		>8 – 9	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	>6,5 – 8	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	>4,5 – 6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	>3 – 4,5	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	1 – 3	Aguas fuertemente contaminadas; situación crítica	Rojo

Fuente: Álvarez-Arango, 2005.

Finalmente, el índice biótico de familias, desarrollado por Hilsenhoff (1988), es un índice equivalente a los anteriores, pero su valor está en que tiene en cuenta la abundancia proporcional de las familias registradas. Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$IBF = \frac{\sum n_i T_i}{N}$$

Donde,

n_i = número de individuos para cada taxón.

T_i = valor de ponderación asignado a cada taxón.

N = total de individuos en la muestra.

El valor de ponderación es el mismo empleado para los índices BMWP y ASPT. Los valores del índice muestran una relación inversamente proporcional a la buena calidad del agua y directamente proporcional al grado de contaminación orgánica. En la **Tabla 2.52** se presenta la escala de valoración de calidad del agua de acuerdo con este índice.

Tabla 2.52 Clasificación y grado de contaminación de la calidad del agua mediante el índice biótico de familia (IBF) de Hilsenhoff.

ÍNDICE BIÓTICO	CALIDAD DEL AGUA	GRADO DE CONTAMINACIÓN	COLOR
7,26 – 10,0	Excelente	Sin contaminación orgánica aparente	Blue
6,51 – 7,25	Muy buena	Contaminación orgánica ligera	Green
5,76 – 6,50	Buena	Algo de contaminación orgánica	Light Green
5,01 – 5,75	Regular	Contaminación orgánica regular	Yellow
4,26 – 5,00	Regular – pobre	Contaminación orgánica significativa	Orange
3,76 – 4,25	Pobre	Contaminación orgánica muy significativa	Red
0,00 – 3,75	Muy pobre	Contaminación orgánica severa	Dark Red

Fuente: Consorcio SH., 2017.

De igual manera, se compararon los índices de contaminación (ICOs), con los índices hidrobiológicos para evaluar las condiciones de cada una de las fuentes hídricas consideradas en cuanto a diferentes tipos de contaminación.

2.3.3 Metodología para la Caracterización del componente Socioeconómico.

La metodología en el medio socio económico responderá a la necesidad de realizar un proceso participativo, en donde los conocimientos que la comunidad tiene sobre el territorio, la cosmovisión, la cultura, la economía, las relaciones sociales, entre otros aspectos, fueron incorporados en los elementos y análisis del estudio por parte de los profesionales.

Por lo anterior, se programaron las reuniones para el primer momento de socialización para las 4 alcaldías y las 28 veredas o unidades territoriales menores identificadas inicialmente que hacen parte del área de influencia del proyecto, socializaciones que iniciaron el 21 de febrero y finalizaron el 3 de marzo de 2017.

Las convocatorias a las socializaciones se realizaron por medio de cartas a los presidentes de las juntas de las unidades territoriales menores y a las autoridades municipales de las unidades territoriales mayores, además de esto se hizo contacto telefónico y presencial, y se entregaron volantes y carteles donde se informó el lugar y hora de las reuniones previamente agendadas con los presidentes de junta de acción comunal.

Luego de esta actividad inicial, se realizó un trabajo de campo para recopilar la información primaria de cada una de las unidades territoriales tanto mayores como menores, diligenciando la ficha veredal, levantando los

puntos de la infraestructura social existente como iglesias, centros educativos y de salud y salones comunales; este trabajo de campo se ejecutó durante 10 días, entre el 24 de febrero y el 5 de marzo de 2017.

Se programaron las reuniones para el segundo momento de socialización en el que se trabajó el taller de impactos con las 28 veredas o unidades territoriales menores del área de influencia, durante 7 días, la fecha de realización de estas reuniones fue entre el 23 de marzo y el 29 de marzo de 2017.

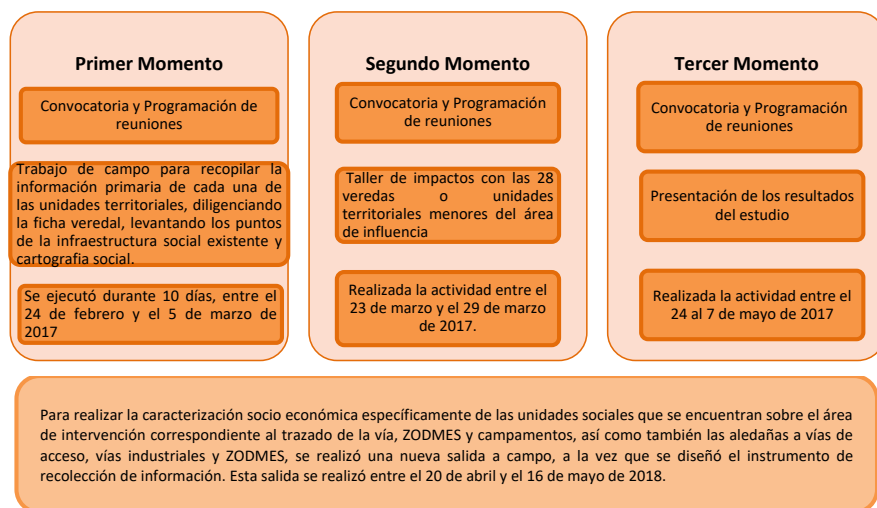
El tercer y último momento de socialización en el que se presentaron los resultados del estudio, se realizaron durante 14 días, la fecha de realización de estas reuniones fue del 24 al 7 de mayo de 2017. Para mostrar esta información a las comunidades, se hizo a través de una presentación de tipo magistral en cuyo espacio los asistentes expresaron sus opiniones y fueron resueltas sus inquietudes. Ver **Fotografía 2.33**.

Fotografía 2.33 Tercer momento- Resultados en las unidades territoriales menores.



Fuente: Consorcio SH., 2017.

Figura 2.13 Esquema de reuniones y recolección de información.



 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

Para realizar la caracterización socio económica específicamente de las unidades sociales que se encuentran sobre el área de intervención correspondiente al trazado de la vía, ZODMES y campamentos, así como también las aledañas a vías de acceso, vías industriales y ZODMES, se realizó, entre el 20 de abril y el 16 de mayo de 2018, una nueva salida a campo, a la vez que se diseñó el instrumento de recolección de información.

La caracterización socioeconómica de las comunidades no étnicas se llevó a cabo según lo establecido en los términos de referencia. Para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles para Proyectos, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. A continuación, se presenta la metodología aplicada.

2.3.3.1 Pre - Campo.

Esta actividad facilitó la creación de una visión en términos generales e institucionales, en lo que respecta a las condiciones económicas, sociales y culturales de la población asentada en el área de estudio, tanto de las unidades territoriales mayores como menores.

En la **Tabla 2.53** se relacionan los componentes y las fuentes respectivas que fueron consultadas en las diferentes instituciones. La especificidad de los datos que éstas suministraron permitió diversificar la información y mejorar la calidad de los datos tanto estadísticos como de análisis de las comunidades relacionadas con el proyecto.

Tabla 2.53 Fuentes de información de la base socioeconómica.

COMPONENTE	FUENTE SECUNDARIA	OTRAS FUENTES
Dimensión demográfica	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas -DANE, Entidades territoriales y otras fuentes de información secundaria.	Plan de Ordenamiento territoriales del municipio de Ipiales: 1998-2000 Esquema de ordenamiento Territorial de: Municipio de El Contadero: Octubre de 2001. Municipio de Iles: Noviembre de 2003 Municipio de Imués: Junio de 2004
Dimensión espacial		
Dimensión económica		Planes de Desarrollo municipal 2016 -2019. Ipiales: “Ipiales Capital del Sur” Contadero: “Trabajemos juntos por el Rescate y el Progreso de El contadero” Iles: “Con Equidad y Compromiso Social Vivir Dignamente es Posible” Imues: “Imues con un mejor Futuro”
Dimensión cultural	Información primaria, Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH, INCODER, Ministerio de Cultura y Ministerio del Interior.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de investigación (universidades, entre otros), ONG y Asociaciones Indígenas y Afrocolombianas.
Aspectos arqueológicos	Información primaria, Ministerio de Cultura y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de investigación (universidades, entre otros)
Dimensión político-administrativa	Entidades territoriales, DANE, IGAC e información primaria.	Plan de Ordenamiento territoriales del municipio de Ipiales: 1998-2000

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

COMPONENTE	FUENTE SECUNDARIA	OTRAS FUENTES
Tendencias de desarrollo		Esquema de ordenamiento Territorial de: Municipio de El Contadero: Octubre de 2001. Municipio de Iles: Noviembre de 2003 Municipio de Imués: Junio de 2004 Planes de Desarrollo municipal 2016 -2019. Ipiales: “Ipiales Capital del Sur” Contadero: “Trabajemos juntos por el Rescate y el Progreso de El contadero” Iles: “Con Equidad y Compromiso Social Vivir Dignamente es Posible” Imues: “Imues con un mejor Futuro”

Fuente: Consorcio SH, 2017.

▪ Revisión cartográfica y otros medios.

Con el fin de identificar las comunidades que hacen parte del área de influencia se utilizaron otros recursos disponibles como cartografía, imágenes de satélite, imágenes de Google Earth y fotografías aéreas.

2.3.3.2 Trabajo de Campo.

• Planificación.

Con el fin de identificar los municipios, autoridades municipales, actores sociales presentes en el área de influencia del proyecto y elaborar la cartografía social preliminar de la zona de estudio, se realizó en primera instancia un recorrido por los municipios o unidades territoriales mayores donde se localiza el proyecto para verificar la posible expansión territorial de las zonas pobladas con infraestructura del área urbana de los municipios y de los corregimientos contemplados dentro del área de influencia del proyecto.

Posteriormente se identificaron los actores sociales, se procedió a la programación de las actividades de campo y a la forma en la que se llevarían a cabo las reuniones de socialización. Para este fin se preparó la información a socializar con las autoridades municipales locales y las comunidades (Presentación, Afiche y volantes).

La difusión de la información se realizó a partir de cartas de invitación con el propósito de convocar a las autoridades y comunidades, a la reunión de socialización de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, de carteles y volantes de invitación que fueron fijados en lugares estratégicos de afluencia de comunidad. Cabe resaltar que, dentro de la planificación del trabajo de campo, también se diseñaron mecanismos de convocatoria pública masiva, para que la comunidad acompañara estos procesos de socialización como lo fue el uso del perifoneo.

Otros de los mecanismos utilizados dentro del proceso de socialización, fue la entrega de información por medio de volantes a líderes comunitarios con los cuales se informó la temática a socializar, así como una convocatoria por medio del “voz a voz”; dicha herramienta fue utilizada por la comunidad para tratar temas de interés colectivo.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		Versión 1 – agosto de 2018.	

De acuerdo a los términos de referencia, se realizaron tres momentos para el desarrollo de los lineamientos de participación en lo concerniente al proceso de socialización:

- Socialización del Proyecto.
- Talleres de Impactos y medidas de manejo.
- Talleres de Presentación de Resultados.

• Socialización.

La metodología implementada para el desarrollo de las reuniones fue mediante exposiciones, las cuales contaron con el apoyo de material audiovisual proyectado en video beam y/o carteleras, con presentaciones acerca de las temáticas correspondientes a cada uno de los momentos.

