

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO  
VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA - PASTO, TRAMO  
PEDREGAL - CATAMBUCO, UF. 4 Y UF 5.1., CONTRATO DE  
CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP NO. 15 DE 2015.**



**CAPITULO 2. GENERALIDADES**

San Juan de Pasto, Julio de 2017

## TABLA DE CONTENIDO

2.	GENERALIDADES .....	5
2.1	Antecedentes .....	7
2.1.1.	<b>Justificación</b>	<b>7</b>
2.1.2.	<b>Antecedentes del proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto.....</b>	<b>9</b>
2.1.3.	<b>Estudios previos</b>	<b>12</b>
2.1.4.	<b>Levantamiento de veda</b>	<b>12</b>
2.1.5.	<b>Trámite ante entidades</b>	<b>13</b>
2.1.6.	<b>Gestión para la identificación de Áreas del SINAP y SIRAP y otros</b>	<b>25</b>
2.1.7.	<b>Ecosistemas Estrategicos y áreas ambientalmente sensibles ..</b>	<b>28</b>
2.1.8.	<b>Certificaciones</b>	<b>29</b>
2.1.9.	<b>Explotación de fuentes de materiales</b>	<b>32</b>
2.1.10.	<b>Acto administrativo del permiso de estudio para la recolección de especímenes silvestres</b>	<b>32</b>
2.1.5.	<b>Implicaciones del proyecto con proyectos de interés para la región</b>	<b>33</b>
2.2.	Alcances .....	36
2.2.1.	<b>Alcance</b>	<b>36</b>
2.2.2	<b>Limitaciones y/o restricciones</b>	<b>37</b>
2.2.2.	<b>Vacios de información</b>	<b>38</b>
2.3.	Metodología.....	38
2.3.1.	<b>Definición del área de influencia del proyecto</b>	<b>40</b>
2.3.2.	<b>Caracterización del área de influencia</b>	<b>41</b>
2.3.2.1.	<b>Medio Abiótico</b>	<b>41</b>
o	<b>Fase poscampo</b>	<b>56</b>
2.3.2.2.	<b>Medio Biótico</b>	<b>89</b>
2.3.2.3.	<b>Medio Socioeconómico</b>	<b>158</b>
➤	<b>Presentación del componente Biótico, Abiótico y Socio-predial del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, de las Unidades Funcionales 4 y 5.1, proyecto vial doble calzada Rumichaca-Pasto: Se presento los resultados del estudio, asi como la comunidad indígena solicitó que se complemente el mismo teniendo en cuenta su cosmovisión.</b>	<b>167</b>
➤	<b>Taller de cartografía social: Junto con la comunidad se identificó los sitios que tienen significado a nivel cultural, ambiental y aspectos productivos.</b>	<b>167</b>
2.3.2.4.	<b>Zonificación Ambiental</b>	<b>169</b>
2.3.2.5.	<b>Elaboración de Cartografía</b>	<b>170</b>
2.4.	Información del Consultor .....	175

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Compañía Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Unidades funcionales del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015.....	6
Tabla 2.2 Expedientes de licenciamiento a cargo de la ANLA, de proyectos en Nariño. ....	18
Tabla 2.3 Expedientes de licenciamiento a cargo de la ANLA, de proyectos de Infraestructura en Nariño.....	23
Tabla 2.4 Clasificación de rangos de pendientes.....	46
Tabla 2.5 Tablas de valoraciones por el sistema GOD .....	50
Tabla 2.6 Unidades de análisis por componente para obtención de la geotecnia del proyecto .....	52
Tabla 2.7. Unidades Geológicas .....	52
Tabla 2.8. Textura del suelo .....	53
Tabla 2.9. Pendientes del suelo .....	54
Tabla 2.10. Relieve.....	54
Tabla 2.11 Régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes .....	58
Tabla 2.12 Metodología de monitoreo de aguas .....	65
Tabla 2.13 Estaciones meteorológicas en la zona de estudio .....	66
Tabla 2.14 Coordenadas propuestas para ubicación de estaciones de calidad de aire .....	68
Tabla 2.15 Características generales de los parámetros evaluados. ....	69
Tabla 2.16 Especificaciones técnicas del Hi-Vol PST.....	72
Tabla 2.17 Especificaciones técnicas del Hi-Vol PM10.....	72
Tabla 2.18 Especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.....	75
Tabla 2.19 Especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.....	81
Tabla 2.20 Evaluaciones de emisión de ruido .....	85
Tabla 2.21 Evaluaciones de emisión de ambiental .....	85
Tabla 2.22 Características del sonómetro.....	86
Tabla 2.23 Descriptores de ruido .....	87
Tabla 2.24 Valores estadísticos de análisis .....	88
Tabla 2.25 datos a registrar en parcelas de muestreo Epifitas.....	110
Tabla 2.26 Coberturas para muestreo por unidad funcional.....	119
Tabla 2.27 Esfuerzo de muestreo por método.....	145
Tabla 2.28 Empresas responsables de los análisis de muestras .....	151
Tabla 2.29. Unidades Territoriales del Área de Influencia Socioeconómica .....	162
Tabla 2.30. Consultor y Grupo de Profesionales .....	175

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comandante en Jefe</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Localización del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca- Pasto.....	7
Figura 2.2. Esquema de muestreo para la metodología de inventario rápido.....	91
Figura 2.3. Colección de muestras de vegetación terrestre.....	98
Figura 2.4. Colección de muestras de vegetación terrestre.....	98
Figura 2.5. Esquema de las parcelas de caracterización de epífitas.....	103
Figura 2.6. Estratificación vertical del forófito. ....	104
Figura 2.7 modelo de formato de levantamiento de información de uso de las especies forestales .....	116
Figura 2.8. Redes de niebla y sus partes.....	136
Figura 2.9. Grilla de muestreo.....	140
Figura 2.10 Actividades de la etapa de precampo.....	152
Figura 2.11 Actividades en etapa de campo.....	153
Figura 2.2.12 Formato F-54. Registro de puntos tomados en campo -GPS.....	172
Figura 2.13 Organización y contenido de la GDB para cartografía base .....	173
Figura 2.14 Organización y contenido de la GDB para cartografía temática.....	174

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1 Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol) para PST.....	72
Fotografía 2.2 Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol) para PM10.....	73
Fotografía 2.3 Muestreador de tres gases.....	76
Fotografía 2.4 Equipo de medición de CO2 .....	79
Fotografía 2.5 Equipo de medición para NO2 fuentes fijas .....	80
Fotografía 2.6 Sonómetro Sound Pro SE/DL .....	83
Fotografía 2.7 Calibrador QC-10 .....	84
Fotografía 2.8. Metodología de identificación y registro de epifitas no vasculares sobre forófitos.....	105
Fotografía 2.9. Metodología de colecta de epifitas no vasculares.....	105
Fotografía 2.10. Metodología de colecta de epifitas vasculares.....	106
Fotografía 2.11. Colección de muestras de epifitas vasculares.....	107
Fotografía 2.12. Montaje de muestras de epifitas vasculares colectadas en campo .	108
Fotografía 2.13. Metodología de colecta de Litófitas sobre taludes.....	109
Fotografía 2.14. Determinación taxonómica de las muestras, equipos y material de trabajo.....	110
Fotografía 2.15 Áreas antrópicas (AAN) .....	120
Fotografía 2.16. Áreas abiertas (AAB).....	121
Fotografía 2.17. Áreas multiestrato (AME) .....	122
Fotografía 2.18 . Búsqueda libre de herpetofauna .....	134

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Convenio de Vialidad</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Fotografía 2.19. Gancho herpetológico para la búsqueda de herpetofauna y captura de serpientes.....	135
Fotografía 2.20. Ave capturada en red de niebla .....	137
Fotografía 2.21. Instalación de Trampas Sherman para captura de pequeños mamíferos .....	139
Fotografía 2.22. Instalación de Trampa Tomahawk para captura de pequeños y medianos mamíferos .....	140
Fotografía 2.23 Cámaras trampa instaladas en el área de estudio .....	141
Fotografía 2.24. Encuestas a habitantes locales .....	142
Fotografía 2.25 Sacrificio, fijación y etiquetado de herpetofauna .....	143
Fotografía 2.26 Sacrificio y preservación de mastofauna .....	144
Fotografía 2.27 Metodología utilizada para Macroinvertebrados acuáticos.....	154
Fotografía 2.28 Metodología utilizada para peces. ....	155
Fotografía 2.29 Metodología utilizada para Plancton .....	156
Fotografía 2.30 Metodología para Perifiton.....	157

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

## 2. GENERALIDADES

Por medio de La 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.

Con el Decreto 2041 de 2014, se reglamenta el Título VIII, de las licencias ambientales, de la Ley 99 de 1993.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, Decreto 1076 de 2015.

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, requiere para su ejecución la obtención de una Licencia Ambiental emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), según lo que establece el Decreto 2041 de 2014.

Para tal fin, se presenta a la ANLA el Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, el cual fue estructurado a partir de los términos de referencia vigentes para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos, establecidos en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

El Proyecto Vial, Rumichaca – Pasto, Concesión Vial se encuentra enmarcado como una Concesión de cuarta generación, bajo el esquema de proyectos de Asociaciones Público Privadas (APP), de acuerdo a los contratos de concesión, estipulados en la Ley 80 de 1993, por medio de la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, artículo 32, numeral 4, permitiendo así, la vinculación de capital privado en procesos de provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, según lo estipula el Artículo 2 de la Ley 1508 de 2012.

El tramo de objeto del presente estudio será ejecutado en el departamento de Nariño, iniciando en la vereda Pilcuan, en el PK 00+000, en las coordenadas N 606679,90- E 957013,40, hasta Catambuco, en el PK 37+959, en las coordenadas N 623684,62- E 977560,70; con una longitud de 37.96 km., cuyos últimos 60 metros (m.) corresponden a un acceso al corregimiento de Catambuco, donde se adelantarán obras para reposición del mismo.

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, se divide en dos Unidades

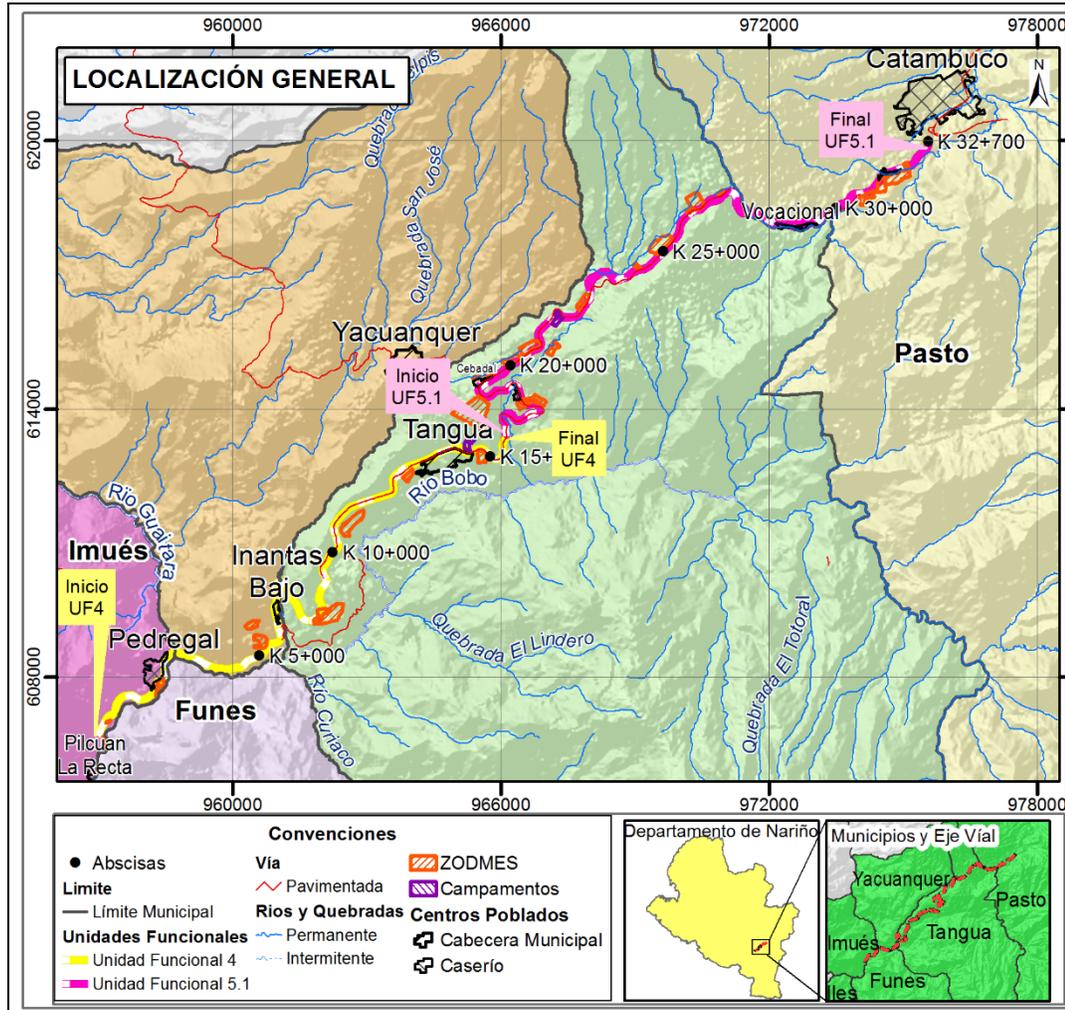
			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Funcionales (UF), basadas en los diseños realizados con anterioridad por parte de la ANI, en atención a las recomendaciones del CONPES 3820, de aplicar en los proyectos de Segunda Ola la estructuración por unidades funcionales, a que hacen referencia el artículo 5 del Decreto 1467 de 2012 y el Decreto 1026 de 2014; la UF4 y la UF5 que está dividida en 2 subsectores, siendo el subsector 1 el que hace parte del Tramo Pedregal – Catambuco, más 60 m. del subsector 2\*, que corresponden a un acceso al corregimiento de Catambuco, donde se adelantarán obras para reposición del mismo. (Ver Tabla 2.1)