Las primeras socializaciones en campo se realizaron con las autoridades locales de las unidades territoriales mayores y comunidades de las unidades territoriales menores con las que se difunde la información concerniente a los alcances del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental, así como lo referente al contenido de un estudio de impacto ambiental según términos de referencia y las actividades implícitas en la recopilación de la información primaria y secundaria, enfocada en la labor del equipo consultor en campo.

Por otra parte, con dichas autoridades y comunidades se complementó el trabajo de recopilación de información, desde el ámbito socioeconómico, y poblacional acerca del comportamiento social de la población y sus especificidades; esta información se basó en los planes de desarrollo municipal, así como en la información adelantada por estas instituciones previamente y de la recopilada en las fichas veredales con las respectivas comunidades.

Posteriormente, se realizó el ejercicio de identificación de impactos ambientales y se indagó con las comunidades las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación que se pueden aplicar en el proyecto, estos resultados fueron recopilados e incorporados al estudio, y corresponden a las propuestas presentadas por la comunidad durante el segundo momento de socialización. Esta actividad se desarrolló con todos los asistentes, utilizando una cartelera con la matriz de las actividades del proyecto y haciendo un análisis de los impactos que estas podrían ocasionar a la comunidad o al ambiente, teniendo en cuenta la actividad puntual a desarrollarse en cada Unidad Territorial. Por esta razón la presentación contenía una diapositiva específica para cada una de estas Unidades.

La metodología del taller de impactos consistió inicialmente en presentar a las comunidades el proyecto, sus etapas y las actividades específicas que se desarrollarían en cada unidad territorial. Con el fin de que los participantes en la reunión pudieran identificar y analizar los impactos que se podrían presentar en su territorio, para de esta manera proponer medidas de manejo que fueran encaminadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar dichos impactos.

Como resultado de cada jornada realizada, se obtuvieron carteleras ajustadas y validadas por cada grupo, las cuales sirvieron para realizar la matriz de evaluación de impactos y a su vez tener en cuenta las medidas para el manejo de los mismos. De esta manera la matriz resultante contiene los impactos y medidas identificados para los escenarios sin y con proyecto, entre los cuales fueron homologados los aportes recibidos en las reuniones con la comunidad.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

Por último, se realizó una tercera reunión donde se expusieron los resultados del estudio. Se presentaron los principales hallazgos de cada componente, los resultados de la evaluación ambiental y el Plan de Manejo Ambiental.

- **Recopilación de información.**

En lo concerniente a Información Secundaria, se realizó un acercamiento a las administraciones locales de cada municipio (unidades territoriales mayores) específicamente a las dependencias de planeación, secretaría de salud, educación y SISBEN en las cuales se obtiene documentación como: Planes de Desarrollo Municipal, Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial, Estadísticas demográficas generales del SISBEN y perfiles epidemiológicos entre otros. Igualmente, se consultan otras fuentes de información como el Censo general del DANE 2005, así como, la página de los grupos étnicos del DANE, los Planes de desarrollo departamentales y municipales de los 3 municipios contemplados en el área de estudio, los listados de comunidades indígenas y de asociaciones de afro - descendientes del Ministerio del Interior y Justicia, la página del Departamento Nacional de Planeación, entre otros.

Para la recolección de la Información Primaria, se realizan acercamientos con los líderes comunales de las unidades territoriales menores, con el fin de comunicarles el trabajo a desarrollar en el área. Para obtener la información necesaria para la caracterización socioeconómica de las unidades sociales localizadas en el área de intervención se aplicó a cada una encuesta la cual se procedió a su tabulación y posterior análisis de resultados.

Fotografía 2.34 Levantamiento información vereda San José de Quisnamuez Coordenadas Magna Sirgas
Origen Oeste: E 953981 N 596583.



Fotografía 2.35 Levantamiento Cartografía Social vereda Tablón Bajo Coordenadas Magna Sirgas
Origen Oeste: E 955093. – N 601279.



Fuente: Consorcio SH., 2017.

Fotografía 2.36 Recolección de información social en el área rural.



Levantamiento información vereda Iscuazan
Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste: E 949759 N 596130



Levantamiento Cartografía Social vereda Pilcuan Viejo
Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste : E 955391 N 604935

Fuente: Consorcio SH., 2017.

Se aplica la ficha veredal para obtener la información sobre la dimensión demográfica, espacial, económica, cultural, político administrativo, así como las tendencias de desarrollo y aspectos arqueológicos.

La ficha contempla en la primera parte datos generales de la Junta de Acción Comunal, como presiente y el contacto, luego se tiene el proceso poblacional, y todo lo relacionado con los antecedentes históricos de la vereda. Se prosigue con la información de servicios públicos y sociales, se continúa con la información económica que contiene datos referentes a las actividades del sustento. Luego se tiene la información cultural referente a las festividades y tradiciones de la población. Por último, todo lo relacionado con la organización política administrativa y las tendencias del desarrollo que hacen alusión a las actividades y proyectos que se desarrollan al interior de las comunidades. (Ver **Anexo 13. Social**)

Adicionalmente, se aplicó una ficha socioeconómica específicamente sobre los predios que se encuentran a lo largo del área de intervención correspondiente al trazado del proyecto, a las zonas de ZODMES, campamentos y áreas definidas por parte del Consorcio SH para el desarrollo del proyecto; con el fin de obtener información puntual y socioeconómica de las unidades sociales allí presentes. (Ver Anexo 13. Social/Caracterización Unidades sociales/Formato ficha socioeconómica).

La cartografía social (Siendo esta una propuesta conceptual y metodológica que contribuye a la construcción del conocimiento integral del territorio), esta permitió procesos de comunicación entre los participantes ya que, a través del dibujo, dejando en evidencia el conocimiento que tienen los habitantes de su territorio, como consta en el registro fotográfico tomado en el trabajo de campo, dicho ejercicio fue realizado durante 10 días, entre el 24 de febrero y el 5 de marzo de 2017.

Por otra parte, para la elaboración de la cartografía social, los participantes, a través de un pliego de papel, plasman el croquis de su territorio, identificando cuerpos de agua, cultivos, infraestructura, puntos de contaminación existentes en este, utilizando marcadores de colores que referencian dicha información.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

2.3.3.3 Post-Campo.

Esta fase del proyecto inicia con la tabulación y organización del material recolectado en trabajo de campo (fichas veredales, socioeconómicas, registro fotográfico, información georeferenciada, cartografía social, matrices de impactos).

Una vez que se ha tabulado la información, se realizan gráficas y tablas que facilitan el análisis de la misma, a la vez que se relaciona el registro fotográfico e información secundaria necesaria para el desarrollo del documento.

Internamente para el desarrollo de los capítulos de evaluación, zonificación, Plan de Manejo Ambiental y demás, se desarrollan reuniones de revisión, análisis y concertación para su elaboración.

Por otra parte, se identificaron al interior del área de influencia social el Resguardo Indígena Colonial de San Juan, la Cabildo Indígena de Aldea de María, de acuerdo con la certificación 434 del 9 de mayo de 2017, el Resguardo Indígena de Iles de acuerdo con la certificación 432 del 9 de mayo de 2017, expedidas por el Ministerio de interior. **(Ver anexo 13. Social- Certificaciones Mininterior)**

Con cada una de ellas se adelantó el proceso de consulta previa, definiendo las rutas metodológicas para el desarrollo de este proceso. La información relacionada con el desarrollo de cada una de las fases de la Consulta Previa se encuentra registrada en los documentos de línea base y caracterización sociocultural de cada una de las comunidades (ver **Anexo 18. Consulta Previa**).

Tabla 2.54 Metodología concertada en el proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de San Juan

ETAPA	FECHA PROPUESTA
Pre Consulta e Instalación	10 de junio de 2017
Construcción Línea Base y caracterización (Empresa y Comunidad)	10 de junio al 08 de septiembre de 2017 (3 meses)
Taller de identificación de impactos y medidas de manejo	02 de octubre de 2017
Reunión de Formulación de Pre- Acuerdos	30 de octubre de 2017
Reunión de Protocolización	17 de noviembre de 2017

Fuente: Concesionaria Vial Unión del Sur

Fotografía 2.37 Reunión Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de San Juan 10-06-2017



Fuente: Concesionaria vial unión del sur, 2017.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

Tabla 2.55 Ruta Metodológica concertada en el proceso de Consulta Previa Cabildo Aldea de María Putisnan

ETAPA	FECHA PROPUESTA
Pre-consulta e Instalación de la Consulta Previa	07 Junio de 2017
Construcción Línea Base y Caracterización del Cabildo Indígena Aldea de Maria Putisnan	08 Junio al 08 Octubre de 2017
Reunión Taller Identificación de Impactos y Medidas de Manejo	8 Noviembre de 2017
Reunión Formulación de Pre-Acuerdos	28 Noviembre de 2017
Reunión Protocolización	1 Diciembre de 2017

Fuente: Concesionaria vial unión del sur, 2017.

Fotografía 2.38 Reunión de Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Cabildo Aldea de María Putisnan 07-06-2017



Fuente: Concesionaria vial unión del sur, 2017.

Tabla 2.56 Ruta Metodológica concertada en el proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de Iles

ETAPA	FECHA PROPUESTA
Pre Consulta e Instalación	6 de junio de 2017
Construcción Línea Base y caracterización (Empresa y Comunidad)	7 de junio al 08 de agosto de 2017 (2 meses)
Taller de identificación de impactos y medidas de manejo	23 de septiembre de 2017
Reunión de Formulación de Pre- Acuerdos	28 de octubre de 2017
Reunión de Protocolización	Por definir en la etapa de Pre-acuerdos

Fuente: Concesionaria vial unión del sur, 2017.

Fotografía 2.39 Reunión de Pre-consulta y apertura del proceso de Consulta Previa Resguardo Indígena de Iles 06-06-2017



Fuente: Concesionaria vial unión del sur, 2017.

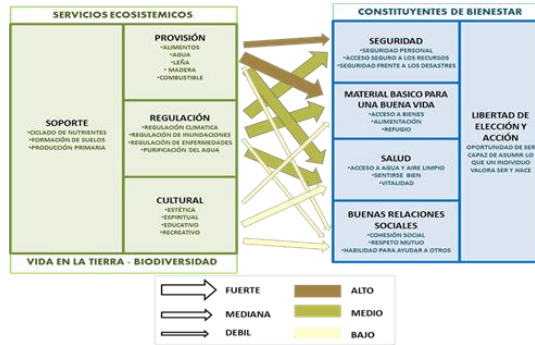
2.3.3.3.1 Servicios Ecosistémicos.

Con la suscripción por parte de Colombia del Convenio Internacional de Diversidad Biológica en el año 2003, se adquirió la responsabilidad sobre el manejo y conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en el territorio nacional. Debido a lo anterior, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), articulado al Sistema Ambiental Nacional y poder contar con las herramientas para su respectivo manejo y control (MADS, 2012).

Los servicios ecosistémicos se entienden como el conjunto de procesos y funciones de los ecosistemas que el ser humano reconoce como beneficios directos o indirectos de tipo ecológico, económico o cultural, siendo reconocidos cuatro tipos de servicios a saber: aprovisionamiento, regulación, soporte y cultural.

Según lo dicho, los servicios de aprovisionamiento comprenden el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas para la supervivencia, uso y consumo; los servicios de regulación, son aquellos que resultan de los procesos que se llevan a cabo dentro de los ecosistemas; los servicios de soporte incluyen los procesos ecológicos que son necesarios para la existencia y mantenimiento de los demás servicios ecosistémicos; por último, los servicios culturales son los que agrupan aquellos beneficios intangibles e inmateriales que los ecosistemas ofrecen al ser humano (Millenium Ecosystem Assessment –en adelante MEA-, 2005 & MADS, 2012). En la **Figura 2.14** se muestra los servicios ecosistémicos y su relación con el bienestar humano.

Figura 2.14 Relación de los servicios ecosistémicos, relacionados con el bienestar humano



Fuente: MEA, 2005. Modificado al idioma español.

• Metodología para la caracterización de los servicios ecosistémicos del proyecto

Se realizó la recopilación de la información de línea base en el área de influencia del proyecto (4040,58 ha) de los medios bióticos, abióticos y socioeconómicos dentro de la cual, se incluyó la identificación de las coberturas de la tierra, características socioeconómicas, características físicas, entre otros elementos, con el propósito de contextualizar el área de estudio e identificar los servicios ecosistémicos que actualmente se generan dentro del área.

Con la información obtenida se realizó la clasificación de los servicios ambientales basándose en la metodología de Ecosistemas del Milenio (Reid, 2005) y se analizaron los resultados estableciendo las funcionalidades provistas por los ecosistemas presentes en el área de influencia.

Los bienes y servicios ambientales son entendidos en este documento como el producto de las interrelaciones que se generan entre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico y la integración de estos con su entorno. Cabe indicar que la percepción de los bienes y servicios pueden corresponder a interpretaciones relativas de la información compilada.

Figura 2.15 Integración de los componentes para la definición de los Bienes y Servicios Ecosistémicos



Fuente: Consorcio SH., 2018

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

En el área de influencia del proyecto, se desarrolló la recopilación de la línea base del presente estudio, el cual aporta a la identificación y caracterización de las características de los servicios ecosistémicos existentes dentro del territorio, los usuarios, la dependencia de las comunidades presentes y la tendencia de los servicios a partir de las costumbres de la población.

Así mismo, dentro del área de influencia fueron definidas las actividades que, durante las fases de pre-construcción, construcción y abandono y restauración final, podrían generar impactos (positivos o negativos) a la prestación y/o uso de los bienes y servicios ecosistémicos identificados previamente. Lo anterior se analizó integralmente con relación a la demanda, uso y aprovechamiento de los recursos que serán necesarios para el desarrollo del proyecto, enfocado a la determinación de la dependencia del proyecto respecto a los bienes y servicios del territorio y la tendencia de estos.

• **Nivel de dependencia que el proyecto tiene sobre los servicios ecosistémicos.**

Al igual que ocurre con el grado de dependencia que tienen las comunidades sobre los servicios ecosistémicos, el enfoque metodológico propuesto por Landsberg et al. (2011) y el IFC (2012), permite determinar el grado de dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos, de acuerdo con las posibles alternativas viables de uso y aprovechamiento, tomando como alta dependencia aquellos servicios imprescindibles para el proyecto; mientras que como dependencia media y baja toma a aquellos que cuentan con otras alternativas complementarias, que pueden resultar viables en escenarios de costo-beneficio (Landsberg et al. 2011).

En este orden de ideas, estos autores definen el concepto de dependencia sobre los servicios ecosistémicos de la siguiente forma (Landsberg et al. 2011 & IFC 2012):

- Dependencia: Subordinación o demanda del proyecto sobre los servicios ecosistémicos analizados, en términos de los requerimientos ambientales de éste. Así, se consideran como criterios de dependencia los siguientes: i). El proyecto depende directamente del servicio para sus operaciones primarias; y/o ii). El proyecto tiene un control directo o influencia significativa sobre el servicio.

Como complemento de lo anterior, los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (MADS, 2015) categorizan los niveles de dependencia del proyecto, de la siguiente manera:

- Dependencia alta: Las actividades que hacen parte integral y central del proyecto, requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Dependencia media: Algunas actividades secundarias asociadas al proyecto, dependen directamente del servicio ecosistémico, pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
- Dependencia baja: Las actividades principales o secundarias no tienen dependencia directa del servicio ecosistémico

De acuerdo con la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), los servicios ecosistémicos comprenden todos aquellos beneficios directos e indirectos que son proporcionados por los ecosistemas y la naturaleza, los cuales generan condiciones de bienestar en el ser humano tanto individual como colectivamente (Díaz et al. 2015). En este sentido, el análisis de servicios ecosistémicos incluye

tanto la comprensión de los ecosistemas como unidades suministradoras de servicios, como de los beneficiarios de estos mismos, bajo un enfoque sistémico e integral.

• **Identificación de Servicios Ecosistémicos para el área de influencia del proyecto.**

Para el estudio de los servicios ecosistémicos se han descrito distintas clasificaciones, aunque los lineamientos de los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (MADS, 2015), solicitan la información bajo el sistema de clasificación de servicios de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales, en línea con el enfoque del Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2003). Bajo este enfoque, se han definido 4 (cuatro) tipos de servicios ecosistémicos, en relación con el beneficio que aportan al ser humano, bien sea por provisión directa de los servicios, o por el beneficio que resulta de las interacciones, relaciones y flujos ecológicos. La clasificación de los servicios ecosistémicos de acuerdo con el MEA (2003), se presenta a continuación:

- Servicios de aprovisionamiento: Agrupa todos aquellos servicios, incluidos bienes y productos, que se obtienen directamente de los ecosistemas a manera de provisión para su beneficio. Así se incluyen como servicios de aprovisionamiento entre otros, el uso del recurso hídrico, de maderas, fibras y resinas, alimentos provenientes de las actividades agropecuarias, productos provenientes de la cacería y la pesca, el aprovechamiento de minerales y fuentes energéticas (petróleo, gas, carbón), y todos aquellos elementos de los que se abastece el ser humano para sus actividades cotidianas.
- Servicios de regulación: Corresponde a los servicios derivados de los procesos ecosistémicos, es decir todos aquellos que son producto del flujo, interrelaciones e interacciones entre los diferentes componentes de los ecosistemas. Dentro de los servicios de regulación se encuentran entonces los procesos de regulación del clima, mantenimiento de la calidad del aire, purificación del agua, control de las enfermedades y patógenos, fertilidad del suelo, control de erosión, y polinización, entre otros procesos que influyen en las condiciones de bienestar del ser humano.
- Servicios de soporte: Como parte de este grupo de servicios se encuentran todos aquellos procesos ecológicos que cimientan y sustentan el funcionamiento y aprovisionamiento de los demás servicios ecosistémicos, y que dependen de manera directa de su existencia. En este sentido, esta categoría agrupa procesos como los ciclos biogeoquímicos (ciclo del agua, y ciclo de nutrientes como el fósforo, carbono, nitrógeno, entre otros), los procesos de formación del suelo, la producción primaria (fotosíntesis), y el hábitat, fundamentales para mantener la biodiversidad, los ecosistemas y los demás servicios asociados a estos.
- Servicios culturales: Esta categoría abarca todos aquellos beneficios no materiales e intangibles que se reciben por parte de los ecosistemas, bien sea a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la identidad cultural y las experiencias estéticas. Dentro de esta categoría se incluye además la recreación, el turismo, y la apreciación visual de los paisajes, como un conjunto de elementos naturales que brindan satisfacción y disfrute del entorno.

De acuerdo con lo anterior, los servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia del proyecto se categorizaron conforme el enfoque mencionado. De esta forma, se realizaron diálogos semiestructurados con actores clave (de acuerdo con la metodología propuesta por Geilfus, 2002) (**Anexo 12. Servicios Ecosistémicos**), siguiendo una serie de preguntas núcleo que sirvieron como base para indagar acerca de los servicios ecosistémicos relacionados con el área de influencia del proyecto. Este ejercicio se elaboró con el apoyo de diferentes actores clave identificados a lo largo del trabajo de campo realizado, junto con los cuales

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		

se realizaron además recorridos de reconocimiento y observación, con el objetivo de identificar y describir los servicios ecosistémicos.

○ **Importancia o dependencia de los servicios ecosistémicos por cuenta de las comunidades locales o regionales.**

En este punto se realizó la identificación y descripción de los actores que obtienen beneficios de los servicios ecosistémicos, o también definidos como beneficiarios. Martín-López et al. (2012) hacen referencia a los beneficiarios como aquellos actores que se benefician directa e indirectamente de los servicios suministrados por los ecosistemas; así como otras personas u organizaciones que puedan verse positivamente impactados por el flujo de servicios ecosistémicos.

Para identificar los actores o beneficiarios relacionados con los servicios ecosistémicos, se realizaron igualmente diálogos semiestructurados (Geilfus, 2002) con actores clave identificados a lo largo del trabajo de campo, abarcando los distintos beneficiarios directos e indirectos de los servicios ecosistémicos. Entre las variables sobre las que se indagó, se encuentran el tipo de servicio ecosistémico utilizado, la forma y frecuencia de uso, la dependencia sobre los servicios relacionados y el estado de la unidad suministradora del servicio, así como cambios que se hayan presentado en el servicio con el paso del tiempo.

Además de lo anterior, la dependencia de las comunidades locales sobre los servicios ecosistémicos se determinó de acuerdo con los niveles indicados en Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (MADS, 2015), los cuales se relacionan a continuación:

- Dependencia alta: Los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio directamente del servicio ecosistémico.
- Dependencia media: La comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directamente del mismo.
- Dependencia baja: La comunidad se beneficia del servicio ecosistémico pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; y existen otras alternativas para el aprovechamiento del servicio.

○ **Nivel de impacto que el proyecto tendría sobre los servicios ecosistémicos.**

De otra parte, con el fin de evaluar el posible impacto generado por las actividades asociadas al proyecto sobre los servicios ecosistémicos, es importante conocer a fondo las etapas constructivas y operativas con las que contará el proyecto. Para esto son relevantes aquellas actividades asociadas al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, ya que permiten un acercamiento al posible impacto generado sobre las unidades suministradoras de dicho recurso o elemento suministrador de servicio. Para esta etapa, es importante tener claro cuáles recursos y en qué cantidad se necesitarán para la implementación del proyecto, teniendo como referencia los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento como el agua, los recursos forestales, y otros posibles efectos sobre los servicios de regulación y culturales.

Una de las metodologías apropiadas para realizar el análisis de dependencia sobre los servicios ecosistémicos es la descrita por la organización *International Finance Corporation (IFC)* asociada al Banco Mundial, y el autor Landsberg et al. (2011), en su artículo *“Ecosystem Services Review for Impact Assessment Introduction and Guide to Scoping”*. Esta propuesta metodológica define el concepto de incidencia (o impacto en el presente contexto) de la siguiente forma (IFC, 2012):

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		Versión 1 – agosto de 2018.	

- **Incidencia:** Grado de impacto de las diferentes actividades constructivas, operativas y de mantenimiento, entre otras propias del proyecto, sobre los diferentes servicios ecosistémicos, a lo largo de la vida útil de éste. Para evaluar este indicador se describen tres (3) criterios, en donde el cumplimiento de al menos uno de ellos genera una condición de incidencia sobre los servicios ecosistémicos: Estos criterios comprenden: i). Probabilidad de que las operaciones del proyecto produzcan un impacto sobre el servicio ecosistémico; ii). El impacto potencial podría generar un efecto negativo en los medios de vida, la salud, la seguridad y/o el patrimonio cultural de las Comunidades Afectadas; y/o iii). El proyecto tiene control directo e influencia significativa sobre el servicio ecosistémico.