**Tabla 2.1. Unidades funcionales del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015**

UF	Sector	Origen** (nombre - abscisa)	Destino** (nombre - abscisa)	Longitud aproximada (Km)
4	Pedregal – Tangua (PK 0+000 -PK 15+760)	Pedregal N: 606679,90 E: 957013,40	Tangua N: 613384,73 E: 966117,87	15,76
5 Subsector 1	Tangua – Catambuco (PK 15+760– PK 32+700)	Tangua N: 613384,73 E: 966117,87	Catambuco N: 619975,18 E: 975562,48	16,94
* 5 Subsector 2	Catambuco (PK 32+700 – PK 37+959)	Catambuco N: 619975,18 E: 975562,48	Catambuco N: 623684,62 E: 977560,70	*0,060

\*\*Las coordenadas planas presentadas se encuentran en el sistema de proyección Magna Sirgas Origen Oeste  
Fuente: ANI, 2015



**Figura 2.1. Localización del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca- Pasto, Sector Pedregal - Catambuco**

(Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016)

## 2.1 Antecedentes

### 2.1.1. Justificación

La infraestructura de transporte está reconocida como una estrategia de crecimiento, la cual genera empleo, dinamiza la economía a través de sus encadenamientos con actividades conexas, aumenta la productividad, fortalece la competitividad en los mercados internacionales, mejora la disponibilidad, calidad y precio de los bienes y servicios, disminuye los costos de transporte y genera un impacto social y regional. Con este reconocimiento, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014, Prosperidad Para Todos, define los elementos de la política de transporte orientados

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

a procesos integrales de planificación y al desarrollo de programas que respondan a las apuestas productivas y sectoriales, mediante la integración regional y la adopción de nuevos y mejores mecanismos de financiación.

Basados en los lineamientos de los documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) adelanta la estructuración de grupos de proyectos que cubren las necesidades de conectividad en el país identificadas a través de varios ejercicios de planificación del sector, consecuente con la formulación del Plan Maestro de Transporte, liderada en el 2010 por el DNP, que estableció necesidades de mejoramiento de cerca de 4.800 kilómetros (Km.), pavimentación de 3.500 Km. y ampliación a doble calzada de cerca de 3.200 Km. de carreteras y que adicionalmente identificó la necesidad de implementar mecanismos de mantenimiento integral y de mediano o largo plazo en la totalidad de la red vial nacional.

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, se estructura dentro de los corredores que conforman el grupo de Segunda Ola del programa Cuarta Generación de Concesiones Viales que se desarrollan en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Boyacá, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Sucre, y Tolima, para los que el propósito general de los proyectos es desarrollar vías primarias con especificaciones de geometría, velocidad y seguridad suficientes para garantizar movilidad y conectividad entre ellos, además que estas vías ayudarán a promover los sectores productivos de las zonas beneficiadas.

Siendo así el propósito, el programa Cuarta Generación de Concesiones Viales contribuye con el desarrollo de las regiones con potencial turístico, agropecuario y minero energético como la de los proyectos Neiva-Girardot, Santana-Neiva, Villavicencio-Yopal y Bucaramanga-Barrancabermeja Yondó, y con la zona que tiene una importante vocación agropecuaria y turística como las de los de proyectos de Rumichaca-Pasto, Popayán-Santander de Quilichao, Puerta de Hierro-Palmar y Transversal de Siga.

El proyecto vial Rumichaca - Pasto, además de conectar las principales ciudades del sur del país, es el eje internacional que une a Colombia con Ecuador, posibilitando el intercambio comercial, mejorando las condiciones de vida de los habitantes de toda la región.

La vía existente Rumichaca – Pasto, cuya longitud estimada origen-destino es de 83,5 km, consiste en una calzada bidireccional, compuesta por 2 carriles de 3,65 m de ancho

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

y bermas de entre 0,50 y 1,00 m. aproximadamente, sobre un terreno entre ondulado y escarpado.

Los municipios que marcan el recorrido de la vía existente son: Ipiales, Contadero, Iles, Imués, Tangua, Yacuanquer y Pasto.

La construcción de la segunda calzada entre pedregal y Pasto, hace parte de la Ruta 25, codificada por el Instituto nacional de Vías (INVIAS) en la red vial nacional “Regional Nariño”.

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, tiene como propósito fundamental convertir la infraestructura existente en una vía de altas especificaciones de doble calzada, que además de mejorar las condiciones de velocidad y seguridad de los usuarios de la vía, contribuirá con el desarrollo productivo y social de la región y con el mejoramiento de la comunicación del suroeste del país, entre Cali, Popayán, Pasto y la frontera con Ecuador.

### *2.1.2. Antecedentes del proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto*

En consecuencia con el PND, 2010 – 2014, Prosperidad Para Todos, dentro del cual se incentiva 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 reglamentarios 1467 y 2294 de 2012; 1610 de 2013; y 1553 y 2043 de 2014, por medio de los cuales se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas (APP), se dictan las normas orgánicas de presupuesto y se definen las herramientas aplicables al desarrollo de las APP, bajo un nuevo marco normativo en el que se detalla y profundiza en procedimientos de selección y contratación de inversionistas privados, que rigen el Programa de la Cuarta Generación de Concesiones viales (4G), lineamientos con los que la máxima Autoridad nacional de planeación económica y social, 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”.

Como parte de las actividades de gestión para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, previamente a la suscripción del contrato de concesión, la ANI, mediante oficio con radicado 4120-E1-25764 del 20 de junio de 2013, solicitó a la ANLA la apertura del Expediente NDA y la expedición de los términos para la elaboración del estudio del impacto ambiental; siendo que se argumentó que no se

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

requería de la elaboración de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), por lo que al respecto se solicitó el pronunciamiento oficial de la entidad. (Ver Anexo 2.1.2.a.)

Al respecto, La ANLA, mediante oficio del 8 de septiembre de 2016, con base en el concepto técnico 3377 del 6 de agosto de 2013, se pronunció sobre la **NO necesidad de DAA**; siendo así, la ANI debía presentar el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto referido. (Ver Anexo 2.1.2.a.)

A través del documento CONPES 3760 de 2013, se establecen los lineamientos de política del programa 4G, los que serán utilizados en la estructuración, contratación y ejecución de los proyectos de los corredores viales, según los principios estipulados en la Ley 1508 de 2012, que se centran en una mayor maduración de los estudios previos técnicos, ambientales, sociales, legales y financieros de cada proyecto; el desembolso de los recursos públicos condicionado a la disponibilidad de infraestructura y al cumplimiento de los niveles de servicio y los estándares de calidad; mejores criterios de identificación, distribución y retribución de los riesgos; y la incorporación de nuevas herramientas legales para la solución alternativa de conflictos previstas en la ley; entre otros aspectos.

Posteriormente, por medio del documento CONPES 3820 de 2014, que modifica los lineamientos de política de riesgos del Programa de la Cuarta Generación de Concesiones viales (4G), con el fin de promover la participación privada en el desarrollado de los proyectos, facilitar su financiación y continuar con procesos licitatorios competitivos, se presentó para conocimiento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), los ocho proyectos de Segunda Ola de la Cuarta Generación de Concesiones Viales, los que a su vez se rigen por los lineamientos establecidos en el documento CONPES 3760 de 2013 y por la normatividad, Ley 1508 de 2012 y que están a cargo del Ministerio de Transporte, a través de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI).

De conformidad con la Ley 1508 de 2012, el documento CONPES 3808 de 2014, de la Meta de Balance Primario y Nivel de Deuda del Sector Público no Financiero (SPNF) para 2015, define el límite anual de autorizaciones para comprometer vigencias futuras para proyectos de APP para los años 2015 (0,05% del PIB), 2016 (0,10% del PIB), y para los periodos 2017-2019 (0,35%) y 2020-2045 (0,4%). En este contexto, en desarrollo del Decreto 1610 de 2013 y con previo concepto del Consejo de Política Económica y Fiscal (CONFIS), el CONPES aprobó la asignación del cupo para vigencias futuras para los proyectos de APP del sector Transporte.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Bajo el marco de los convenios establecidos con la ANI, con el objeto de llevar a cabo la ejecución de proyectos viales, el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE), llevó a cabo el proceso de contratación de consultoría especializada para la estructuración de cuatro grupos de carreteras (Centro-Sur, Centro-Occidente, Centro-Oriente y Norte); a partir del cual se deriva el contrato No. 2121825 suscrito entre FONADE y la Unión Temporal EM&A-TVA-CINC- PEYCO-ICEACSA (U.T), cuyo objetivo es la Estructuración Integral del proyecto vial del Grupo No. 2, Centro – Occidente, el cual contempla una inversión de 1,6 billones de pesos (ANI, 2015), Corredores:

1. Ibagué – La Paila,
2. Buga – Buenaventura,
3. Santander de Quilichao – Chachagüí
4. Rumichaca - Pasto

De acuerdo al informe de gestión 2015, de la Adjudicación de Proyectos de Iniciativa Privada Carreteros, la ANI mediante resolución No. 1309 del 24 de julio de 2015, ordenó la adjudicación de la LICITACIÓN PÚBLICA No. VJ-VE-IP-LP-014-2013, bajo el esquema de APP, cuyo objeto fue el de otorgar el contrato de concesión para la realización de estudios y diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión de la doble calzada entre Rumichaca y Pasto, a la ESTRUCTURA PLURAL SAC 4G, conformado por SACYR CONCESIONES COLOMBIA S.A.S, con Nit No 900.595.161-5, con el 60% de participación y HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES COLOMBIA S.A.S, con Nit No 900.815.680-1, con el 40% de participación. La adjudicación se afectó por un valor de \$1.203.151.816.293 en pesos de 31 de diciembre de 2013. (ANI 2015). (Ver Anexo 2.1.2.b.)

En concordancia con lo anterior, la 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, dentro del cual se ejecutará el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015. (Ver Anexos 2.1.2.c1. y 2.1.c2.)

La Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S., a través de la Consultora Géminis Consultores S.A.S., sociedad identificada con el Nit. 900.065.324-5, elaboró el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

### 2.1.3. Estudios previos

Los únicos estudios previos aplicables al proyecto vial objeto de este EIA, son los diseños de ingeniería, que se irán citando en las descripciones a lo largo del documento y demás contenidos del EIA.

Se aprovecha esta sección para explicar la génesis de las denominadas “Unidades Funcionales – UF”

Las “Unidades Funcionales – UF” son tramos en los que eventualmente se sectoriza un proyecto vial como resultado de un proceso de “Estructuración”. La definición de UF se deriva de estrategias gerenciales para su organización y ejecución, acordes con las necesidades técnicas, administrativas y contractuales establecidas por el Ministerio de Transporte, por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), por el Estructurador del Proyecto Vial y/o por el Concesionario.

Los criterios sociales y ambientales no se consideran o, al menos, no son el principal fundamento en la definición de Unidades Funcionales. Es así como la definición de las Unidades Funcionales 4 y 5.1 del proyecto vial Rumichaca – Pasto, objeto de este EIA, no se deduce de características del medio ambiente, en cambio si son objeto de la caracterización técnica y socio-ambiental que se presenta en los capítulos 3, 4, 5, 6 y 7 del EIA, atendiendo las descripciones y comparaciones solicitadas por los Términos de Referencia establecidos en la Resolución 751-2015.

### 2.1.4. Levantamiento de veda

- Para la solicitud de levantamiento de Veda Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., solicitó a la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS, la solicitud de apertura del expediente y levantamiento de veda. (Ver Anexo 2.1.5.a.)

Al respecto, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS, profirió el Auto N° 391 del 9 de agosto de 2016, expediente ATV 0451, para el levantamiento de veda. (Ver Anexo 2.1.5.b – 2.1.5.c.)

- Se realiza, mediante comunicación con radicado E1-2017-012910 del 28 de mayo de 2017, la solicitud del levantamiento de veda para las especies de flora silvestre que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto. Esta solicitud es realizada a la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual, mediante Auto 204 del 09 de junio de 2017, da inicio a la respectiva evaluación de la solicitud del levantamiento de veda para el proyecto.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Gobernadora Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

En el Anexo 2.1.5.b – 2.1.5.c, se encuentra la copia de la mencionada comunicación y auto de inicio.