Igualmente, de acuerdo con los lineamientos planteados por Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (MADS, 2015), para la determinación del nivel de impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos analizados, se debe tener en cuenta igualmente el capítulo de evaluación de impactos del EIA, junto con la respectiva matriz evaluada en el marco del proyecto.

- **Nivel de dependencia que el proyecto tiene sobre los servicios ecosistémicos.**

Al igual que ocurre con el grado de dependencia que tienen las comunidades sobre los servicios ecosistémicos, el enfoque metodológico propuesto por Landsberg et al. (2011) y el IFC (2012), permite determinar el grado de dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos, de acuerdo con las posibles alternativas viables de uso y aprovechamiento, tomando como alta dependencia aquellos servicios imprescindibles para el proyecto; mientras que como dependencia media y baja toma a aquellos que cuentan con otras alternativas complementarias, que pueden resultar viables en escenarios de costo-beneficio (Landsberg et al. 2011).

En este orden de ideas, estos autores definen el concepto de dependencia sobre los servicios ecosistémicos de la siguiente forma (Landsberg et al. 2011 & IFC 2012):

- **Dependencia:** Subordinación o demanda del proyecto sobre los servicios ecosistémicos analizados, en términos de los requerimientos ambientales de éste. Así, se consideran como criterios de dependencia los siguientes: i). El proyecto depende directamente del servicio para sus operaciones primarias; y/o ii). El proyecto tiene un control directo o influencia significativa sobre el servicio.

Como complemento de lo anterior, los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles (MADS, 2015) categorizan los niveles de dependencia del proyecto, de la siguiente manera:

- **Dependencia alta:** Las actividades que hacen parte integral y central del proyecto, requieren directamente del servicio ecosistémico.
- **Dependencia media:** Algunas actividades secundarias asociadas al proyecto, dependen directamente del servicio ecosistémico, pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
- **Dependencia baja:** Las actividades principales o secundarias no tienen dependencia directa del servicio ecosistémico.

2.3.4 Metodología para Demanda, Uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales.

Teniendo en cuenta las características del proyecto se realizó la solicitud de aguas superficiales, vertimientos, ocupaciones de cauce, aprovechamiento forestal, emisiones atmosféricas y materiales de construcción.

Como resultado del planteamiento anterior, en la definición de la demanda de recursos naturales, se evaluaron las actividades del proyecto y la necesidad de uso de recursos naturales, para lo cual se realizó un proceso metodológico que se enlista a continuación.

- Identificación de la obra o actividad que demanda el recurso natural.
- Necesidad del recurso.
- Identificación de la obligatoriedad o no de obtención de permiso o concesión.
- Determinación de permiso o concesión (cantidades).
- Identificación de proveedores autorizados (correspondiente a materiales de construcción).

• Captación de Aguas superficiales.

Para la solicitud de captación de aguas superficiales, se identificaron las fuentes hídricas que podrían presentar un flujo de agua significativo para su captación, Las variables tenidas en cuenta para establecer las franjas de captación sobre corrientes superficiales fueron las siguientes:

- Contexto hidrológico
- Disponibilidad del recurso para diferentes temporadas en el año.
- Caudal de agua requerido para el proyecto.
- Accesibilidad a la corriente de agua.
- Conflictos actuales y potenciales por el uso del agua.

Una vez estos fueran caracterizados mediante el estudio hidrológico y de calidad del agua, se determinó el caudal de oferta neta de estos cuerpos para la época de captación solicitada y se verificó que la capacidad de abastecimiento. Una vez identificado esto se describió la infraestructura del sistema de captación, conducción y almacenamiento del recurso.

• Vertimiento de aguas residuales.

Solo se contempla vertimientos de aguas residuales en corrientes superficiales. Se validaron las franjas de vertimiento mediante batimetrías, ensayos de trazadores y aforo de caudal, igualmente se realizaron los monitoreos fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos en las franjas o puntos de vertimiento. Posteriormente con los resultados de laboratorio, se procedió a determinar la capacidad de asimilación de la fuente superficial, teniendo en cuenta todo lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, con el fin de sustentar a la autoridad ambiental la viabilidad del vertimiento mediante el uso de un modelo matemático que simula el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua receptor.

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
	CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	Versión 1 – agosto de 2018.	

Finalmente se describió el sistema de tratamiento, el caudal, las características del vertimiento (continuo o intermitente), la clase, calidad del vertimiento y las estructura tipo para realizar el vertimiento.

- **Ocupación de cauce.**

Las solicitudes de ocupación de cauce se basaron en los requerimientos propios del diseño vial del proyecto en consideración para el trámite de licenciamiento ambiental.

- **Aprovechamiento forestal.**

Para cada una de las coberturas susceptibles de aprovechamiento forestal identificadas en el área de intervención del proyecto se determinó un volumen máximo a aprovechar esto con base en un levantamiento de campo que cumple con en lo establecido en los términos de referencia:

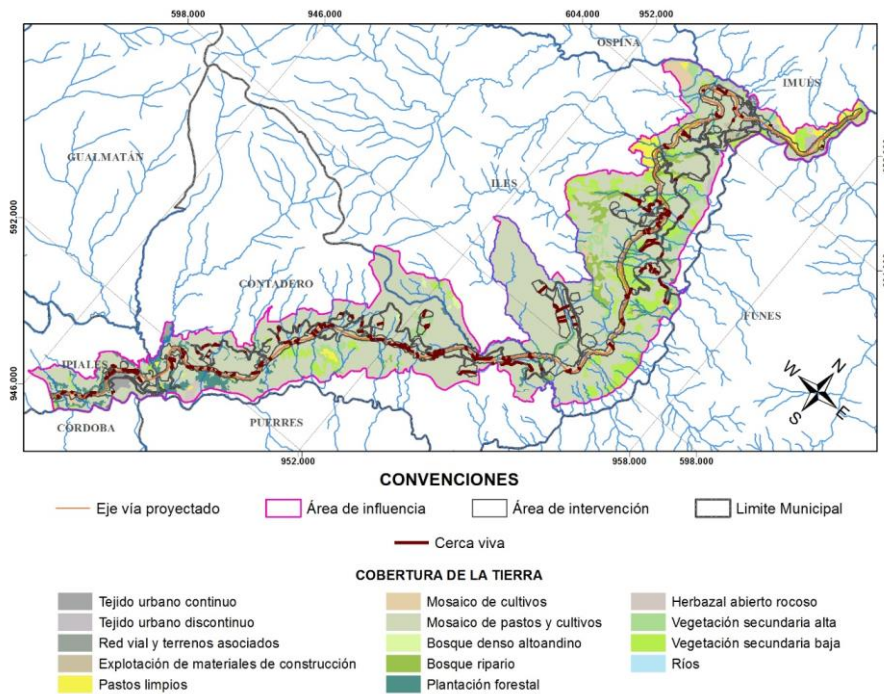
Para la cobertura Bosque denso altoandino (Bd) cuya área máxima a intervenir corresponde a 0,3ha se realizó un censo (Inventario 100%) de los individuos fustales para así calcular el volumen máximo a intervenir.

Para las coberturas naturales tales como: bosque ripario (Br) y vegetación secundaria alta en los orobiomas medios y altos de los andes (VSA_oaA y VSA_omA) cuyas áreas de intervención son superiores se realizó un muestreo estadístico con parcelas localizadas en el área de intervención del proyecto (algunas parcelas también se usaran para la caracterización), este inventario forestal se realizó según los términos de referencia bajo los cuales se trabaja el presente documento (probabilidad del 95 % y error de muestreo inferior a 15%) se concluyó que el número de unidades de muestreo es estadísticamente representativo para las coberturas analizadas

De la misma forma en la cobertura Plantaciones forestales (Pl) se levantaron 30 parcelas en el área de intervención y área de influencia del estudio que cumplen con una probabilidad del 95 % y error de muestreo inferior a 15%, para poder establecer un volumen máximo a intervenir en este tipo de plantaciones las cuales no se encuentran registradas como plantaciones comerciales y se requiere tramitar su permiso de aprovechamiento.

Para los individuos localizados en las coberturas Mosaico de cultivos (Mc), mosaico de pastos y cultivos (Mpc) y pastos limpios (Pl) los cuales se encuentran ubicados en las cercas vivas que dividen los diferentes predios, se levantaron 24 parcelas cada una de 50 m de longitud, las cuales cumplieran con los requisitos estadísticos (probabilidad del 95 % y error de muestreo inferior a 15%) para establecer un volumen promedio para cada tramo de cerca de 50 m, posteriormente se determinó la longitud de la totalidad de las cercas vivas localizadas en el área de intervención, esto se logró midiendo cada tramo de cerca viva identificada en las imágenes de satélite disponibles y mediante el uso del programa ArcGis, se determinó una longitud total de 23925,19 metros lineales de cercas vivas al interior del área a intervenir (Ver **Figura 2.16**) y con base en el volumen promedio obtenido con el levantamiento de parcelas se determinó el volumen máximo a intervenir para estas coberturas.

Figura 2.16 Cercas vivas presentes en el área de intervención del proyecto en las coberturas (Mosaico de pastos y cultivos, mosaico de cultivos y pastos limpios)



Fuente: Consorcio SH.

La identificación de especies florísticas se realizó de acuerdo con el Sistema de clasificación APG III¹³ y con la misma metodología mencionada para la caracterización de las coberturas vegetales naturales.

Fotografía 2.40 Inventario de vegetación área a intervenir.

¹³ Haston, E., J. E. Richardson, P. E. Stevens, M. W. Chase & D. J. Harris. 2009. *The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG (III)*. Bot. Journ. Linn. Soc. Lond. 161: 128-131.



Fuente: Consorcio SH.

Se revisó el grado de amenaza que podían tener las especies encontradas en este inventario, contrastando con los listados de especies de flora amenazadas en Colombia, relacionados por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución No. 383 de 2010, Resolución 1912 de 2017, los libros rojos de los Institutos Humboldt.

Luego de tener los datos de los individuos se procedió a calcular el volumen de madera a remover para las obras mencionadas, se calculó el área basal de cada individuo por unidad florística y posteriormente se obtuvieron los volúmenes a partir de las siguientes ecuaciones.

El volumen de madera total se calculó con la siguiente ecuación:

$$V = \text{Área basal} \times \text{altura total} \times \text{factor forma (0,7)}$$

El volumen de madera comercial se calculó con la siguiente ecuación:

$$V = \text{Área basal} \times \text{altura comercial fuste} \times \text{factor forma (0,7)}.$$

• Emisiones Atmosféricas.

Se validaron los sitios donde se ubicarán los campamentos, que corresponden a las fuentes de emisión por el proyecto, así mismo se identificaron los posibles receptores y con base en esto se realizó un plan de monitoreo de calidad del aire. Posteriormente con los resultados de laboratorio, se procedió a determinar la dispersión de contaminantes, teniendo en cuenta todo lo dispuesto en el Decreto 948 de 1945 y en la resolución 619 de 1997, con el fin de sustentar a la autoridad ambiental la viabilidad de las emisiones a generar, mediante el uso de un modelo matemático (software AERMOD) que simulará el comportamiento de la dispersión de contaminantes en el área de influencia.

2.3.5 Metodología Evaluación ambiental.

Con el fin de conocer las condiciones ambientales de la zona se realizó una evaluación de impactos ambientales a las actividades sin proyecto, es decir las desarrolladas por la comunidad del área de influencia, y a las actividades a desarrollar por el proyecto vial (escenario con proyecto), para esto fue utilizada la metodología de asignación de valores a una serie de atributos que describen la significancia ambiental del

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

impacto, desarrollado por Vicente Conessa Fernández, 2010. A continuación, se describen los pasos realizados para la evaluación de los impactos ambientales para ambos escenarios.

- **Identificación y calificación de Impactos Ambientales.**

Como una etapa inicial, se analizaron las actividades del estudio y se determinó que recursos requiere cada una y con base en esto se identificaron los impactos y efectos que podrían ser originados por el proyecto y para el escenario sin proyecto, se determinaron las actividades que se desarrollan en el área de estudio y sus afectaciones al medio para tener una aproximación de los posibles impactos, en ambos escenarios la herramienta utilizada fue una matriz de doble entrada.

Adicionalmente, la metodología utilizada para la valoración de impactos ambientales contempla dentro de sus criterios de evaluación, los que se consideran acumulativos, tal como lo establece en el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

El proceso de identificación y calificación se realizó en los siguientes pasos generales a saber:

Identificación de Actividades del Proyecto: descripción resumida de cada una de las actividades realizadas por la comunidad (escenario sin proyecto) y actividades a desarrollarse por parte del proyecto.

Caracterización del área de influencia del proyecto: con base en la información de la línea base abiótica, biótica y socioeconómica se tiene un diagnóstico del estado actual de la zona de estudio y su problemática actual socioambiental.

Determinación de Recursos Naturales Requeridos: se identifican las necesidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos por las actividades desarrolladas y proyectadas por el estudio.

Inventario de Residuos Generados por la Actividad: relación del tipo de residuos generados por las actividades implícitas de las diferentes actividades tanto del escenario sin proyecto como con proyecto (residuos domésticos, Industriales y Especiales) que puedan ocasionar impactos negativos en el medio.

Determinación de la Significancia de los Impactos y efectos Ambientales: para determinar la significancia de los impactos ambientales se diligencia una matriz en donde están las actividades, aspectos ambientales, los impactos identificados que generan y se cruzan con los criterios de evaluación (ver **Tabla 2.57**).

Una vez identificados y evaluados los impactos se cruzan con el Plan de Manejo Ambiental, para que estos tengan sus medidas de manejo respectivas, ya sea de prevención, mitigación, corrección y/o compensación.

- **Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA).**

La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los criterios de Carácter, Intensidad, Extensión, Duración, Periodicidad, Recuperabilidad, Reversibilidad, Momento, Efecto, Resiliencia, Sinergia y Acumulación; que se evalúan conforme a los criterios de la **Tabla 2.57**.

Los valores de **IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL** se obtienen a partir de la ponderación de los valores de los criterios mencionados en el párrafo anterior.

Tabla 2.57 Criterios para evaluación de la importancia del impacto ambiental (IMA).

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
Naturaleza o Carácter (C)	Es el carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que actúan sobre los diversos factores involucrados.	Benéfico Perjudicial	(+) (-)

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
Intensidad (INT)	Es comprendida como el grado de afectación de la acción sobre el elemento ambiental específico. Baja: Su efecto solo es una modificación mínima sobre el elemento socio-ambiental evaluado. Media: Aunque se presentan cambios o modificaciones, estos no representan una afectación grave sobre el elemento socio-ambiental evaluado. Alta: Su efecto provoca una afectación al elemento socio-ambiental grave. Muy Alta: Expresa una afectación casi total del factor socio-ambiental evaluado. Total: Daño o perturbación total del elemento socio-ambiental.	Baja Media Alta Muy Alta Total	1 2 4 8 12
Extensión (EXT)	Hace referencia a la localización de los efectos, teniendo en cuenta el área de influencia del proyecto según el elemento socio-ambiental evaluado. Puntual: Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado, es decir, únicamente sitio de intervención. Desde el punto de vista social se refiere a nivel predial. Parcial: Los efectos superan los sitios de intervención, encontrándose aun dentro del área de influencia del proyecto. En lo concerniente al medio social, se refiere a nivel vereda. Extenso: Los efectos trascienden los sitios más cercanos del área de influencia con respecto al proyecto. Desde el punto de vista social hace referencia a nivel municipal. Total: El impacto abarca en su totalidad tanto el área de influencia directa como indirecta. Para el medio social su cobertura extiende a todas las poblaciones del área de influencia.	Puntual Parcial Extenso Total	1 2 4 8
Duración (DUR)	Es el tiempo aparente en el que permanece el impacto desde su aparición. Fugaz: Si el efecto dura menos de un mes. Temporal: si dura entre 1 y 3 meses. Pertinaz: entre 4 y 10 meses. Permanente: si la duración es superior.	Fugaz Temporal Pertinaz Permanente	1 2 4 7
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del impacto por el desarrollo del aspecto ambiental. Irregular: El aspecto ambiental evaluado genera el impacto de manera impredecible o solo una vez en el tiempo. Periódico: El aspecto ambiental evaluado genera el impacto de manera cíclica o recurrente. Continuo: El aspecto ambiental evaluado genera el impacto de manera constante en el tiempo.	Irregular Periódico Continuo	1 3 7

ATRIBUTO	DEFINICIÓN	ESCALA	RANGO
Recuperabilidad (RC)	Hace referencia a la posibilidad y el momento de introducir acciones o medidas correctivas para remediar los impactos producidos. Recuperable: (inmediato o a mediano plazo) cuyo efecto puede eliminarse por medidas correctoras asumiendo una alteración que puede ser reemplazable (Por ej.: cuando se elimina la vegetación de una zona, la fauna desaparece; al reforestar la zona, la fauna regresará). Mitigable: cuyo efecto puede atenuarse mediante medidas mitigadoras. (Por ej. Barreras para el control de ruido). Irrecuperable: cuya alteración o pérdida del medio es imposible de reparar (Por ej.: toda obra de cemento u hormigón).	Recuperable Mitigable Irrecuperable	1 4 7
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Reversible: El elemento socio-ambiental afectado retorna por sí solo a sus condiciones naturales en menos de 12 meses. Reversibilidad media: El elemento ambiental tarda en retornar a sus condiciones naturales entre 1 y 5 años. Irreversible: El elemento ambiental tarda más de 5 años, o se supone la imposibilidad de retornar por medios naturales a la situación anterior	Reversible Reversibilidad media Irreversible	1 4 7
Momento (MO)	La manifestación del impacto se define a partir del tiempo que transcurre entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto sobre el elemento socio-ambiental considerado. Inmediato: Si el tiempo transcurrido es nulo el momento. Medio plazo: si el periodo va de 1 a 3 meses. Largo plazo: impacto tarda más de tres meses.	Largo plazo Medio plazo Inmediato	1 2 4
Efecto (EF)	Relación Causa-Efecto	Indirecto Directo	1 4
Resiliencia (RS)	Capacidad para absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad. Alta: El retorno a condiciones originales toma menos de dos (2) años Media: Se requieren de dos a quince años (2 -15). Baja o Nula: Tarda más de 15 años o no regresa a sus condiciones naturales sin medidas de manejo. Nota: La Calificación de la Resiliencia debe ser consecuente con la calificación de la reversibilidad (RV) para los impactos negativos.	Para impactos (-): Alta Media Nula Para impactos (+): Baja Media Alta	1 2 4 1 2 4
Sinergia (SI)	Se refiere a la unión de varios impactos que generan efectos de mayor magnitud a los generados si estos actuaran independientemente.	No sinérgico Sinérgico	1 4
Acumulación (A)	Impacto se incrementa progresivamente posterior a la ejecución de la actividad, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	No acumulativo Acumulativo	1 4

Fuente: Vicente Conesa Fernández-Vitora. Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. Adaptada GEOCOL CONSULTORES S.A. 2017.

• **Valoración y determinación de la importancia ambiental (IMA).**

La valoración de los impactos es un procedimiento que permite de una forma ordenada llegar a establecer la importancia de un impacto, y a partir de ésta, establecer el tipo de medida de manejo socio-ambiental a seguir.

La importancia del impacto se obtiene a partir de la correlación de los atributos, considerando la ecuación presentada en la **Tabla 2.58**, en donde se obtendrá un valor de las acciones más impactantes (valores negativos altos), las poco impactantes (bajos valores negativos) y las beneficiosas (valores positivos altos y bajos).

De acuerdo con lo anterior, los impactos severos y críticos exigen medidas de manejo especiales, los irrelevantes o no significativos y moderados, medidas de manejo generales. Las actividades que generen impactos ambientales críticos o inadmisibles deberán ser revaluadas, ya no desde el impacto en sí, sino desde el punto de vista de la viabilidad social y/o ambiental del proyecto o actividad específica. En la **Tabla 2.58** se reseñan las diferentes escalas de evaluación que se pueden obtener de la aplicación de la evaluación de importancia ambiental según los parámetros metodológicos anteriormente mencionados.

Tabla 2.58 Rangos jerarquización del impacto según la Importancia Ambiental (IMA).

Importancia Ambiental (IMA)	Se entiende como la importancia del impacto de una acción sobre un elemento socio-ambiental determinado. Se calcula por medio de la siguiente ecuación: $IMA = +/- ((3 \times I) + (2 \times EX) + DU + PR + MC + RV + MO + EF + RS + SI + A)$	Impacto Leve o irrelevante	< 33
		Impacto Moderado	Entre 33 - 51
		Impacto Severo	Entre 52 - 74
		Impacto Crítico	> a 74

• **Nivel De Intervención Global Negativa (NIGN).**

El Nivel de Intervención Global es un valor establecido en términos porcentuales que permite verificar el grado integral de afectación de un proyecto o varias actividades, teniendo en cuenta la mínima y máxima calificación de los criterios ambientales evaluados.

En este orden de ideas, es un complemento al análisis realizado mediante la metodología de evaluación de impacto ambiental utilizada, la cual para este caso, fue la Metodología de Vicente Conesa Fernández, tanto para el escenario sin proyecto, como para el con proyecto.

El Nivel de Intervención Global se obtiene con base en la siguiente formula:

$$NIGN = 100\% - \frac{(Int. Max - Int) * 100\%}{(Int. Max - Int. Min)}$$

Dónde:

- **NIGN** es el nivel de intervención global negativa del proyecto. (Para el escenario sin proyecto, hace referencia al conjunto de actividades desarrolladas hasta la fecha).
- **Int** es la intervención total del proyecto o actividades, producto de la sumatoria de los impactos negativos de todas las acciones (datos en absoluto).

- **Int. Max** es la máxima valoración negativa que es posible tener por el proyecto o actividades (datos en absoluto) (Este valor corresponde al número de interacciones que generarían impactos negativos por el máximo valor posible por impacto ambiental el cual es de -100).
- **Int.Min** es la mínima valoración negativa que se podría llegar a tener (datos en absoluto) (Este valor corresponde al número de interacciones que generarían impactos negativos por el mínimo valor posible por impacto ambiental el cual es de -14).

El valor del nivel de intervención global de las actividades debe ser comparado con los valores relacionados en la **Tabla 2.59**, para de esta manera determinar matemáticamente cual fue la actividad más impactante socio-ambientalmente hablando.

Tabla 2.59 Valoración y clasificación de impactos.