#### 2.1.5. Trámite ante entidades

- Solicitud de la información cartográfica a las oficinas de Planeación, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) con jurisdicción sobre el área de influencia del proyecto.
- Adquisición de imágenes satelitales y/o fotografías aéreas actualizadas, además de realizar su respectiva interpretación en la escala de presentación del estudio.
  - Revisión de información secundaria
- Recolección y revisión de la información de las alcaldías de los municipios por donde cruzará el proyecto (Esquemas de ordenamiento territorial, Planes de desarrollo, Planes de Saneamiento ambiental y calidad del recurso hídrico, estudios locales recientes, etc.)
- Para la caracterización de los medios abiótico y biótico se realizó el análisis de la información secundaria de las instituciones Gubernamentales regionales y nacionales, entre las que están el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's), secretarías de medio ambiente, entre otras. Adicionalmente, en esta fase se formularon los formatos necesarios para el levantamiento de la información.
- Recolección de información de estudios de diseños del proyecto a nivel de factibilidad (trazado del corredor vial, áreas de ZODMES, vías industriales, áreas de campamentos, plantas de concretos, y demás instalaciones de apoyo para el proyecto).
- En lo referente al área de influencia del proyecto, se revisó la ley 2, en su Artículo 1. Numeral b, que decreta para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" según trata el Decreto 2278 de 1953, la *Zona de Reserva Forestal Central, comprendida dentro de los siguientes límites generales: Una zona de 15 kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el Cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 kilómetros al Este de Pasto, hasta el Cerro de Los Prados al Norte de Sonsón.*"

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Previo al inicio de la elaboración del EIA, la Concesionaria gestionó la solicitud de certificaciones sobre la presencia o no de áreas de manejo especial, áreas de preservación y conservación del orden nacional, regional y/o municipal ante las entidades gubernamentales CORPONARIÑO, Alcaldías municipales, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) y la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR).

- Información del inicio de actividades a la ANLA

La Consultora Géminis Consultores Ambientales S.A.S., mediante oficio radicado 2016010909-1-000 del 2 de marzo de 2016 allegó a la ANLA el formato único nacional de inicio de actividades. (Ver Anexo 2.1.4.)

Para la fase de prospección del Proyecto Arqueología Preventiva en Fase de Prospección para el Diseño y construcción del Corredor Vial Rumichaca – Pasto:

- El Museo de Antropología de la Universidad del Atlántico (MAUA), mediante radicado 1943 del 23 de diciembre de 2015, solicitó al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), la licencia de Intervención Arqueológica. (Ver Anexo 2.1.6.a)

Al respecto El ICANH, mediante el oficio 130 -2258 del 24 de mayo de 2016, en respuesta a la solicitud del Museo de Arqueología de la Universidad del Atlántico (MAUA), en cabeza de su director, sobre la solicitud de autorización para la intervención del Patrimonio Arqueológico, proyecto Reconocimiento Arqueológico en las Unidades Funcionales 4 y 5 del Proyecto Vial Rumichaca - Pasto, hace los requerimientos técnicos y académicos para su aprobación. (Ver Anexo 2.1.6.b).

- EL MAUA, mediante radicado 2716 del 7 de junio de 2016, allega al ICANH, los requerimientos solicitados por la entidad para aprobación de Autorización de Intervención al Patrimonio Arqueológico, para las Unidades Funcionales 4 y 5 del Proyecto Vial Rumichaca - Pasto. (Ver Anexo 2.1.6.c).

Al respecto El ICANH, mediante el oficio 130 -2796 del 20 de junio de 2016 – Autorización 5835, autorizó al MAUA, la Intervención Arqueológica, para las Unidades Funcionales 4 y 5 del Proyecto Vial Rumichaca – Pasto. (Ver Anexo 2.1.6.d.)

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Concesionaria Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Sobre otra información de interés para los estudios del EIA, la Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., solicitó información a:

1. Gobernación de Nariño.

- ✓ Mediante oficio radicado el 19 de enero de 2016, Informó sobre la presencia del grupo de especialista a partir de enero de 2016 en el área recopilando información. Además, solicitó, entre otra, información sobre cartografía oficial, estadísticas departamentales, proyectos departamentales, documentos de planeación y gestión. (Ver Anexo 2.1.6.e.)
- ✓ Mediante oficio radicado de enero de 2016, sobre Gestión de Proyectos Culturales

Al respecto, La gobernación de Nariño, mediante radicado DACN0022-16 del 10 de febrero de 2016, entrego datos poblacionales y de gestión de proyectos culturales de algunos municipios del departamento de Nariño. (Ver Anexo 2.1.6.f.)

2. Alcaldías, a las que Informó sobre la presencia del grupo de especialista a partir de enero de 2016 en el área recopilando información. Además, solicitó información, entre otra, sobre el manejo del recurso hídrico, proyectos municipales, documentos de planeación, aspectos socioeconómicos y otros a:

- ✓ Alcaldía de Yacuanquer, mediante oficio radicado el 19 de enero de 2016 (Ver Anexo 2.1.6.g.)
- ✓ Alcaldía Municipal de Tangua, Mediante oficio radicado el 19 de enero de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.h.)
- ✓ Alcaldía de Pasto, mediante radicado 2016000000498 del 21 de enero de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.i.)

- Sobre los Shapes del SFF Galeras, información solicitada mediante oficio con radicado 20156270000582 del 14 de diciembre de 2015, Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), a través del oficio 20166270000021 del 14 de enero de 2016, da respuesta a la Concesionaria Vial Unión del Sur. (Ver Anexo 2.1.6.j.)

- En lo referente a la cartografía oficial, estadísticas departamentales, proyectos departamentales, documentos de planeación y gestión, y otros, la Consultora Géminis Consultores Ambientales S.A.S. mediante oficio, solicitó información a:

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Concesionaria Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Alcaldía Municipal de Yacuanquer - radicado del 22 de abril de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.k).
- Alcaldía de Pasto – radicado 1557 del 27 de abril de 2016. . (Ver Anexo 2.1.6.l)
- Sobre permisos de vertimientos, CORPONARIÑO:
  - En respuesta al oficio radicado 185 de 2016, en el que La Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., le solicitó información de los municipios de Pasto, Tangua y Yacuanquer, entre otros, CORPONARIÑO, entregó los datos respectivos, con el oficio (110) 92 del 22 de febrero de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.m1.)
  - En respuesta al oficio radicado interno 5835 de agosto de 2016, en que Géminis Consultores Ambientales S.A.S. le solicitó información de trámites, dio información mediante el oficio (110) 693 con fecha del 7 de septiembre de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.m2.).
- Sobre otra información de interés para los estudios del EIA, la Consultora Géminis Consultores Ambientales S.A.S., solicitó información a:
  - Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO, sobre:
    - ✓ Posibles puntos de captación de agua para uso industrial, entre otros, en la vereda El Cebadal, municipio de Tangua, de los permisos ambientales con que cuenta la planta de trituración localizada en el corregimiento San Juan, vía al municipio de Puerres Nariño - radicado del 17 de marzo de 2016; (Ver Anexo 2.1.6.n.).
    - ✓ De Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas – POMCA, concesiones y programas de los ríos - radicado del 10 de mayo de 2016; (Ver Anexo 2.1.6.ñ.).
    - ✓ Sobre licencias ambientales, modificaciones de licencia(s) o licencias en proceso, entre otros, en los municipios de Pasto, Yacuanquer, Tangua, en el departamento de Nariño – radicado (Derecho de petición) del 27 de mayo de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.o.)
    - ✓ Con radicado del 19 de enero de 2016:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Concesiones de agua y PUEAA
- Proyectos, planes o programas para el manejo de cuencas hidrográficas.
- Ubicación y estado de los acueductos municipales y veredales.
- Empresas de servicios públicos autorizadas para la venta de agua de uso doméstico e industrial.
- Canteras autorizadas para la compra de materiales de construcción.
- Permisos de emisiones atmosféricas.

(Ver Anexo 2.1.6.p1.)

- Agencia Nacional de Minería (ANM) sobre:

- ✓ Minas o canteras legalizadas por CORPONARIÑO y títulos mineros no activos para la extracción de materiales, entre otros, de los municipios de Yacuanquer, Tangua y Pasto – radicado 20169080003712 del 18 de abril de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.q.)

Al respecto, la Agencia Nacional de Minería, mediante radicado 20169080001961 del 28 de abril de 2016, relacionó una tabla con los proyectos y estado de los títulos, según el Catastro Minero Colombiano y mediante el radicado 20162200176221 del 16 de mayo de 2016, informó sobre los títulos mineros suspendidos o terminados. (Ver Anexos 2.1.6.r. y 2.1.6.s.)

- ✓ Minas y canteras legalizadas, entre otros, en el municipio de Pasto, veredas sector Briceño Bajo, Genoy y otra, radicado 20169080006372 del 29 de junio de 2016. (Ver anexo 2.1.6.t).

Al respecto a la solicitud La ANM remitió el reporte grafico de los títulos y las solicitudes mineras vigentes. (Ver del Capítulo 3 del presente Estudio de Impacto ambiental el Anexo 3.2.1.6 y GDB/cartografía/PDF/código/EIADCRP\_PC\_007).

- Secretaria Municipal de Salud de Pasto, con relación a mapas de riesgo, sobre usos de suelo y usuarios de las fuentes hídricas de las veredas del corregimiento de Catambuco, municipio de Pasto– radicado 0902 del 24 de mayo de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.u.)
- Instituto Departamental de Salud Nariño, sobre los mapas de riesgo, usos y usuarios de fuentes hídricas, entre otros, para los municipios de Tangua y

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Yacuanquer - radicados del 11 de mayo y el 7 de junio de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.w.)

- EMAS Pasto S.A. E.S.P., sobre los servicios, entre otros, a los municipios de Tangua, Yacuanquer y Pasto – radicado 2016-606-000404-2 del 11 de mayo de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.x.)

Al respecto, EMAS, mediante radicado 20164000002541, informo sobre los servicios que presta a los municipios consultados. (Ver Anexo 2.1.6.y.)

- Sobre licenciamiento ambiental en el departamento de Nariño, La concesionaria Unión Vial del Sur S.A.S., mediante el radicado 2016049987-1-000, solicitó información a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Al respecto la ANLA, con el oficio (4.6) 2016049987-2-001, radicado 728-16 del 9 de septiembre de 2016, entregó la relación de los expedientes de licenciamiento a su cargo, en los sectores de energía, infraestructura e hidrocarburos, según el Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA), los cuales se han organizado en la Tabla 2.2. (Ver Anexos 2.1.6.z1. y 2.1.6.z2.)

**Tabla 2.2 Expedientes de licenciamiento a cargo de la ANLA, de proyectos en Nariño.**

Expediente	Sector	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM0098 INTERCONEXION PASTO TUMACO  <b>Solicitante:</b> CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO S.A CEDIMAR E.S.P	Energía	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	318	No hay información	29/10/1991	PASTO  TUMACO
LAM0207 VIA RUMICHACA PASTO ENCANO  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	340	No hay información	13/10/1994	PASTO
LAM0469 PAVIMENTACION CARRETERA PASTO SANDONA CEBADAL  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	519	No hay información	23/05/1996	SAN JUAN DE PASTO

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Expediente	Sector	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM0739 REHABILITACIÓN CARRETERA PEDREGAL - TÚQUERREZ.  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	0894	No hay información	08/10/1997	IMUES
							TUQUERRES
LAM1315 VARIANTE DE IPIALES. (VÍA RUMICHACA - PASTO).  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	0689	No hay información	29/07/1998	IPIALES
		Modificación LA	Auto de inicio	565	Inicia el trámite de modificación de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución 0689 de 1998, en el sentido de cambiar el esquema del tramo pendiente por construir a un esquema de doble calzada y hace cobro por concepto de evaluación por la suma de 27.748.531	06/03/2009	IPIALES
LAM1355 Construcción de la variante oriental de pasto del K0+000 al K16+530 y Construcción del Par Vial Pasto – Chachagüi – Aeropuerto Cano – del K0+000 al K16+940.  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	-	Otorgar Licencia Ambiental al proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE ORIENTAL DE PASTO DEL K0+000 AL K16+530 Y CONSTRUCCIÓN DEL PAR VIAL PASTO – CHACHAGÜI – AEROPUERTO CANO – DEL K0+000 AL K16+940", localizado en los municipios de Pasto y Chachagüi, departamento de Nariño, para una longitud total de 29,07 km, solicitada por la CONCESIÓN DESARROLLO DE NARIÑO S.A. – DEVINAR S.A. C.T 1258-08	05/08/2008	CHACHAGUI
							SAN JUAN DE PASTO

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Expediente	Sector	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
		Modificación LA	Auto de inicio	1550	Da inicio al trámite de modificación de la licencia ambiental otorgada por Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar nuevas obras y adicionar y/o modificar permisos para el uso de recursos naturales.	25/05/2012	CHACHAGUI
							SAN JUAN DE PASTO
				2386	Da inicio al trámite de modificación de la licencia ambiental otorgada mediante Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar nuevas obras y actividades y adicionar y/o modificar permisos para el uso de recursos naturales.	29/07/2011	CHACHAGUI
							SAN JUAN DE PASTO
				2530	Da inicio al trámite administrativo de modificación de licencia ambiental otorgada mediante Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar cambios en el proyecto.	31/08/2009	CHACHAGUI
							SAN JUAN DE PASTO
				2978	Da inicio al trámite de modificación de licencia ambiental otorgada por Resolución 1365 de 2008, en el sentido de modificar el trazado del proyecto en las siguiente abscisas: K0+000 al K0+430 Sector de Catambuco, K0+700 al K1+950 Sector de Catambuco, K7+000 al K8+300 Sector de Jamondino y Mocondino, y K9+100 al K9+960 Sector de Mocondino.	30/07/2010	CHACHAGUI
							SAN JUAN DE PASTO
			4201	Rad.2015025834	02/10/2015	CHACHAGUI	
						SAN JUAN DE PASTO	