NIVEL DE INTERVENCIÓN GLOBAL NEGATIVA (NIGN)	CATEGORÍA
0 – 25 %	Nivel de intervención Bajo
25.1 – 50 %	Nivel de intervención Medio
50.1 – 75 %	Nivel de intervención Alto
75.1 – 100 %	Nivel de intervención Muy Alto

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. Análisis ambiental de proyectos. 2006.

2.3.6 Metodología de Zonificación.

La zonificación ambiental se desarrolla operativamente con un Sistema de Información Geográfica, al que se ingresaron datos producto del análisis cualitativo y cuantitativo de variables priorizadas en la zonificación física o abiótica, biótica, socioeconómica y cultural, para realizar el análisis y determinar la sensibilidad ambiental del área de influencia del proyecto.

La zonificación ambiental se obtuvo a partir de una síntesis del diagnóstico, realizado en la línea base del estudio, con base en la descripción y caracterización ambiental del área, y una visión global de las condiciones de los ecosistemas y recursos naturales que se encuentran en la zona. Consiste en la superposición de mapas temáticos, obtenidos de la caracterización ambiental, analizando por separado cada componente para, posteriormente, entrar a realizar la categorización y priorización de aquellos factores que determinan la sensibilidad de un lugar. Dicha zonificación determina el grado de sensibilidad ambiental que presenta cada uno de los ecosistemas de un área determinada, frente a los impactos que se generan con la realización de las diferentes actividades propuestas en el área de influencia del proyecto.

La calificación de las variables tiene como referencia rangos de 1 a 4 puntos, a partir de la cual se define la sensibilidad básica de las áreas comprendidas dentro del área de influencia, con categorías que varían de Baja a Muy Alta sensibilidad.

Las variables utilizadas para la zonificación del medio abiótico fueron las siguientes:

- Estabilidad general del terreno.
- Uso potencial del suelo
- Pendiente del terreno.
- Vulnerabilidad hidrogeológica

Las variables del medio biótico tenidas en cuenta para la zonificación ambiental fueron:

- Coberturas de la tierra y fauna
- Sensibilidad rondas hídricas

Las variables consideradas para el medio social fueron:

- Actividad económica
- Cobertura de los servicios públicos domiciliarios básicos (Espacial)
- Organización comunitaria y ámbitos de participación
- Tamaño de la propiedad
- Presencia de grupos étnicos.

El resultado de la zonificación ambiental del área de influencia y área de intervenciónse presenta en la siguiente tabla:

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE INTERVENCIÓN	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
MUY ALTA	80,34	1,99	11,60	1,81
ALTA	3661,37	90,62	603,76	94,00
MEDIA	298,86	7,40	26,92	4,19
BAJA	0	0	0	0
TOTAL	4.040,58	100	642,28	100

2.3.7 Metodología para la Evaluación Económica.

La valoración económica de los impactos ambientales fue realizada conforme la Metodología General para la Presentación de los Estudios Ambientales, numeral 2.3.2, determinando el proceso de evaluación económica al interior de la Evaluación del Impacto Ambiental, y conforme el Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental. (CEDE – UNIANDES - MAVDT 2010).

Para la valoración de los impactos - Beneficios y Costos- ambientales con el proyecto, se toman la información de línea base, área de influencia, identificación y evaluación de los impactos ambientales y programas de manejo ambiental diseñados para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales.

El documento contiene una identificación y calificación de los impactos positivos y negativos que las actividades del proyecto podrían generar sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

Dentro de este contexto, la valoración económica parte del conjunto de los impactos que por su valor de significancia ambiental han sido evaluados como impactos severos de carácter negativo o costos ambientales, y de carácter positivo, que constituyen beneficios ambientales.

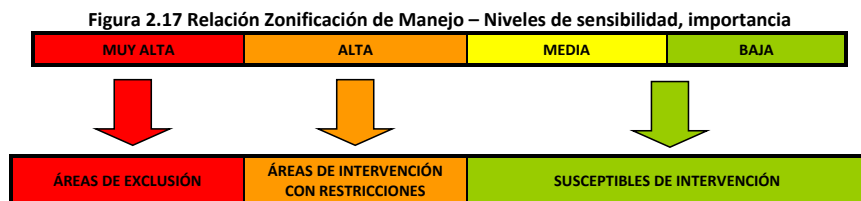
2.3.8 Metodología Zonificación de Manejo Ambiental.

La Zonificación de manejo Ambiental para Área de Influencia del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal se desarrolló a partir de la información descrita en el Capítulo 5, Caracterización del área de influencia permitiendo establecer la sensibilidad de los ecosistemas y recursos naturales de los mismos frente al desarrollo de las actividades del Proyecto vial, con el fin de obtener las unidades de uso, recuperación y conservación. Así mismo es la resultante de la interacción entre la Zonificación Ambiental y la evaluación ambiental, donde se tiene en cuenta los grados de vulnerabilidad y sensibilidad de cada uno de los componentes ambientales, como la importancia socio ambiental de los ecosistemas y recursos naturales frente al grado de intervención o afectación.

A continuación, se definen las áreas que contemplan la Zonificación de Manejo Ambiental:

- ✓ Área de exclusión.
- ✓ Áreas de intervención con restricciones.
- ✓ Susceptibles de intervención.

Como resultado para el Área de Influencia del Proyecto vial se obtuvieron tres categorías de zonificación de manejo ambiental las cuales se relacionan en la **Figura 2.9**.



2.3.9 Metodología Plan de Manejo Ambiental.

El **Plan de Manejo Ambiental (PMA)** se elaboró teniendo en cuenta la evaluación ambiental del presente proyecto, donde a partir de la identificación de las actividades del proyecto se evalúa la posibilidad de manifestación de impactos en los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos.

El contenido de cada Programa de Manejo Ambiental tiene como alcance general, brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico durante el desarrollo de las actividades del proyecto. Así mismo, también responde al cumplimiento de las normas legales colombianas aplicables a este tipo de proyectos, considerando los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de construcción de Carreteras y/o túneles, emitidos por el Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible en el 2015.

En el plan de manejo ambiental se presentan el conjunto de programas necesarios para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas. Cada impacto

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	---	--

identificado contiene su correspondiente medida de manejo, por lo anterior, los diferentes programas se presentan en forma de fichas que contienen la siguiente información: objetivos, meta, etapa, impactos socio ambientales a manejar, tipo de medida, acciones a desarrollar, indicadores, lugar de aplicación, responsable de la ejecución, personal requerido, monitoreo y seguimiento, población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, cronograma de ejecución, cuantificación y costos.

2.3.10 Plan de Gestión del Riesgo.

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Desastres (ahora en adelante PGRD) para cada una de las actividades previstas en el proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal, que se encuentra ubicado en el departamento de Nariño, en los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués aborda el proceso de conocimiento, reducción y manejo del riesgo y acoge los lineamientos establecidos en la normatividad ambiental vigente como lo son la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y el Decreto 2157 de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las entidades Públicas y Privadas.

En el desarrollo se encuentran los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para las actividades que se tiene planteado realizar en el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal. Dicho análisis permite calificar el nivel de aceptabilidad del riesgo para cada escenario y el nivel de planeación para el diseño de una respuesta detallada o general que se ajuste a los lineamientos de la Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S.

De la misma manera el PGRD presenta la organización para la respuesta, que contempla las acciones, medidas y equipos necesarios para el control y mitigación de las emergencias y contingencias que se puedan presentar durante el desarrollo de las actividades, así como los procedimientos operativos a implementar para responder eficaz y eficientemente a eventos iniciantes y amenazantes, tendientes a reducir la afectación sobre los elementos vulnerables

2.3.11 Metodología para plan de inversión del 1%.

La formulación del plan de inversión del 1% se desarrolló en tres fases:

Fase 1: Identificación de cuencas hidrográficas objeto de captación, actividades elegibles y localización de áreas tentativas.

Se tuvo en cuenta los puntos de captación propuestos en el capítulo 7 del presente estudio, categorización de las cuencas correspondientes y revisión de información secundaria de las mismas, con el fin de identificar las líneas de intervención aplicables a la inversión del 1%, contenidas en los planes de ordenamiento y manejo del recurso hídrico (Artículo quinto del Decreto 1900 de 2006, Artículo 2.2.9.3.1.4 del Decreto 2099 de 2016 y Artículo 2.2.9.3.1.9 del Decreto 2099 de 2016), lo que conduce a la localización tentativa de áreas donde se plantea realizar la inversión.

Fase 2: Propuesta de obras o actividades a ejecutar.

Teniendo en cuenta conceptos técnicos y lo planteado en los planes de ordenamiento y manejo del recurso hídrico, se proyectó actividades puntuales en las cuales se propone invertir los recursos.

Fase 3: Formulación de presupuestos y cronogramas tentativos.

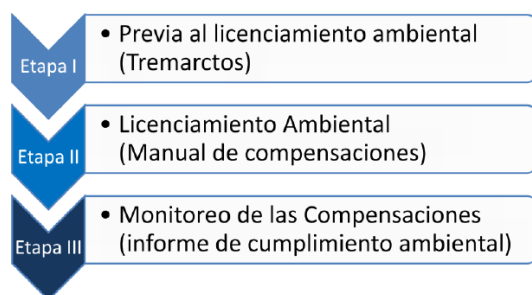
Se calculó el monto total a invertir, con base en el artículo 3 del decreto número 1900 de 2006, y se destinó un rubro particular para la ejecución de cada una de las acciones, discriminado en mano de obra, insumos y otros costos, además de los respectivos cronogramas para la inversión de los recursos.

2.3.12 Metodología para el plan de compensación por pérdida a la biodiversidad.

La compensación por pérdida de biodiversidad para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan - Pedregal, se definió con base en los criterios establecidos en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, adoptado por medio de la Resolución 1517 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), así como los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, adoptados por el MADS a través de la resolución 0751 del 26 de marzo del 2015.

La compensación por pérdida de biodiversidad contempla dentro de su planificación tres etapas. La primera consiste en una fase temprana en la cual se hace uso de la herramienta TREMARCTOS-COLOMBIA, la segunda tiene lugar cuando se surte el proceso de licenciamiento ambiental y se plantean las acciones de compensación, y la tercera, donde se desarrollan las actividades de monitoreo y seguimiento. Para la aplicación del manual, el presente documento plantea las dos primeras etapas (**Figura 2.18**).

Figura 2.18 Etapas de planificación sectorial de la compensación por pérdida de biodiversidad.



Fuente: MADS, 2012.

Para la primera etapa, se realizó el análisis de alertas tempranas por medio de la herramienta TREMARCTOS COLOMBIA 3.0, evaluándose si el área de intervención del proyecto se traslapa con la zona de distribución de especies sensibles, con áreas protegidas de carácter nacional, regional o local o que presentan prioridad de conservación. Así mismo, se indagó sobre la distribución de los factores de compensación definidos para la zona de estudio.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

Para la segunda etapa, se llevó a cabo la determinación de los factores de compensación aplicables al proyecto, la búsqueda de ecosistemas equivalentes para realizar la compensación y la generación de la propuesta de acciones de compensación.

La estimación de los factores de compensación se realizó para los ecosistemas naturales y la vegetación secundaria, teniendo en cuenta que el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad contempla únicamente la compensación de estos dos tipos de ecosistemas. Esta valoración se basó en el listado Nacional de factores de compensación, que tiene en cuenta aspectos como representatividad, rareza, remanencia y tasa de transformación para cada uno de los ecosistemas naturales terrestres.

Con base en las variables mencionadas anteriormente y la clasificación de los ecosistemas que se traslapan con el área de intervención del proyecto vial, se determinaron los factores totales de compensación para los ecosistemas naturales y la vegetación secundaria a partir de la sumatoria de los factores de compensación individuales, mientras que las áreas a compensar se establecieron con las siguientes fórmulas:

- **Bosques naturales, herbazales y vegetación secundaria de más de 15 años.**

$$Ac = Ai \times \sum Fc$$

Donde,

Ac = Área a compensar en ecosistemas naturales

Ai= Área a impactar por el desarrollo del proyecto

$\sum Fc$ = Sumatoria de los factores de Compensación

- **Vegetación secundaria de menos de 15 años (vegetación secundaria baja).**

$$Acvs = Ai \times (\sum Fc/2)$$

Donde,

Acvs= Área a compensar en vegetación secundaria

Ai= Área a impactar por el desarrollo del proyecto

$\sum Fc$ = Sumatoria de los factores de Compensación

Para saber dónde compensar, se realizó la búsqueda de áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas, que en lo posible formen parte del área de influencia del proyecto y que tengan oportunidad de conservación efectiva. Para identificar estas áreas, se siguieron los criterios determinantes propuestos en el manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad:

- Ser el mismo tipo de ecosistema natural afectado.
- Ser equivalente al tamaño o área a compensar al fragmento de ecosistema impactado.
- Igual o mayor condición y contexto paisajístico al fragmento del ecosistema impactado.
- Igual o mayor riqueza de especies al fragmento del ecosistema impactado.
- Que esté localizada en el área de influencia del proyecto.
- De no ser posible lo anterior, se buscará que el área a compensar se encuentre dentro de la misma

subzona hidrológica donde se ubica el proyecto, en lo más cerca posible al área impactada.

- g) Si no se encuentra el área ecológicamente equivalente en la subzona hidrológica donde se ubica el proyecto, se acudirá a las subzonas hidrológicas circundantes, en lo más cerca posible al área impactada.
- h) De ser posible, se privilegiarán áreas ecológicamente equivalentes dentro del municipio donde se ubica el proyecto.
- i) En caso de no encontrarse suficientes áreas ecológicamente equivalentes, deberá realizarse actividades de restauración ecológica que podrán incluir herramientas de manejo paisaje (silvopastoriles, agroforestales, silviculturales, etc.), hasta cumplir con el área a compensar. Las priorización de estas áreas se realizará conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Restauración.
- j) Las actuales áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas protegidas – SINAP podrán ser objeto de compensación si cumplen los criterios a), b), c) y d) antes descritos, y si requieren actividades de saneamiento predial o ampliación, siempre y cuando incluya medidas de restauración ecológica o de prevención de deforestación y degradación.

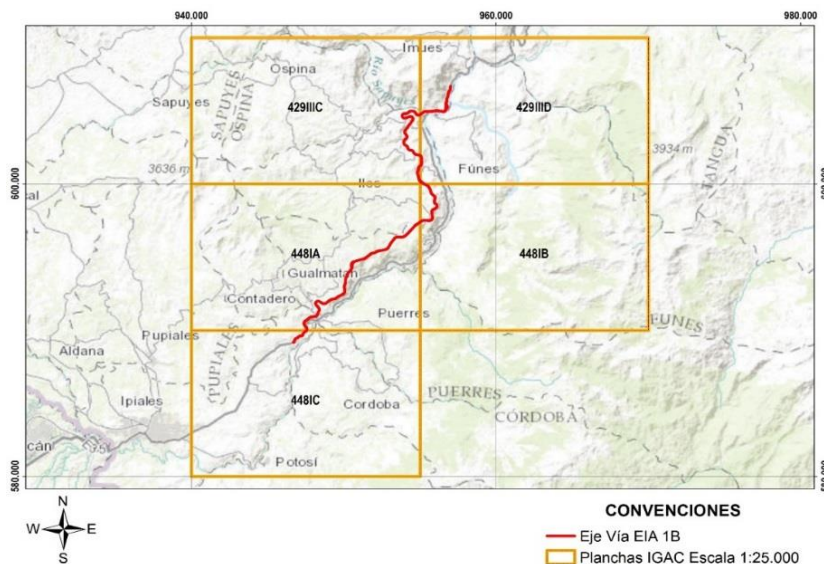
Para evaluar estos criterios, se hizo uso de la herramienta Ma.F.E v2.0 para el mapeo de áreas con ecosistemas equivalentes a los encontrados en el área de intervención del proyecto vial. Por otro lado, se consultó la plataforma virtual del Sistema de Información Ambiental de Colombia para identificar las áreas con alguna figura de protección nacional, regional o local así como las áreas con prioridad de conservación que se traslapan o se hallan dentro de la zona o subzona hidrográfica del área de influencia del proyecto.

A partir de los resultados obtenidos, se identificaron los parches y el área total disponible para realizar la compensación de cada uno de los ecosistemas impactados. Con esta información, se determinó cuáles acciones de compensación serían las más adecuadas y a partir de allí se generó la propuesta correspondiente, que incluye el desarrollo de diferentes etapas, el cronograma y costos generales así como la valoración de posibles riesgos en la realización del plan de compensación.

2.3.13 Metodología para Cartografía.

Dentro de la identificación de la información secundaria, se determinó como principal fuente la suministrada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), ente oficial para la generación de información cartográfica del país. Dentro de la revisión de esta información se determinó que el área de influencia estaba cubierta por la planchas 448IC, 448IA, 448IB, 429IIIC y 429IIID a escala 1:25.000 en formato digital, dentro del proceso de actualización de la cartografía básica de Colombia a escala 1:25.000; la zona correspondiente al área de captación fue obtenida directamente por captura de la imagen satelital; este cubrimiento se aprecia en la **Figura 2.19**.

Figura 2.19 Cubrimiento de planchas IGAC escala 1:25.000.



Fuente: Consorcio SH.

Se contó además con información proveniente de otras fuentes de información geográfica como la información cartográfica anexa de Los documentos de PBOT de los municipios del área de influencia.

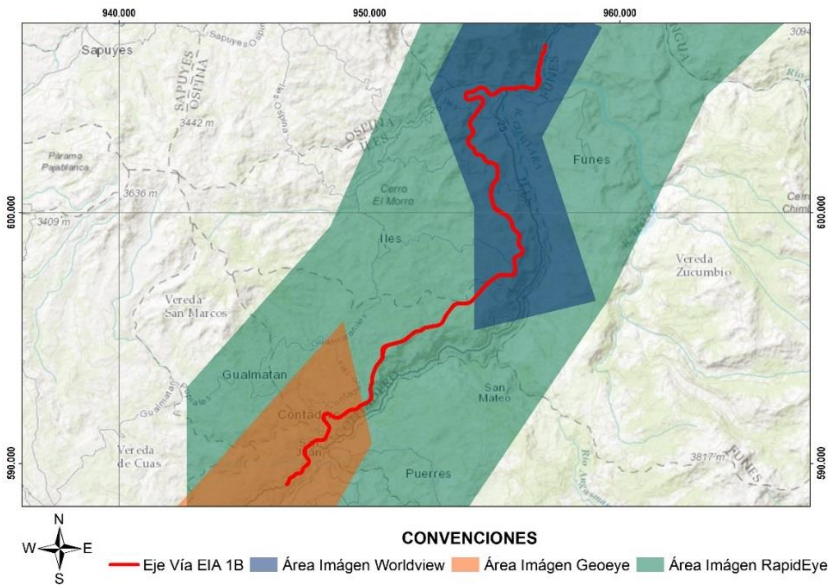
Para la información temática, se recopiló información de instituciones como Ingeominas, IDEAM, Ministerio de Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales, Gobernaciones, Dane, Icanh, entre otros. Esta información se constituyó en insumo preliminar para la especialización de las temáticas necesarias a cartografiar en el estudio.

Posteriormente se realizó la georreferenciación y restitución cartográfica de la información recopilada, logrando la espacialización de las capas básicas y temáticas a partir de las fuentes de información secundaria.

- **Tratamiento de datos primarios.**

Esta etapa se realizó el pre-procesamiento a los datos considerados como primarios con el fin de disponer de la información para la actualización de la cartografía básica y la generación de las capas temáticas. A nivel de sensores remotos se contó con un imágenes World vier Multibandas de 4 bandas con resolución de 50 cm de 19/enero/2015 y una Rapideye multibandas de 5 bandas con resolución espacial de 5 m de 27/01/2016 para lograr un cubrimiento del 100% del área de influencia para el área de interés del proyecto (Ver **Figura 2.20**).

Figura 2.20 Imágenes satelitales y su cubrimiento.



Fuente: Consorcio SH.

Las especificaciones de las imágenes utilizadas para la actualización de la cartografía base son las siguientes (Ver **Tabla 2.60**).

Tabla 2.60 Imágenes utilizadas para actualización de cartografía base.

IMAGEN	AÑO	RESOLUCIÓN RADIOMÉTRICA	RESOLUCIÓN ESPACIAL
WorldView	2015	16 bits	50 cm
Geoeye	2015	16 bits	50 cm
Rapideye	2015	16 Bits	5 metros

Fuente: Consorcio SH.

- Georreferenciación.**

Durante esta etapa se llevó a cabo el proceso de georreferenciación de la información secundaria proveniente de diversas fuentes y se procedió a realizar la restitución cartográfica de las entidades geográficas de interés, tanto para la cartografía base como para la temática. Durante este proceso se tuvieron en cuenta las reglas topológicas para los tipos de datos vectoriales, adición de atributos, la continuidad y clasificación de elementos, entre otros, para la escala de trabajo 1:25.000.

- Generación de Reportes Gráficos y Alfanuméricos.**

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 GOBIERNO REGIONAL UNIÓN DEL SUR
---	---	--	--

En esta etapa se generaron las capas temáticas primarias (o base) finales a partir de la información secundaria restituída y de la información aportada por los profesionales especialistas. Durante este proceso se desarrolló la edición espacial y a nivel de atributos de cada temática.

La generación de reportes gráficos y alfanuméricos se llevó a cabo de manera transversal a todo el proceso cartográfico, tanto para la fase pre-campo como para la post-campo. Esta etapa incluyó la elaboración de figuras de apoyo al documento, figuras para presentaciones y para análisis de las condiciones ambientales y socioeconómicas; así como la producción de reportes alfanuméricos específicos para el área de influencia del proyecto.

- **Actualización Cartográfica con Base en Información de Sensores Remotos.**

Durante esta etapa se realizó la actualización de la cartografía base a través de los procesos de digitalización, restitución y reajuste de la información capturada en las etapas anteriores. A continuación se describen las principales entidades geográficas actualizadas:

- Drenajes Sencillos y cuerpos de agua: Se actualizaron los recorridos y trayectorias de los drenajes a partir de la información obtenida de la plancha IGAC a escala 1:25.000, las demás imágenes satelitales de apoyo.
- Vías: Se contrastó la tipología vial de la información proveniente de la cartografía base 1:25.000 con la información levantada por el profesional del área civil en campo.
- Límites Administrativos: Para la obtención de esta capa de información se compararon las diferentes fuentes secundarias y geográficas disponibles sobre este tema: Cartografía IGAC 1:25.000 y 1:100.000 y los mapas del PBOT de los municipios del área de influencia.

La elaboración de la cartografía temática se realizó a partir de la información geográfica primaria previamente procesada y el análisis de las condiciones de las áreas verificadas en campo de acuerdo al criterio del profesional que realizó la visita.