Expediente	Sector	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM1426 LÍNEA INTERCONEXIÓN CON ECUADOR, 138 KV.  <b>Solicitante:</b> INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P. ISA	Energía	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	955	No hay información	27/10/1997	IPIALES
LAM1749 Línea de transmisión a 230 Kv Pasto – Quito tramo Colombia.  <b>Solicitante:</b> INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P. ISA	Energía	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	287	No hay información	04/04/2002	BELEN
							IPIALES
							SAN JUAN DE PASTO
							SAPUYES
	Energía	Modificación LA	Auto de inicio	4057	Auto de inicio de Modificación Licencia Ambiental. LAM1749 Línea de transmisión Pasto-Quito Tramo colombiano.	15/09/2014	BELEN
							IPIALES
							SAN JUAN DE PASTO
							SAPUYES
TUQUERRES	Modificación LA	Auto de inicio	4057	Auto de inicio de Modificación Licencia Ambiental. LAM1749 Línea de transmisión Pasto-Quito Tramo colombiano.	15/09/2014	TUQUERRES	
						BELEN	
						IPIALES	
						SAN JUAN DE PASTO	
LAM2159 CONSTRUCCION Y OPERACION DE UNA ESTACION DE TRANSMISION DE TELEVISION EN EL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA GALERAS, EN JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTOD E NARIÑO  <b>Solicitante:</b> HECTOR RODRIGUEZ LOPEZ	Infraestructura	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	264	No hay información	10/03/2000	PASTO
LAM3323 Línea de Transmisión a 230 Kv Circuito Doble Betania - Altamira - Mocoa - Pasto (S/E Jamondino) - Frontera y Obras Complementarias/UPM E 01-2005  <b>Solicitante:</b> EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ S.A. E.S.P.	Energía	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	2268	No hay información	22/11/2006	PASTO

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Expediente	Sector	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM3518 Oleoducto Transandino  <b>Solicitante:</b> ECOPEPETROL S.A	Hydrocarburos	Modificación PMA	Auto de inicio	1612	Da inicio al trámite de modificación del Plan de Manejo Ambiental establecido por Resolución 1929 de 2005, en el sentido de autorizar la construcción y operación de nuevas obras.	30/05/2011	TUMACO
LAM4507 Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos.  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Infraestructura	Evaluación EIA	Auto de inicio	1879	Da inicio al trámite de solicitud de licencia ambiental para el proyecto "Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos", localizado en jurisdicción del municipio de Pasto, departamento de Nariño.	23/06/2009	PASTO
			Resolución otorga LA	1494	Otorgar a la empresa DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A. – DEVINAR S.A., Licencia Ambiental para el proyecto "Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos", localizado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño".CT 1228	04/08/2009	PASTO

Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) - Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA)

- Sobre licenciamiento ambiental del sector de infraestructura en el departamento de Nariño, Géminis Consultores Ambientales S.A.S., mediante el radicado 2016026221-1-000, solicitó información a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Al respecto la ANLA, con el oficio (4.6) 2016026221-2-001 del 20 de junio de 2016, entregó la relación de los expedientes de las licencias ambientales otorgadas y/o en proceso de licenciamiento para el sector de infraestructura en el Departamento de Nariño, según el SILA, los cuales se relacionan en la Tabla 2.3. (Ver Anexos 2.1.6.z3. y 2.1.6.z4.).

**Tabla 2.3 Expedientes de licenciamiento a cargo de la ANLA, de proyectos de Infraestructura en Nariño**

Expediente	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM0207 VIA RUMICHACA PASTO ENCANO  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	340	No hay información	13/10/1994	PASTO
LAM0469 PAVIMENTACION CARRETERA PASTO SANDONA CEBADAL  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	519	No hay información	23/05/1996	SAN JUAN DE PASTO
LAM0739 REHABILITACIÓN CARRETERA PEDREGAL - TÚQUERREZ.  <b>Solicitante:</b> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	0894	No hay información	08/10/1997	IMUES TUQUERRES
LAM1315 VARIANTE DE IPIALES. (VÍA RUMICHACA - PASTO).  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	0689	No hay información	29/07/1998	IPIALES
	Modificación LA	Auto de inicio	565	Inicia el trámite de modificación de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución 0689 de 1998, en el sentido de cambiar el esquema del tramo pendiente por construir a un esquema de doble calzada y hace cobro por concepto de evaluación por la suma de 27.748.531	06/03/2009	
LAM1355 CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE ORIENTAL DE PASTO DEL K0+000 AL K16+530 Y CONSTRUCCIÓN DEL PAR VIAL PASTO – CHACHAGÜI – AEROPUERTO CANO – DEL K0+000 AL K16+940.  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Evaluación EIA	Resolución otorga LA		Otorgar Licencia Ambiental al proyecto “CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE ORIENTAL DE PASTO DEL K0+000 AL K16+530 Y CONSTRUCCIÓN DEL PAR VIAL PASTO – CHACHAGÜI – AEROPUERTO CANO – DEL K0+000 AL K16+940”, localizado en los municipios de Pasto y Chachagüi, departamento de Nariño, para una longitud total de 29,07 km, solicitada por la CONCESIÓN DESARROLLO DE NARIÑO S.A. – DEVINAR S.A. C.T 1258-08	05/08/2008	CHACHAGUI SAN JUAN DE PASTO

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Expediente	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
	Modificación LA	Auto de inicio	1550	Da inicio al trámite de modificación de la licencia ambiental otorgada por Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar nuevas obras y adicionar y/o modificar permisos para el uso de recursos naturales.	25/05/2012	CHACHAGUI SAN JUAN DE PASTO
			2386	Da inicio al trámite de modificación de la licencia ambiental otorgada mediante Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar nuevas obras y actividades y adicionar y/o modificar permisos para el uso de recursos naturales.	29/07/2011	CHACHAGUI SAN JUAN DE PASTO
			2530	Da inicio al trámite administrativo de modificación de licencia ambiental otorgada mediante Resolución 1365 de 2008, en el sentido de autorizar cambios en el proyecto.	31/08/2009	CHACHAGUI
						SAN JUAN DE PASTO
			2978	Da inicio al trámite de modificación de licencia ambiental otorgada por Resolución 1365 de 2008, en el sentido de modificar el trazado del proyecto en las siguiente abscisas: K0+000 al K0+430 Sector de Catambuco, K0+700 al K1+950 Sector de Catambuco, K7+000 al K8+300 Sector de Jamondino y Mocondino, y K9+100 al K9+960 Sector de Mocondino.	30/07/2010	CHACHAGUI
						SAN JUAN DE PASTO
			4201	Rad.2015025834	02/10/2015	CHACHAGUI SAN JUAN DE PASTO
		LAM2159 CONSTRUCCION Y OPERACION DE UNA ESTACION DE TRANSMISION DE TELEVISION EN EL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA GALERAS, EN JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTOD E NARIÑO  <b>Solicitante:</b> HECTOR RODRIGUEZ LOPEZ	Evaluación EIA	Resolución otorga LA	264	No hay información

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Concesionario Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Expediente	Etapas	Actividad	Numero Documento	Resuelve	Fecha Finalización	MUNICIPIO
LAM4507 Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos.  <b>Solicitante:</b> DEVINAR S.A. DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A.	Evaluación EIA	Auto de inicio	1879	Da inicio al trámite de solicitud de licencia ambiental para el proyecto "Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos", localizado en jurisdicción del municipio de Pasto, departamento de Nariño.	23/06/2009	PASTO
		Resolución otorga LA	1494	Otorgar a la empresa DESARROLLO VIAL DE NARIÑO S.A. – DEVINAR S.A., Licencia Ambiental para el proyecto "Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos", localizado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño".CT 1228	04/08/2009	PASTO

Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) - Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA)

- Sobre el pronunciamiento del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto, Tramo Pedregal-Catambuco, unidades funcionales 4 y 5.1., la Concesionario Unión Vial del Sur S.A.S., mediante el documento GA-122-16, radicado 2016-409-078425-2 del 5 de septiembre de 2016, entrego información requerida para la evaluación y pronunciamiento. (Ver Anexo 2.1.6.aa.)

#### 2.1.6. Gestión para la identificación de Áreas del SINAP y SIRAP y otros

- Dentro del proceso para la identificación de áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), y áreas del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), ecosistemas estratégicos, áreas ambientalmente sensibles o Distritos de Manejo Integrado (DMI). La Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., solicitó a:

1. CORPONARIÑO, mediante oficios radicados el 19 de enero de 2016 y el 2 de marzo de 2016, información sobre:
  - ✓ Certificación de presencia o no de áreas que bajo algún esquema se encuentren en protección dentro del área de influencia del proyecto de corredor vial Rumichaca-Pasto.
  - ✓ Áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), Sistema de parque Naturales, Reservas Forestales protectoras, Parque naturales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de conservación de suelos, Áreas Forestales protectoras, Reservas Forestales protectoras-productoras.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Consorcio Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- ✓ Certificación de presencia o no de áreas pertenecientes a ecosistemas sensibles, zonas de paramos, áreas de manejo especial (ciénagas, pantanos, humedales) o cualquier tipo de restricción ambiental que se traslape con el área delimitada para el desarrollo del proyecto de la doble calzada.
- ✓ Especies de flora y fauna que en jurisdicción del departamento de Nariño sean consideradas como endémicas o en vía de extinción o aquellas que por algún tipo de restricción para su aprovechamiento.
- ✓ Proyectos, planes o programas en ejecución para manejo y conservación de la biodiversidad.
- ✓ Estudio de biodiversidad etno-botánicos, etno-zoológicas y áreas de conservación de especies endémicas.

(Ver Anexos 2.1.6.p1. y 2.1.6.p2.)

Al respecto, CORPONARIÑO, mediante el documento 120 7024 del 15 de septiembre de 2016, conceptuó que en el corredor vial Rumichaca – Pasto no se encuentra dentro de las áreas protegidas declaradas y/o reservas Forestales Nacionales. (Ver Anexo 2.1.6.p3.).

## 2. Alcaldías, sobre manejo y conservación de Flora y Fauna:

- ✓ Alcaldía de Yacuanquer, mediante oficio radicado el 19 de enero de 2016 (Ver Anexo 2.1.6.g.).
- ✓ Alcaldía Municipal de Tangua, Mediante oficio radicado el 19 de enero de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.h1.).

Al respecto la alcaldía de Tangua, mediante radicado 838-16 del 30 de septiembre, informó que la existencia de áreas protegidas del SINAP en el municipio son el Santuario de Flora y Fauna Galeras. (Ver Anexo 2.1.6.h2.).

- ✓ Alcaldía de Pasto, mediante radicado 2016000000498 del 21 de enero de 2016. (Ver Anexo 2.1.6.i.)

## 3. Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), mediante oficio con fecha del 18 de enero de 2016, información sobre la identificación, ubicación, delimitación y descripción de zonas de reserva forestal, ecosistemas sensibles y/o estratégicos y de especies en veda. (Ver Anexo 2.1. 7.a.).

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

4. Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS, mediante oficio con radicado 4120-E1-1445 del 20 de enero de 2016, información sobre la identificación, ubicación, delimitación y descripción de zonas de reserva forestal, ecosistemas sensibles y/o estratégicos y de especies en veda para el área del proyecto. (Ver Anexo 2.1.7.b.)
5. Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de PNNC, solicitó:
  - ✓ Mediante oficio con radicado 2016-460-000135-2 del 20 de enero de 2016, información sobre la identificación, delimitación y reglamentación de áreas protegidas. (Ver Anexo 2.1.7.c.),
  - ✓ Mediante oficio con radicado 2016-460-006674-2, derecho de petición, certificación de existencia de áreas protegidas SINAP.

Al respecto, la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de PNNC, mediante R PNNC 20162400054221, radicado 721-16 del 3 de septiembre de 2016, determinó que no hay áreas protegidas, en el área de intervención del proyecto. (Ver Anexo 2.1.7.d.)

6. Alcaldía de Pasto, mediante radicado (1901) 201600011568, sobre POT, áreas protegidas. (Ver Anexo 2.1.7.e.)

Al respecto, la Alcaldía de Pasto, con el documento 1510/0324-2016, envió el Acuerdo 004 del 14 de abril de 2015, por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto 2015 – 2027 Pasto Territorio Con-Sentido. (Ver Anexos 2.1.7.f1. y 2.1.7.f2.)

7. Ministerio del Medio Ambiente, mediante radicado E1-2016-022611 del 26 de agosto de 2016, sobre certificación de la existencia o no de áreas protegidas del SINAP.

Al respecto MINAMBIENTE, con el documento, con registro de salida 1-E2-2016-021486, radicado 720-16 del 3 de septiembre de 2016, manifestó la remisión de la petición a PNNC. (Ver Anexo 2.1.7.g.).

8. Gobernación de Nariño, mediante documento radicado 10141 del 25 de agosto de 2016, sobre existencia o no áreas protegidas SINAP.

Al respecto la Secretaría de Infraestructura, de la Gobernación de Nariño, mediante el documento Dsimd-909-16, radicado 707-16, del 1 de septiembre de

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

2016, informó sobre la remisión de la solicitud a CORPONARIÑO y a PNNC. (Ver Anexo 2.1.7.h.).

### 2.1.7. Ecosistemas Estratégicos y áreas ambientalmente sensibles

Mediante análisis de información secundaria se descarta la presencia de áreas de reserva forestal de la ley 2ª de 1959, áreas del sistema nacional de Áreas Protegidas, zonas o ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas en el área de influencia del proyecto de construcción vial de la doble calzada, sector Pedregal-Catambuco, que se pudieran ver afectadas directamente con la construcción vial de la doble calzada.

La verificación preliminar se efectúa con la herramienta Tremactos Colombia y el traslape de las áreas de influencia del proyecto vial con información del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Sistema local de áreas protegidas del municipio, Reservas de las sociedad civil de Galeras, Reservas forestales protectoras Nacionales y Áreas protegidas regionales (ver descripción cap. 5 Caracterización del área de influencia, numeral 5.2.1.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas).

En este sentido, y con el fin de validar la información obtenida, se solicitó ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, y Parque Nacionales de Colombia, así como a las autoridades ambientales regionales como CORPONARIÑO, alcaldía Municipal de Pasto, y a la Gobernación del Departamento, alcaldías de los municipios de Tangua, Yacuanquer e Imués, información respecto a la existencia o no de áreas protegidas o ecosistemas estratégicos en el área de influencia del proyecto vial doble calzada Rumichaca-Pasto, informando que el área de interés N se traslapa con ninguna categoría reconocida por las autoridades ambientales en el registro único Nacional de áreas protegidas (RUNAP), regulado por el decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.1.3.3 “Registro único de áreas protegidas SINAP”. Ver anexos 5.2.1.5-a, 5.2.1.5-b, 5.2.1.5-c, 5.2.1.5-d).

Adicionalmente, el municipio de Imues se expresa la presencia de áreas relacionadas con la ronda hídrica del río Guaitara y otras fuentes, por tanto, se cuantificó estas áreas con relación al área de intervención del proyecto para todos los municipios involucrados, para ser tenidas en cuenta en procesos de compensación ecológica.

Si bien no existen áreas protegidas propiamente dichas, se identifican ecosistemas naturales correspondientes a bosque ripario, así como el arbustal denso, herbazal abierto rocoso.

Por otro lado, cerca al área de influencia del proyecto, se identifican: la reserva del río Bobo-Buesquillo, Reserva de la Sociedad Civil del Galeras, Santuario de Flora y Fauna

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Concesionaria Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Galeras, Área protegida Ovejas-Tauso, Área protegida Tabano-Campanero, Área protegida Divina Pastora, Área protegida Morasurco.

### 2.1.8. Certificaciones

En el proceso de gestión para la obtención de certificaciones que son de interés para el licenciamiento del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, se realizaron diferentes consultas ante entidades gubernamentales.

En tal sentido, La Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., solicitó certificaciones a:

**1. Ministerio de Interior:** Sobre la presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto:

- UF4 localizada en jurisdicción de los municipios de Imués, Tangua y Yanquanquer – radicado EXTMII6-0005055 del 10 de febrero de 2016. (Ver Anexo 2.1.8.a)
- UF5 Subsector 1 localizado en jurisdicción de los municipios de Pasto y Tangua y Yanquanquer – radicado EXTMII6-0005056 del 10 de febrero de 2016. (Ver Anexo 2.1.8.b.)

Al respecto, el Ministerio del Interior, expidió las certificaciones 110 del 22 de febrero de 2016 y 111 del 22 de febrero de 2016 (Ver Anexos 2.1.8.c. y 2.1.8.d), las cuales se relacionan a continuación:

✓ Certificación 110

No se registra la presencia de comunidades negras, Minorías y RON, en el área del "PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA-PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado jurisdicción de los municipios de Imués, Tangua y Yacuanquer.

No se registra presencia de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, en el área del PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado en jurisdicción de los municipios de Imués, Tangua y Yacuanquer.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Concesionaria Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

✓ **Certificación 111**

No se registra la presencia de comunidades negras, Minorías y RON, en el área del "PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA-PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 5 – SUBTRAMO 1, localizado en jurisdicción de los municipios de Pasto y Tangua

No se registra presencia de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, en el área del PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado en jurisdicción de los municipios de Pasto y Tangua

No se registra la presencia de comunidades negras, Minorías y RON, en el área del "PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA-PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado jurisdicción de los municipios de Imués,

Posterior a la expedición de las certificaciones 110 y 111, La Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S., informo al Ministerio del Interior, mediante oficio radicado el 25 de abril de 2016, la posible presencia de comunidades Indígenas en los sectores Montaña de Fuego y Catambuco y de la comunidad Obonuco pertenecientes al pueblo Quillacingas. (Ver Anexo 2.1.8.e.)

Al respecto, el Ministerio del Interior, mediante las resoluciones 22 y 23 del 2016, revoca parcialmente los actos administrativos (Certificaciones) N°111 y N° 110, respectivamente (Ver Anexos 2.1.8.f. y 2.1.8.g.), quedando modificados según se relaciona a continuación:

✓ **Resolución de modificación 23 a Certificación 110**

No se registra presencia de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, en el área del PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado en jurisdicción de los municipios de Imués, Tangua y Yacuanquer.

Se registra la presencia del Cabildo Montaña de Fuego, en el área del "PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA-PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado jurisdicción de los municipios de Imués, Tangua y Yacuanquer.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

✓ Resolución de modificación 22 a Certificación 111

No se registra presencia de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, en el área del PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 4, localizado en jurisdicción de los municipios de Pasto y Tangua

Se registra la presencia de comunidades indígenas Cabildo Montaña de Fuego y Cabildo Indígena Catambuco de la etnia Quillacingas, en el área del "PROYECTO DE CONCESIÓN 4G RUMICHACA-PASTO BAJO ESQUEMA DE APP. No. 15 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2015- UNIDAD FUNCIONAL 5 – SUBTRAMO 1, localizado en jurisdicción de los municipios de Pasto y Tangua.

Por lo anterior, en los 2 actos administrativos resoluciones 22 y 23, el Ministerio de del interior señala que, si se decide ejecutar el proyecto, se deberá solicitar a la Dirección de Consulta previa el inicio del proceso conforme a lo que indica la constitución política en su artículo 330, ley 21 de 1991 En sus artículos 6 y 7, ley 99 de 1993 en su artículo 76 y la directiva Presidencial 01 de 2010.

## 2. Ministerio de Cultura:

- La existencia y localización de sitios con interés histórico y cultural, declarados Patrimonio Histórico Nacional o Patrimonio Histórico de la Humanidad, mediante radicado MC08425E2016, del 6 de mayo de 2016. (Ver Anexo 2.1.8.h.)

Al respecto, El Ministerio de Cultura, mediante documento 411- 2016, MC0604652016, con radicado 327-16del 27 de mayo de 2016, indicó que: “... de acuerdo al listado de Bienes de Interés Cultural (BIC), el proyecto se encuentra en la zona de influencia del tramo Rumichaca – Pasto del Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino, en séptima sección, Guapuscal, en la vereda Guapuscal Bajo, municipio de Funes. Por lo anterior, toda intervención que se pretenda adelantar deberá contar con previa aprobación por parte de la Dirección de Patrimonio...”. (Ver Anexo 2.1.8.i.)

Con referencia a lo anterior, el Ministerio de Cultura mediante la resolución 3317 del 25 De octubre 2013, declaró el Tramo Rumichaca – Pasto del Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino, localizado en Municipios del Departamento de Nariño, como bien de Interés Cultural del ámbito Nacional y se delimita su zona de influencia. (Ver Anexo 2.1.8.i)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- En cuanto a la consulta realizada por la Concesionaria Vial del Sur, sobre Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino, para el proceso de Arqueología preventiva mediante el radicado MC16372E2016, el Ministerio, mediante el oficio 410 – 2016 radicado del 24 de agosto de 2016, informó que la información técnica enviada en la que se informa que el trazado del Proyecto Vial Rumichaca – Pasto, no afecta el Sistema Vial Andino, hace parte del expediente que se envió a la UNESCO. (Ver Anexo 2.1.8.k.)

- 3. Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC):** Sobre la existencia o no de Áreas Protegidas del SINAP y su respectiva localización en el área de intervención del proyecto, mediante radicado 2016-460-000135 del 20 de enero de 2016 y derecho de petición 2016-460-006674-2.

Al respecto, la subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas, mediante el oficio 20162400054221, radicado 721 del 29 de agosto de 2016, indicó que el área de interés para el proyecto, NO se encuentra traslapada con ninguna categoría reconocida por las autoridades ambientales en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). (Ver Anexo 2.1.8.l)

- 4. Incoder:** Sobre existencia de territorio étnico en el área de influencia del proyecto, mediante el radicado 20161145060 del 28 de julio de 2016.

Al respecto, La Agencia Nacional de Tierras, mediante el oficio 20162104522, radicado 747-16 del 9 de septiembre de 2016, informó que para dar trámite a la solicitud se deberá remitir a la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior. (Ver Anexo 2.1.8.m.).

- 5. Dirección Regional de la Unidad de restitución de Tierras – Nariño:** Sobre Certificación sobre zonas macro y micro focalizadas y/o solicitudes de ingreso al Registro de tierras despojadas o abandonadas forzosamente de predios ubicados en el área de influencia del proyecto, La Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S., mediante oficio SA 011-16, radicado DTNP1-201602492 del 29 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.8.n.).

### *2.1.9. Explotación de fuentes de materiales*

El proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo Ipiales – Catambuco, contempla la adquisición de fuentes de materiales a través de terceros que cuenten con permisos minero-ambientales para su funcionamiento.

#### *2.1.10. Acto administrativo del permiso de estudio para la recolección de especímenes silvestres*

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

La ANLA, mediante la resolución 1023 del 20 de agosto de 2015, otorga a Géminis Consultores S.A.S., sociedad identificada con el Nit. 900.065.324-5, el “Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, expediente IDB458-00, en respuesta a la solicitud que en cumplimiento del decreto 3016 del 27 de diciembre de 2013, hizo Géminis Consultores S.A.S., mediante el radicado 2015020763-1-000 de 20/04/2015. (Ver Anexo 2.1.10.).

#### 2.1.5. Implicaciones del proyecto con proyectos de interés para la región

En cumplimiento del decreto único del sector ambiente 1076, Artículo 2.2.2.3.6.4, correspondiente a la superposición de proyectos, en el cual se determina que: “La autoridad ambiental competente podrá otorgar licencia ambiental a proyectos cuyas áreas se superpongan con proyectos licenciados, siempre y cuando el interesado en el proyecto a licenciar demuestre que estos pueden coexistir e identifique además el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta...”; la Concesionaria Vial del Sur, está llevando a cabo el proceso de acercamiento con las empresas de los proyectos que están Licenciados o en proceso de licenciamiento en el Departamento de Nariño, de acuerdo a la información obtenida del SILA, que puedan superponerse con el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, con el objeto de establecer la coexistencia de los mismos. . De tal manera, ha realizado la gestión de Solicitud a:

- INVIAS de una comunicación para la ANLA, donde se indique que pueden coexistir el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto con los siguientes proyectos:
  - Recuperación Vial en el Tramo Pasto – Rumichaca, expediente ANLA LAM 0207, “Vía Rumichaca – Pasto – Encano, radicado del 18 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072451-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.a.).
  - Pavimentación Carretera, expediente ANLA LAM 0469, radicado del 18 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072448-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.b.),
  - Rehabilitación Carretera Pedregal - Tuquerres, expediente ANLA LAM 0739, radicado 74096 del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072450-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.c.),

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Recuperación Vial del Tramo Pasto - Rumichaca, expediente ANLA LAM 0207, radicado 74094 del 18 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072451-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11d1.)

Al respecto, INVIAS, mediante el oficio SMA 41718, radicado 741-16 del 8 de septiembre de 2016, indicó que actualmente en la zona no se encuentran contratos en ejecución en los sectores Pedregal – Tuquerres, Pasto – Encano, Pasto Sandona Cebadal y que actualmente se está ejecutando el contrato 1529 de 2015 de Mejoramiento, Gestión Social. Predial, Ambiental de la carretera Circunvalar al Galeras, el cual no requiere licencia ambiental. Así misma sugiere, revisar los expedientes LAM 0739 Y LAM 0207 que figuran como archivados y el LAM 0469 que se encuentra en solicitud de cierre, según la ANLA. (Ver Anexo 2.1.11.d2).

- Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. de una comunicación para la ANLA, donde se indique que pueden coexistir el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto con los proyectos:
  - Línea de Transmisión a 230 KV Circuito Doble Betania – Altamaría – Mocoa – Pasto (S/E Jamondiano) frontera y Obras Asociadas, expediente ANLA LAM 3323, radicado EEB-08567-2016-E del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072454-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.e.)
  - Oleoducto Transandino-OT desde el Municipio de Orito, Departamento de Putumayo hacia el Puerto de Tumaco, expediente ANLA LAM 3518, radicado EEB-08568-2016-E del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072453-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.f.)
- DEVINAR S.A. de una comunicación para la ANLA, donde se indique que pueden coexistir el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto con los proyectos:
  - Construcción de la Variante Oriental de Pasto del K0+000 al K16+530 y Construcción del Par Vial Pasto – Chachagüi – Aeropuerto Cano, del K0+000 al K16+940, expediente ANLA LAM 1355, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072431-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.g1.),

Al respecto DEVINAR, mediante el oficio 3445-2016, radicado 710-16 del 1 de septiembre de 2016, informó que mediante la resolución 1487 del 20 de noviembre de 2015, la ANLA autorizó la cesión de la licencia ambiental para

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

el proyecto Construcción de la Variante Oriental de Pasto del K0+000 al K16+530 y Construcción del Par Vial Pasto – Chachagüi – Aeropuerto Cano, del K0+000 al K16+940. (Ver Anexo 2.1.11.g2).