- **Estructuración de Geodatabase Cartografía Base.**

La estructuración de la base de datos geográfica de cartografía base se realizó sobre el modelo de datos propuesto por el IGAC, incorporando los elementos geográficos actualizados sobre los cuales se diligenciaron los atributos, se asignaron subtipos y dominios de las capas, se verificó la continuidad, se asignó la simbología y se clasificaron los elementos que contiene la cartografía entregable dentro de la Geodatabase.

- **Geoprosesamiento y Análisis Espacial de Capas Temáticas Medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico.**

En esta etapa se generaron las capas síntesis de los medios abiótico, biótico y socioeconómico que resumen la caracterización del área de estudio en concordancia con la línea base ambiental. Para esto se consolidaron las variables construidas en las etapas anteriores a través de los procesos de análisis espacial y geoprosesamiento desarrollados de manera interdisciplinaria con los expertos de cada temática.

Para el caso del medio abiótico se desarrolló el modelamiento de las variables climáticas y su geoprosesamiento para la obtención de la zonificación climática, el modelamiento hidrológico para la obtención de cuencas, el geoprosesamiento de variables físicas para la obtención de la estabilidad geotécnica, la aplicación de herramientas de análisis espacial para la obtención de pendientes, entre otros.

Para el medio biótico se realizó la interpretación digital y/o visual de la información proveniente de sensores remotos y en el caso del medio socioeconómico se geoprosesaron las variables sociales y físicas para la obtención del potencial arqueológico teniendo en cuenta también los resultados de sondeo arqueológico.

2. GENERALIDADES	Página 186
------------------	------------

- **Estructuración de GDB Temática Modelo ANLA.**

Con base en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016, mediante la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico, se realizó la estructuración de la Geodatabase por conjuntos de datos o features dataset para los medios abiótico, biótico, socioeconómico, paisaje, proyecto, riesgo y amenaza, suelo protección y zonificación, obtenidos en las etapas anteriores y se realizó la estructuración atributiva de los mismos, es decir, una vez se cargaron los datos geométricos se diligenció el conjunto de atributos correspondiente a cada capa, con base en la información aportada por el profesional experto de cada temática.

- **Elaboración de Mapas Temáticos Entregables.**

Los mapas finales entregables fueron contruidos de acuerdo a los parámetros establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010. Para esto se diseñó un formato de mapa y la representación simbólica de cada uno de los elementos o variables cartográficas contenidos tanto en la Geodatabase de Cartografía Base como en la Geodatabase Temática.

Para asegurar la homogeneidad y calidad en las representaciones cartográficas se tuvo en cuenta el Modelo de Datos para Geodatabase de Cartografía Base del IGAC.

Los mapas se desarrollaron bajo la licencia Desktop de ArcGis 10.0 e incluyen la leyenda descriptiva para cada temática construida por el profesional experto en concordancia con lo expuesto en la caracterización del área de estudio y los capítulos de zonificación ambiental y de manejo.

Como entregables resultantes de esta etapa, se presenta una carpeta denominada MXD, la cual contiene los archivos de los proyectos de mapas en formato .mxd y una carpeta denominada PDF con los mapas temáticos en formato PDF para rápida visualización y consulta.

Tabla 2.61 Mapas temáticos.

NÚMERO	TÍTULO MAPA
1	Localización general
2	Infraestructura proyecto
3	Área de influencia físico-biótica
4	Área de influencia socioeconómica
5	Geología
6	Pendientes
7	Procesos morfodinámicos
8	Unidades geomorfológicas
9	Unidades de paisaje local
10	Suelos (clases agrológicas)
11	Uso actual
12	Uso potencial
13	Conflicto de uso
14	Hidrología
15	Zonificación climática
16	Isoyetas
17	Isotermas
18	Hidrogeología
19	Geotecnia
20	Calidad del aire

NÚMERO	TÍTULO MAPA
21	Ruido
22	Ecosistemas
23	Cobertura de la tierra
24	Fauna (cobertura vegetal-puntos muestreo)
25	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas
26	Socioeconómico
27	Zonas de interés y potencial arqueológico
28	Zonificación medio biótico
29	Zonificación medio abiótico
30	Zonificación medio socioeconómico
31	Zonificación ambiental total
32	Zonificación de manejo
33	Uso y aprovechamiento
34	Análisis de riesgo
35	Inversión 1%
36	Sitios de monitoreo

Fuente: Consorcio SH.

- **Metadatos.**

La documentación del proceso cartográfico se realizó mediante el diligenciamiento de los metadatos en el formato Excel que aporta el ANLA y que se rige por el estándar de la norma NTC 4611. Se diligenció un metadato geográfico para cada capa temática y uno general para la base cartográfica.

- **Anexo Cartográfico.**

Finalmente, la información correspondiente al Anexo Cartografía se compiló en una carpeta en la cual se adjunta:

- Carpeta GDB: Contiene la Geodatabase de Cartografía Base y la Geodatabase Temática.
- Carpeta MXD: Contiene los archivos de mapas en formato .mxd.
- Carpeta PDF: Contiene los mapas en formato .pdf.
- Carpeta INSUMOS: Contiene toda la información geográfica en formato raster adquirida para la realización del estudio.
- Carpeta METADATOS: Contiene los metadatos generados en formato .xml.

2.3.14 Profesionales que participaron en la elaboración del EIA.

Para realizar el presente Estudio de Impacto Ambiental, se requirió de un equipo de profesionales interdisciplinario, el cual se presenta a continuación en la **Tabla 2.62**:

Tabla 2.62 Listado de Profesionales que participaron del EIA.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNION DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0			

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
Néstor Vásquez Pérez	Ing. Civil, Magister en Manejo de Recursos Naturales.	Director del Proyecto
Astrid Rodríguez Bernal	Ing. Ambiental. Especialización en derecho de medio ambiente	Coordinadora de estudio
Adriana Lucia Montealegre Arévalo	Ing. Ambiental. Esp. en gerencia de proyectos de la Ingeniería	Coordinadora Física
Angélica Iboníee Prada	Bióloga	Coordinador Biótica
Elsa Ximena Hernández	Trabajadora Social, Esp. Gestión Socio-Ambiental	Coordinadora Social
Alcides Aguirre	Geólogo, Esp. Geotermia, Magister en Hidrología de Aguas Subterráneas	Líder Físico
Néstor Nonzoque	Biólogo, Esp. Ingeniería Ambiental	Líder Componente Fauna
Daniel Alejandro Camargo	Ing. Forestal, Esp. Derecho medio Ambiente	Líder Componente Flora
Luz Adriana Molina García	Ing. Forestal	Líder Componente Flora Epífita
Juan Sebastián Urbina Blanco	Comunicador social y periodista, especialización en evaluación de impactos ambientales	Coordinación componente social
Claudia Roza Torres	Antropóloga & Arqueóloga. Esp. En Evaluación de impacto ambiental	Líder Social
Jair Felipe Miranda Gómez	Ing. Ambiental, Esp. Recursos Hídricos	Profesional de proyectos – Componente Ambiental
Andrés Felipe Saavedra Orjuela	Ing. Ambiental & Ing. Civil	Profesional de proyectos – Componente Ambiental
Iván David Páez Montero	Ing. Ambiental	Profesional de proyectos – Componente Ambiental
Sergio Castaño Ramírez	Est. Ing. Ambiental	Profesional de proyectos – Componente Ambiental
Kaboj Peralta Zuluaga	Ing. Civil	Profesional de proyectos – Descripción de Proyectos
Ana Marcela Ricardo Arrieta	Ing. Agrónoma, Esp. Ingeniería Ambiental	Profesional de proyectos – Componente Suelos
Wilson Danilo Patiño	Ing. Geólogo, Est. Msc. Hidrosistemas	Profesional de proyectos – Componente Físico
Eldibrando Patiño	Ing. Geólogo, Magister en Geotecnia	Profesional de proyectos – Componente Físico
Ana María González	Ecóloga, Msc. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad.	Profesional de proyectos – Componente Paisaje
Natalia Salazar	Ing. Forestal, Esp. Sistemas de Información Geográfica	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Mario Jiménez	Ing. Forestal. Esp. Evaluación ambiental de proyectos.	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Erika Ceballos	Ing. Agroforestal	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Emilsen ruales	Ing. Agroforestal	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Leonardo Malagon	Ing. Forestal, Magister Ciencias Agrarias entomología	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Karina Mejia	Ing. Forestal, Esp. Ingeniería Ambiental	Profesional de proyectos – Componente Forestal
Guillermo Alberto Reina Rodríguez	Biólogo-Botánico PhD.	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
Briyith Díaz Sierra	Bióloga	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
Jenny Alexandra Bolaños Guaranguay	Bióloga	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita

2. GENERALIDADES	Página 189
------------------	------------

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Sacyt Desafíos cumplidos CONSORCIO SH	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 UNIÓN DEL SUR
--	---	--	---

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
Diego David Mora	Biólogo	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
German Téllez	Ing. Forestal	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
Mario Andrés Suarez	Biólogo	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
Astrid Lucero Erazo Erazo	Bióloga	Profesional de proyectos – Componente Flora Epífita
Javier Guarín	Biólogo	Profesional de proyectos – Componente Fauna (mamíferos)
Duberney Garcia	Biólogo, Est. Msc Conservación y uso sostenible de la biodiversidad.	Profesional de proyectos – Componente Fauna (Aves)
Paula Sanchez Paba	Ecóloga. MBA en Dirección de Proyectos con énfasis en PMI, Administradora de Empresas	Servicios ecosistémicos, ecosistemas frágiles, estratégicos y áreas protegidas.
Alexandra Estevan	Trabajadora social	Profesional de proyectos – Componente social
Pilar Triana	Psicóloga social, Esp. Evaluación ambiental de Proyectos	Profesional de proyectos – Componente social
Yuly Joya	Trabajadora Social	Profesional de proyectos – Componente social
Claudia Bello	Trabajadora Social, Esp. Evaluación ambiental de Proyectos	Profesional de proyectos – Componente social
Joy Moreno	Psicóloga social	Profesional de proyectos – Componente social
Lina Arias	Comunicadora Social	Profesional de proyectos – Componente social
Magüi Stephania Botero	Politóloga, Esp. Mercados y políticas del suelo	Profesional de proyectos – Componente social
Mary Stephanie Torres	Psicóloga, Magister Gerontología	Profesional de proyectos – Componente social
María Alejandra Ibarra	Trabajadora Social, Esp. Gerencia Proyectos	Profesional de proyectos – Componente social
Lady Nathalia Vallejo	Psicóloga, Esp. Gerencia Social.	Profesional de proyectos – Componente social
Sandra León	Trabajadora Social	Profesional de proyectos – Componente social
Laura Mesa	Trabajadora Social, Esp. Gestión Socio-Ambiental	Profesional de proyectos – Componente social
Adriana González	Economista	Profesional de proyectos – Componente social
Oscar Stiven Reyes Muñoz	Topógrafo	Profesional SIG
Katherine Betancur	Tecnóloga en Gestión Administrativa	Edición de documento
MCS consultoría y Monitoreo Ambiental	Laboratorio	Monitoreos de la calidad del Agua
Gestión y Medio Ambiente	Laboratorio	Monitoreos de la calidad del aire y ruido

2. GENERALIDADES	Página 190
------------------	------------