- Construcción del Túnel de Daza y sus accesos, expediente ANLA LAM 4507, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072428-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.h1.).

Al respecto DEVINAR, mediante el oficio 3444-2016, radicado 708-16 del 1 de septiembre de 2016, informó que mediante la resolución 1488 del 20 de noviembre de 2015, la ANLA autorizó la cesión de la licencia ambiental para el proyecto Construcción del Túnel de Daza y sus Accesos. (Ver Anexo 2.1.11.h2.)

- Héctor Rodríguez López, de una comunicación para la ANLA, donde se indique que pueden coexistir el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto con el proyecto de Construcción y Operación de la Estación Galeras, expediente ANLA LAM 2159, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072430-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.i.)
- Centrales Eléctricas de Nariño S.A. E.S.P. de una comunicación para la ANLA, donde se indique que pueden coexistir el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto con los proyectos:
  - Línea de Interconexión Eléctrica Pasto - Tumaco, expediente ANLA LAM 0098, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072433-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.j.)
  - Línea de Interconexión Eléctrica Pasto – Tumaco (PLADEICOP), expediente ANLA LAM 0098, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072434-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.k.)
  - Línea de Interconexión Eléctrica Pasto – Tumaco (PLADEICOP), expediente ANLA LAM 0098, radicado del 19 de agosto de 2016 y posterior radicado a la ANI 2016-409-072435-2 del 19 de agosto de 2016. (Ver Anexo 2.1.11.l.)

Al respecto la Empresa CEDENAR, mediante el radicado 40691 del 3 de octubre de 2016, concluye que la línea de interconexión Eléctrica Pasto-Tumaco puede coexistir con el Proyecto Doble Calzada Rumichaca-Pasto. (Anexo 2.1.11.m.)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Igualmente, Géminis Consultores Ambientales SAS, solicitó información a:

- CORPONARIÑO, mediante el radicado (Derecho de petición) del 27 de mayo de 2016, sobre la Superposición de proyectos. (Ver Anexo 2.1.9.n.)
- ANLA, mediante el radicado 2016022704-1-000 del 6 de mayo de 2016, sobre Licencias Ambientales para establecer superposiciones, relaciones y/o interacciones para documentación del EIA y los posibles pasivos ambientales en el área. (Ver Anexo 2.1.11.o.)

## 2.2. Alcances

Atendiendo lo establecido en el Decreto 2041 de 2014, respecto a la obtención de la licencia ambiental: *“La licencia ambiental, es la autorización que otorga la Autoridad Ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables/o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.”*, se presenta a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), para la obtención de la Licencia Ambiental para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, acogiendo las consideraciones de la Resolución 0751 de marzo de 2015 y basados en los términos de referencia pertinentes para el proyecto, de acuerdo con el decreto 2041 de 2014, el EIA se desarrolló en el marco del principio de desarrollo sostenible y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales, siendo la información científica y técnica que se presenta acorde con lo establecido en las Metodologías definidas por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

El EIA describe los diferentes aspectos de los medios abióticos, bióticos, socioeconómicos, y SIG asociados al proyecto.

### 2.2.1. Alcance

El alcance del presente EIA es:

- Descripción del proyecto, su localización, características técnicas, actividades a desarrollar en sus etapas de pre construcción, construcción, abandono y restauración final.
- Descripción de los insumos, materiales y recursos necesarios para la ejecución de las diferentes etapas del proyecto.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Caracterización del área de Influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Zonificación ambiental del área donde se desarrollará el proyecto, de acuerdo al nivel de importancia ambiental y social.
- Descripción del uso, y/o el aprovechamiento de los recursos naturales que va a requerir la ejecución del proyecto y la información pertinente para la solicitud de los permisos ambientales, captación de aguas superficiales, aprovechamiento forestal, levantamiento de vedas y otros.
- Identificación y evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos del área de influencia del proyecto.
- Definición de las áreas de exclusión, restricción e intervención.
- Evaluación económica ambiental, de los impactos ambientales del proyecto.
- Formulación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) programas y costos de implementación.
- Identificación de los riesgos y las amenazas endógenas y exógenas del proyecto para formular el plan de contingencia en la etapa de ejecución del proyecto.
- Formulación de las estrategias para la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los impactos negativos que puedan afectar el medio ambiente y/o las comunidades durante el desarrollo y operación del proyecto.
- Formulación del Plan de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Formulación del plan de desmantelamiento, abandono y restauración;
- Formulación del plan de inversión del 1%.

#### 2.2.2 Limitaciones y/o restricciones

A nivel de la caracterización de los medios biótico y abiótico no existen restricciones.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

A nivel del medio socioeconómico, se cuenta con la certificación para las comunidades étnicas como son: Cabildo Indígena Montaña de Fuego, de reciente conformación y se encuentra registrado en la Alcaldía de Tangua, mediante Acta de Posesión 001 del 21 de enero de 2016; esta comunidad certificada mediante la Resolución No. 22 del 01 de agosto 2016, el cual se encuentra en proceso de reconfiguración de su territorio y de su cultura. Como también el Cabildo Catambuco, certificado mediante Resolución No. 23 del 01 de agosto 2016. Lo anterior sujeta el Estudio de Impacto Ambiental al proceso de Consulta Previa.

### 2.2.2. Vacíos de información

Respecto al medio biótico, para el componente hidrobiológico, se realizó la caracterización de la época de seca, ya que el trabajo de campo se hizo en esta temporada; sin embargo, la información correspondiente a la temporada de lluvia, se subsanará previo al inicio de construcción, de acuerdo a los términos de referencia adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, subnumeral 5.2.1.2. Es decir, la información relacionada en el capítulo 5.2.1.2 (Ecosistemas acuáticos) corresponde a monitoreos realizados únicamente en época de seca.

## 2.3. Metodología

El EIA para la ejecución del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, contiene información de alto nivel científico y técnico sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómicos, con base en estudios previos realizados, así como información primaria recolectada en campo y secundaria obtenida de entidades gubernamentales y privadas, relacionadas con los principales elementos que aborda el proyecto.

Para la formulación del documento se siguieron los lineamientos establecidos en los siguientes documentos:

- Metodología General de Estudios Ambientales (2010) adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) mediante resolución 1503 del 4 de agosto de 2010 y compilado en el decreto 1076 de Mayo de 2015 (MADS).
- Términos de referencia para el EIA para los proyectos de construcción de carreteras, túneles y accesos, adoptados por el MADS mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Resolución 1415 del 17 de agosto de 2012, en la que se actualiza y modifica el "Modelo de Almacenamiento Geográfico (Geodatabase)".
- Decreto 1900 de junio 12 de 2006 por el cual se reglamenta el párrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993.
- Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad expedido por Resolución 1517 de agosto de 2012.
- Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 por el cual se emite un decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.

Con el objeto de dar cumplimiento al EIA, se definieron con anterioridad las metodologías para recopilar, sistematizar y analizar la información primaria y secundaria, para los temas socio-ambientales que integran el proyecto.

La información para el desarrollo del presente EIA se obtuvo en el periodo comprendido entre Enero y Diciembre de 2016.

- Metodología para la evaluación de movilidad vehicular en el área del proyecto. El análisis de evolución del tráfico en la carretera Rumichaca – Pasto se realizó con base en datos de tráfico de INVIAS, de aforos a nivel de tramo, de los aforos de la ANI en la estación de peaje El Placer y de información procesada en trabajos de campo realizados durante 2015.

Se realizó modelación de la red vial y simulación del tráfico con la aplicación de planificación de transportes TRANSCAD versión 6.0, con la cual se generan modelos matemáticos que definen relaciones de movilidad en el entorno del corredor vial Rumichaca – Pasto. El método contempla la oferta y demandas del tránsito, así como las tipologías de vehículos y las tendencias de movilidad (local, regional y nacional con incidencia de la frontera Ecuatoriana).

Tal como lo establece el Ministerio de Transporte, se asignan las matrices en la distribución A-B-C (Autos, Buses y Camiones) y con la aplicación del algoritmo *User Equilibrium* con procedimiento *Multiclass*, cuyo proceso iterativo lleva a una solución convergente en la que ningún viajero (vehículo) puede mejorar su tiempo de viaje cambiando de ruta, se define el esquema definitivo de movilidad.

Esta metodología, ampliamente reconocida en los proyectos viales, involucra variables esenciales del tránsito como son tiempos de recorrido, valores del tiempo en la movilidad, costos de operación y costos de peajes. Los tiempos son

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

estimados por TRANSCAD con aplicación de funciones BPR (de la “Bureau of Public Roads”) a la relación intensidad de tráfico/capacidad.

Se busca simultáneamente resolver la seguridad y la movilidad vial mediante infraestructura peatonal, señalización y “la ejecución de pequeñas variantes de población, ante la dificultad de implantar una segunda calzada adyacente a la actual en varios tramos urbanos (corregimiento de San Juan del municipio de Ipiales, Pilcuán, El Pedregal y la institución educativa Alberto Quijano en el municipio de Tangua) por falta de espacio entre las edificaciones existentes, favorecer el flujo de tráfico con mayor velocidad de recorrido, reducir accidentes por interferencia de tráfico peatonal, tráfico de agitación propio de la población y el tráfico de largo recorrido, evitar la expropiación de numerosas viviendas y dar lugar a una mejora global de la calidad de vida en las viviendas existentes”.

### 2.3.1. Definición del área de influencia del proyecto

Para la definición del área de influencia del proyecto, se tuvo en cuenta:

- Los términos de referencia M-M-INA-02 Versión No. 2, los cuales fueron adoptados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), mediante Resolución 751 del 26 de marzo de 2015.
- La Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010).

De tal manera, la delimitación del área de influencia para los medios se planteó en función de unidades de análisis tales como: cuencas hidrográficas, ecosistemas, unidades territoriales y los impactos ambientales que generará el proyecto.

Para el presente estudio se definieron las áreas de influencia por medio, teniendo en cuenta las características del área del proyecto y la identificación de los impactos a generarse en las diferentes etapas del proyecto. De tal manera que con el análisis fueron generados polígonos irregulares, los cuales delimitaron el área de influencia como se relaciona a continuación:

- **Medio Abiótico.** Para este medio se agruparon varios de los componentes para definir el área de influencia así:
  - Para el componente geosférico se agruparon los componentes geología, geomorfología, suelos y geotecnia según el impacto generado sobre estos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Para el componente de hidrología el área de influencia se definió a partir de microcuencas hidrográficas y aguas subterráneas.
  - Para el componente atmosférico el área de influencia se definió a partir del modelo de dispersión elaborado para el estudio.
- **Medio Biótico.** La delimitación de los ecosistemas, con el fin de definir el área de influencia directa del proyecto, se realizó a nivel de las coberturas vegetales asociadas al proyecto. La delimitación por coberturas se realizó teniendo en cuenta los factores de conectividad y su uso como hábitat natural por parte de las comunidades de fauna asociada.
- **Medio Socioeconómico.** El área de influencia para este medio se definió a partir de las unidades territoriales mayores (municipios) y menores (veredas/barrios), que son directa e indirectamente influenciadas por el proyecto, teniendo en cuenta que son las divisiones territoriales formales establecidas dentro del ordenamiento territorial. Una vez consultada la información cartográfica oficial de los municipios y realizado el trabajo de campo en varias reuniones con los equipos de trabajo, teniendo en cuenta la información recolectada y los mapas parlantes elaborados con las comunidades, se definieron los territorios constitutivos del área de influencia (Departamento, Municipios y veredas/barrios, consideradas estas últimas como la unidad mínima de análisis) sobre los que tiene incidencia el proyecto. Aunado a lo anterior se tiene que en las diferentes reuniones de socialización de inicio no hubo objeción por parte de las autoridades municipales sobre el área de influencia social definida. En el caso de las comunidades étnicas, se tuvo en cuenta fundamentalmente el territorio legalmente constituido y el ocupado por éstas.

### 2.3.2. Caracterización del área de influencia

#### 2.3.2.1. Medio Abiótico

De acuerdo con los requerimientos de los términos de referencia adoptados mediante Resolución 751 de 2015, el componente abiótico está conformado por geología, geomorfología, paisaje, suelos y uso de la tierra, hidrología, calidad del agua, usos y usuarios de agua, hidrogeología, geotecnia y atmósfera.

La información correspondiente a geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y geotecnia, son estudios a nivel de factibilidad, los cuales fueron suministrados por el diseñador bajo los términos de referencia indicados por Géminis Consultores

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Ambientales S.A.S, atendiendo así los requerimientos establecidos por la Autoridad Ambiental.

Para suelos y uso de la tierra del área de influencia, se elaboró el mapa de suelos en el cual se incluyó la clasificación agrológica con base en información existente, confrontada con la definición de coberturas a través de la interpretación de las imágenes satelitales y verificación en campo. Además, se identificó el uso actual y potencial (considerando los POT, PBOT y EOT). Como elemento esencial se llevó a cabo la caracterización agrológica in situ, a fin de prever las compensaciones a que haya lugar.

A continuación, se presentan las especificaciones metodológicas para cada componente del medio abiótico:

– *Geología*

La elaboración del estudio geológico se realizó mediante la revisión, actualización y complementación de los estudios geológicos regionales, interpretación de imágenes remotas y reconocimientos detallados de campo en el área de proyecto a escala 1:10.000.

Para el componente regional, se realizó análisis de la información secundaria recopilada en entidades públicas como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Servicio Geológico Colombiano. Dicha información comprende los estudios topográficos, geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, elaborados para la zona en consideración. Particularmente se recopiló la información geológica regional correspondiente a la “Geología de las planchas 429 Pasto, 447 Ipiales y 448 Monopamba escala 1:100.000, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano - 1995”.

El análisis detallado comprendió la interpretación de imágenes remotas, con caracterización de los datos geológicos: determinación de contactos, identificación de fallas, identificación de discontinuidades sistemáticas (estratos, foliaciones), caracterización de materiales presentes en el área, en afloramientos presentes en vías y transectos de caños o arroyos, definidas previamente. Estos datos fueron analizados en oficina, donde se validaron a partir del análisis conjunto con el componente geológico del área. También se tuvo en cuenta la elaboración de los perfiles ilustrativos para la identificación de los alineamientos proyectados y las condiciones geológicas prospectadas en tramos homogéneos a lo largo del proyecto como establece la resolución.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

El trabajo de campo se desarrolló teniendo en cuenta principalmente las siguientes actividades:

- Toma de datos geológicos en afloramientos de roca, determinación de contactos, identificación y caracterización de materiales presentes en el área de influencia.
- Descripción detallada de la columna litoestratigráfica y perfiles de meteorización, identificando entre otros los siguientes aspectos: grado de fracturamiento del macizo rocoso, espesores de suelo y roca meteorizada, y descripción litológica de la columna obtenida, así como depósitos recientes de origen antrópico y fluvial.

Por otro lado, para el análisis de amenazas geológicas se consultaron las bases de información oficial, específicamente del SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO 2010 - mapa nacional de amenazas por remoción en masa para Colombia, los planes municipales para la gestión de riesgos y mapa nacional de riesgo sísmico (INGEOMINAS, 2010).

o Fase pre-campo

La primera etapa del estudio consistió en la recopilación de la información bibliográfica existente de informes geológicos, estudios cartográficos e imágenes satelitales, proporcionadas por Google Earth, de las zonas relacionadas con el proyecto, debidamente acreditadas. Ésta fase fue en esencia un análisis geológico regional, apoyado principalmente en la información suministrada por el Servicio Geológico Colombiano mediante la plancha 429, correspondiente a Pasto (escala 1:100.000) y a sus memorias relacionadas. Así mismo, para el área de estudio se buscaron los reportes históricos, las amenazas geológicas, y su mapa de amenazas, en el Servicio Geológico Colombiano.

En cuanto al programa de trabajo de campo, durante esta etapa se usaron los mapas topográficos, geología regional, fotografías aéreas y un DEM (Modelo de Elevación Digital), con el fin de garantizar una toma de datos eficiente para verificar y complementar la información geológica existente.

o Fase campo

Para la verificación y complemento de la información geológica existente, se realizó un levantamiento geológico a lo largo y ancho del corredor vial. Este levantamiento se hizo en distintas estaciones, las cuales se iban desarrollando a medida que se encontraban afloramientos geológicos a lo largo de la vía, donde se tomaban los datos

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

estructurales de las formaciones y una descripción detallada de la litología presente (granulometría, porosidad, composición mineralógica, etc.). Esta información detallada sirvió de base para el desarrollo de un modelo geológico local en complemento al modelo geológico regional ya existente. Además de la información estratigráfica y de geología estructural obtenida, se hizo énfasis en la recopilación de la información geomorfológica y el estado de erosión y meteorización de las formaciones presentes.

Igualmente, se analizaron las zonas inestables del área de estudio, reportadas en los estudios anteriores, donde se corroboraron y definieron los distintos procesos de remoción en masa y erosión que pueden llegar a afectar la vía.

- Fase pos-campo

En esta etapa del proyecto se realizó el procesamiento de los datos recopilados en campo y su síntesis, con la información bibliográfica de los estudios previos y mapas disponibles. Con la información obtenida se elaboraron los mapas geológicos detallados de las diferentes formaciones geológicas presentes en el corredor vial, cortes geológicos que pasan por la vía en donde se destacan los aspectos estructurales presentes y la elaboración del informe geológico detallado para la zona de trabajo.

- *Geomorfología*

La geomorfología, corresponde a 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. Se tuvieron en cuenta los distintos procesos geodinámicos y climatológicos como desarrolladores de geoformas en el área de influencia, siendo estos procesos: el componente estructural, la topografía, la inclinación de laderas, el tipo y la densidad de drenaje.

Para la descripción de las unidades geomorfológicas se recopiló información relacionada con las estructuras y los depósitos minerales de las diferentes unidades geológicas buscando el estudio sistemático del origen y desarrollo de todas las formas del relieve de la tierra, así como de los agentes, procesos y estados de desarrollo de esas geoformas. Así mismo, se buscó identificar el ambiente edafogenético homogéneo, es decir, la superficie terrestre en la que se identifique alta similitud de los factores formadores de los suelos, tales como clima, material parental, tiempo, organismos y relieve, lo cual se traduce en una potencial similitud de los suelos existentes.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Esta información se complementó con una fase de campo, en la cual se realizaron transectos determinados mediante el sistema de mapeo libre con una densidad tal que permitió establecer los límites entre las unidades y la variación de las mismas. Las observaciones se realizaron en sitios estratégicos de las geoformas (cima, ladera, falda, valle, entre otros) o en los cambios de pendientes, determinando así las unidades geomorfológicas teniendo en cuenta los límites establecidos por fotointerpretación. Se trabajó a escala 1:10.000.

A partir de esta información se obtuvo:

- Pendientes de acuerdo con los dominios establecidos en la GDB.
- Áreas de erosión activa (erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos, entre otros).
- Áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos).
- Cartografía de procesos de remoción en masa activos y latentes (caídas, deslizamientos, flujos) y su relación con el proyecto, a escala 1:10.000.

○ Fase pre-campo

La primera etapa del estudio geomorfológico fue la recopilación de información bibliográfica existente, estudios cartográficos, sensores remotos y geología de las zonas relacionadas con el proyecto, información disponible del Servicio Geológico Colombiano. Esta fase fue esencial un análisis integral para establecer que unidades geomorfológicas están presentes en el área, además de su origen y desarrollo a través del tiempo geológico.

Se elaboró el programa de trabajo de campo, durante el cual se usaron los mapas topográficos, geología regional, fotografías aéreas y un DEM (Modelo de Elevación Digital), con el fin de garantizar la eficiencia en la toma de datos y verificar las conclusiones previas.

○ Fase campo

La fase de campo consistió en la identificación de las unidades geomorfológicas que se presentan a lo largo del área del proyecto. Para esta identificación se tuvo en cuenta la información de geología, cálculo de pendientes y datos estructurales. La identificación se lleva a cabo mediante la observación en campo de las estructuras, correlacionando su extensión en las fotografías aéreas. Las unidades se representan con la nomenclatura establecida por el Servicio Geológico Colombiano. Durante esta

etapa de campo se identificaron los procesos de inestabilidad de laderas, remoción en masa e intervenciones antrópicas.

o Fase pos-campo

Durante esta etapa se realizó el procesamiento y digitalización de los datos obtenidos en campo. Con la información obtenida se generó la cartografía de pendientes presentes en el corredor vial, también fue posible generar un informe descriptivo de las diferentes unidades geomorfológicas. Además de cartografiar esta información, con el cálculo de pendientes previamente realizado, se elaboró un mapa de pendientes representadas en porcentaje, como se muestra en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Clasificación de rangos de pendientes.**

Pendiente	Descripción
0-1%	A nivel
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
100%	Totalmente escarpada

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S.)

Junto con la identificación de las unidades geomorfológicas, se procedió a realizar una interpretación de los procesos morfodinámicos que formaron dichas estructuras. Por último, los puntos en los que se encontraron inestabilidades en las laderas y procesos de remoción en masa, se representaron en mapa.

– Paisaje

Las unidades de paisaje son áreas geográficas con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que las definen a lo largo del tiempo. La identificación de las unidades de paisaje para el proyecto, se ejecutó en tres componentes: Geformas del paisaje, sitios de importancia cultural y delimitación

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

cartográfica del paisaje, para definición de unidades de paisaje local a una escala de 1:25.000.

○ Fase precampo

Geoformas del paisaje escala 1:25.000: corresponde a la identificación de características propias y diferenciadas en el área de estudio, para esto se utilizó la información generada mediante la interpretación de coberturas vegetales para el área de estudio, la determinación de unidades geomorfológicas y localización específica del proyecto (ubicación geográfica e infraestructura). Estas características facilitaron la clasificación de unidades de paisaje ya que son fácilmente visibles en campo.

Definición cartográfica del paisaje: Por medio del uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica - SIG se realizó el cruce y superposición de las capas de unidades geomorfológicas determinadas y la capa de coberturas de la tierra, clasificadas utilizando la Leyenda Nacional de coberturas de la tierra, metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia en el año 2010.

Como resultado de esta superposición, se obtuvo el mapa de las unidades de paisaje para el área de estudio y sobre ellas se presentaron los sitios paisajísticos de interés cultural identificados por la comunidad.

Para la descripción de las unidades de paisaje se empezó con la búsqueda de información relacionada con las estructuras geológicas y los depósitos minerales de las diferentes unidades geológicas buscando el estudio sistemático del origen y desarrollo de todas las formas del relieve de la tierra, así como de los agentes, procesos y estados de desarrollo de esas geoformas; se buscó identificar el ambiente edafogenético homogéneo, es decir la superficie terrestre en la cual se identifican alta similitud de los factores formadores de los suelos tales como; clima, material parental, tiempo, organismos y relieve, lo cual se traduce igualmente en una potencial similitud de los suelos existentes y de los paisajes fisiográficos. También se hizo la revisión de cartografía básica y fotografías aéreas.

○ Fase Campo

Para complementar y corroborar la información obtenida, se realizó una fase de observación en campo que permitió identificar las formas de la superficie terrestre, reconociendo la acción de fuerzas endógenas o exógenas que permiten el modelamiento del entorno, ésto con el objetivo de generar un análisis del paisaje y sus componentes, la identificación de las coberturas y los usos del suelo, el tamaño de los predios y los síntomas de deterioro o erosión del área, debido a que estos elementos

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

ayudan a lograr una primera visión de los ambientes edafogenéticos en los cuales se describen y delimitan los suelos en el terreno.

Adicional a ello, se desarrollaron talleres participativos mediante los cuales se indagó con la comunidad sobre los puntos de paisaje comunitario presentes en su territorio. Esta actividad se realizó a través de mapas parlantes y posteriores recorridos de campo con líderes comunitarios. Sobre cada sitio se evaluaron diferentes componentes tales como: vegetación, presencia de agua, presencia de infraestructura, entre otros.

- Fase poscampo

Una vez identificados los elementos físicos del paisaje a nivel cartográfico y corroborada la información de campo se realizó el análisis de la calidad paisajística valorando los diferentes elementos que conforman el paisaje, adicional a ello para el caso de las actividades de talleres de paisaje realizados con la comunidad se analizaron las características que son relevantes para definir la calidad del paisaje en su terriotiro.

#### – Hidrogeología

Haciendo referencia al modelo hidrogeológico conceptual del área de influencia del proyecto vial, el trabajo contempló el análisis de información secundaria del Servicio Geológico Colombiano y se contrastó con lainformación primaria disponible.

La caracterización hidrogeológica de los materiales presentes, se realizó mediante la revisión, actualización y complementación de parámetros existentes, determinando 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 pudiera originarse hacia los cauces o desde los cauces.

Se realizó un inventario de los puntos de agua subterránea presentes en el área de estudio (manantiales, pozos y aljibes). La información recolectada fue procesada en oficina.

Esta actividad contempló la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, usada para representar las características intrínsecas que determinaron la sensibilidad de un acuífero a ser afectado por una carga contaminante.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Fase precampo

La primera etapa del estudio hidrogeológico fue la recopilación de información bibliográfica existente, relacionada con la geología presente en el área y en concreto con el potencial de estas unidades para almacenar y transmitir agua. Además, se recopilaron mapas hidrológicos para observar los patrones de drenajes ya existentes y usarlos para poder determinar posibles puntos de recarga y descarga de agua.

Con la bibliografía disponible fue posible definir los acuíferos regionales junto con sus propiedades y puntos de carga y descarga.

- Fase campo

Durante la fase de campo se procedió a la identificación y descripción de las unidades geológicas que pueden comportarse como acuíferos activos, mediante el análisis de granulometría, porosidad, permeabilidad, calidad del agua y dirección de flujo de aguas subterráneas, para determinar una posible conexión hidráulica además de la identificación de los puntos de carga y descarga.

Con los datos del trabajo de campo se determinaron dos unidades hidrogeológicas las cuales presentan sus propias características y propiedades, con lo que se generó un modelo conceptual hidrogeológico del área.

Esta fase también incorporó la generación de un inventario de puntos de agua subterránea, el cual incluye pozos, aljibes y manantiales. Este inventario se completó con fichas de campo, las cuales incluyen la georreferenciación de los puntos, el uso de cada uno de ellos y el número estimado de usuarios a los cuales abastecen, sumado a la detección de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación.

- Fase poscampo.

Esta fase correspondió a la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual, para lo cual se integró toda la información de los acuíferos detectados durante la fase de campo. El modelo corresponde a una descripción aproximada de las condiciones hidrogeológicas del área de estudio, en el que se identificaron dos unidades hidrogeológicas que se diferencian principalmente en su tipo de porosidad y su litología.

La dirección de flujo de los acuíferos libres presentes en el área de influencia del proyecto coincide con la topografía previamente observada, la cual se representó en mapas.

Los puntos de agua identificados en campo se presentan en el informe así:

- Número de identificación.
- Coordenadas planas (MAGNA SIRGAS).
- Tipo de punto de agua.
- Unidad hidrogeológica.
- Registro fotográfico.

Por último, para evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos se valoró cuantitativamente cada uno de los siguientes parámetros: litología de la zona no saturada, condición de confinamiento y profundidad de la tabla de agua. Cada uno de los parámetros se calificó usando el sistema de indexación GOD, Foster (1987), así:

**Parámetro G:** Se refiere a la condición de confinamiento del acuífero más superficial, y establece las siguientes categorías: no confinado, no confinado-cubierto, semiconfinado, confinado, surgente sin presencia de acuífero.

**Parámetro O:** Este parámetro incluye una caracterización global de la zona saturada para acuíferos libres, o del estado confinante, para acuíferos confinados. Se valora la naturaleza litológica, el grado de consolidación y el fracturamiento de la roca.

**Parámetro D:** Profundidad del nivel freático para los acuíferos libres, o el techo para los acuíferos de tipo semiconfinado o confinado.

En la Tabla 2.5, se muestran las valoraciones de los parámetros GOD.

**Tabla 2.5 Tablas de valoraciones por el sistema GOD**

<b>Ocurrencia del agua subterránea "G"</b>	
Ninguno	0
Surgente	0.1
Confinado	0.2
Semiconfinado	0.3
No Confinado (cubierto)	0.5
Libre	1

<b>Litología predominante sobre el acuífero "O"</b>			
<b>No Consolidados</b>	<b>Consolidados (Rocas porosas)</b>	<b>Consolidados (Rocas masivas)</b>	<b>Ponderación</b>
Arcillas			0.4

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Limos	Arcillolitas	Complejos ígneos, metamórficos, volcánicos antiguas	0.5
	Lutitas		
Gravas con matriz arcillosa	Limolitas	Lavas volcánicas recientes	0.6
Arcilla/Grava y/o Arena (intercalaciones)	Areniscas		0.7
		Tobas volcánicas	
Arenas	Litoarenitas	Caliche	0.8
Gravas	Calcarenitas		0.9
	Calizas Blandas		
		Otras calizas duras	1.0

Profundidad del agua o del acuífero “D”					
> 100m	0.4				
50 – 100m	0.5				
20 – 50m	0.6				
10 – 20m	0.7				
5 – 10m	0.8				
2 – 5m	0.9				
0 – 2m	1.0				
Grado de vulnerabilidad a la contaminación “GOD”	Despreciable	Baja	Moderada	Alta	Extrema
	0 – 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.5	0.5 – 0.7	0.7 – 1

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S.)

El método “GOD” establece escalas de valores para cada parámetro de acuerdo con su contribución en la defensa de los acuíferos a la contaminación. Estas tienen valores entre cero (0) y uno (1), siendo los valores más bajos los que más retienen o atenúan el transporte de contaminantes. La evaluación de la vulnerabilidad se determina multiplicando los valores dados a cada parámetro obteniendo valores entre cero (0) y uno (1), donde cero (0) significa vulnerabilidad nula y uno (1) vulnerabilidad extrema a la contaminación.

Cabe aclarar que la metodología “GOD” se encamina a estudiar los acuíferos más someros o la parte más superficial de los acuíferos de interés, ya que se considera que las características de la zona no saturada, son las que finalmente determinan el grado de protección, porque son las más susceptibles a ser afectadas adversamente por una

carga contaminante y una vez contaminadas, este fenómeno se puede inducir fácilmente a los horizontes profundos (INGEOMINAS, 2003).

– *Geotecnia*

Para realizar la zonificación y cartografía geotécnica para el proyecto, se trabajó con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, meteorológica y de amenaza sísmica generada para la zona del proyecto.

Las unidades que se tuvieron en cuenta de cada componente se describen en la Tabla 2.6

**Tabla 2.6 Unidades de análisis por componente para obtención de la geotecnia del proyecto**

COMPONENTE	Unidades de análisis
<b>Geología</b>	Unidad Geológica,
<b>Edafología</b>	Suelo, Pendiente
<b>Geomorfología</b>	Unidad Geomorfológica
<b>Meteorología</b>	Zonificación Climática
<b>Amenaza sísmica</b>	Amenaza

(Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016)

La clasificación de cada unidad para obtener la zonificación geotécnica se realizó para cada componente, atendiendo las descripciones que se presentan en las tablas correspondientes.

Geología: estabilidad Geotecnia de la zona mediante la información suministrada por la formación o unidad geológica, como se muestra en la Tabla 2.7

**Tabla 2.7. Unidades Geológicas**

Unidad Geológica	Descripción	Clasificación de Estabilidad
Volcánico de La Malena	Flujos volcánicos riolíticos a riodacíticos, brechas volcánicas y tobas hacia la parte superior del conjunto, diques basálticos y pórfidos andesíticos.	Medio
Formación Mesa (Ngm)	Bancos muy gruesos de areniscas, con niveles conglomeráticos de guijos y guijarros, localmente cantos e intercalaciones esporádicas de capas muy gruesas de arcillolitas.	Bajo

Depósitos Cuaternarios (Qal)	Gravas, arenas y materiales finos de origen aluvial y lacustre que conforman terrazas, llanuras de inundación, bajos y complejos cenagosos. Los aluviones a lo largo del río Magdalena son depósitos de poca elevación compuestos por material meteorizado, poco estratificado y mal seleccionado o con unos pocos horizontes bien seleccionados.	Muy Bajo
------------------------------	--	----------

Fuente: Ecogerencia, 2015

Edafología: textura ponderada de los horizontes de la unidad de suelo, como se muestra en la Tabla 2.8.

**Tabla 2.8. Textura del suelo**

Textura del Suelo	Descripción	Clasificación de Estabilidad
Arcillosa	Suelo o roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.	Muy Bajo
Franco-arenosa	Conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm)	Bajo
Franco arcillo limosa	Esta textura junto con franco arcillo limoso, tienen más consistencia. Se puede fabricar el "lulo", la "cinta" y la esfera, pero se rompen a la presión. La diferencia entre las dos es que la primera es más áspera al tacto y adhiere moderadamente a los dedos, mientras que la segunda es suave y no se adhiere a los dedos.	Bajo
Franco limosa	Conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 mm y hasta 0,004 mm	Bajo
Francoarcillosa	Terreno arcilloso, cuya composición cuantitativa está en proporciones óptimas. <sup>3</sup>	Muy Bajo

Fuente: (SAP, 2015)

Pendiente: porcentajes de pendientes fueron obtenidas a partir del modelo digital de elevación disponible para Colombia, como se muestra en la Tabla 2.9.

**Tabla 2.9. Pendientes del suelo**

Pendiente del Suelo	Descripción	Grado de Estabilidad
0%-12%	(Moderadamente Inclinada)	Alto
12%-25%	(Fuertemente Inclinada)	Medio
25%-50%	(Moderadamente Escarpada)	Bajo

Fuente: IGAC, 2012

Geomorfología: unidades de relieve presentes en la zona, como se muestra en la Tabla 2.10.

**Tabla 2.10. Relieve**

Relieve	Descripción	Grado de Estabilidad
Colinas	Un Cerro o Colina es una eminencia del terreno que, en general, no supera los 100 metros desde la base hasta la cima.	Medio
Lomas	Una loma u otero es una elevación del terreno de poca altura, normalmente de forma redondeada, que viene a ser el primer grado después de la llanura.	Medio
Terraza	Relleno horizontal situado a lo largo de un valle por encima del curso de agua y q representa el resto de un antiguo curso en el q ha profundizado el curso de agua.	Baja
Vallecito	Es una llanura entre montañas o alturas. Se trata de una depresión de la superficie terrestre entre 2 vertientes, con forma inclinada y alargada.	Baja

(Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

- Fase precampo.

Durante esta etapa se verificó la información existente para realizar el diagnóstico geotécnico inicial del corredor vial, en el cual se observó que parte de él transcurre por la vía existente. Para estos tramos se planeó el estudio de cortes existentes, estado actual y todas las singularidades que afecten el trazado.

La información recopilada incluida en el proyecto base, que fundamenta la caracterización geotécnica del terreno procede de cuatro campañas:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Campaña realizada por la concesión DEVINAR en 2008.
- Dos campañas adicionales realizadas por Geotecnia Andina en marzo de 2013.
- Campaña complementaria para la fase de licitación realizada por GEOSOLUCIONES SAS en abril y mayo de 2015.

Igualmente, se hizo la recopilación de la información geológica, geomorfológica, edafológica y de geología estructural para posteriormente complementar con la información recopilada en el trabajo de campo y definir la zonificación y caracterización geotécnica.

o Fase Campo

En el plan de exploraciones se propuso la ejecución de sondeos, apiques, penetraciones dinámicas y perfiles de sísmica.

Con esta investigación se intenta conocer la naturaleza y características principales de los materiales excavados, reutilización de los mismos, condiciones de apoyo de los rellenos y condiciones de cimentación de las estructuras y muros. Además, para el estudio de reutilización de los materiales excavados, en los primeros 17 km donde los cortes son retaluzados de los taludes actuales, se cogieron muestras en saco de los taludes existentes.

Para el diseño del plan de prospecciones se ha considerado tanto la investigación realizada como las características del entorno, principalmente la existencia de cortes próximos y similares a los que deban realizarse, retaluzados. Adicionalmente, se han realizado prospecciones para el estudio de ZODMES y fuentes de materiales.

En los taludes de corte de la vía actual, de infraestructuras próximas a la traza y taludes naturales se han realizado levantamientos para estudiar las características naturales y estabilidad de los materiales.

Al realizar un estudio detallado de este inventario y de los puntos de observación geológica es posible obtener los taludes de corte estables, procesos de erosión más habituales, medidas de protección y/o sostenimiento implementadas y su validación, existencia de flujos de agua, etc. Así mismo, es posible obtener parámetros de resistencia al corte de las juntas de la roca y los medios de sostenimiento más habituales empleados de los cortes en roca en la vía existente y en las infraestructuras próximas al trazado.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Fase poscampo

En esta fase del estudio, la información geotécnica recolectada en campo se correlacionó con la información previamente adquirida de geología, geología estructural, geomorfología, pendientes y suelo. Esto permitió generar la zonificación geotécnica que permite la clasificación geológica de los materiales y caracterización geotécnica donde se definen los parámetros de resistencia al corte y deformación, datos que posteriormente son representados cartográficamente.

Igualmente, se hizo la evaluación de niveles de estabilidad mediante el método de equilibrio límite en el cual se toma como criterio el factor de seguridad básico recomendado por la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

- *Suelos*

Para el estudio se realizó el análisis de información secundaria a partir de metodologías e información de primera mano, generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, sobre la clasificación de suelos y zonificación de tierras en el departamento de Nariño del año 2004.

En terreno se verificó la información registrada por el IGAC para cada clase agrológica identificada, en las áreas representativas de las unidades geomorfológicas, en perfiles descubiertos; para lo cual, se elaboró una lista de chequeo de las características propias de cada clase agrológica y clasificación de suelos: “*Formato de validación de suelos*”. (Ver Anexo 2.3.2.1.a.)

El levantamiento general se hizo a nivel taxonómico del subgrupo, con sus respectivas fases cartográficas. Las unidades cartográficas empleadas fueron las asociaciones, consociaciones, grupos indiferenciados y complejos.

- Uso actual del suelo

La caracterización del uso actual se obtuvo a partir de la fotointerpretación de la cobertura del suelo y posterior corroboración en campo a partir de los transectos y los sitios escogidos para la corroboración del contenido pedológico, se identificó el uso actual del suelo para cada cobertura, registrándola en el formato de campo con su respectiva fotografía georeferenciada. La clasificación se realizó siguiendo la metodología empleada para la zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Consorcio Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Clasificación Agrológica y Uso Potencial de las Tierras

La clasificación de los suelos por su uso potencial, aptitud de uso o capacidad de uso es una interpretación basada en los efectos combinados del clima y las características poco modificables de las geoformas y los suelos, en cuanto a sus limitaciones de uso, capacidad de producción, riesgo de deterioro y requerimientos de manejo.

Como primera medida se realizó un inventario de los factores limitantes a partir de la información recolectada durante el reconocimiento de suelos, posteriormente se describe cada una de las unidades de clasificación de tierras por capacidad de uso en la zona de estudio, siguiendo las pautas de la metodología correspondiente a las ocho clases agrológicas, denominada Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso.

- Conflictos de Uso del Suelo

El conocimiento del balance entre el uso actual y el uso potencial de un suelo, permitió identificar la forma en la que están siendo empleadas las tierras en el país y establece la relación entre la sociedad y el medio ambiente, definiendo criterios que respaldan la planificación futura del desarrollo sostenible y el ordenamiento del territorio.

La clasificación de los conflictos de uso de los suelos permite establecer tres tipos principales: Suelos con conflictos de uso por sobreutilización, suelos con los usos establecidos en el plan básico de ordenamiento territorial (POT), así como la relación de los conflictos de uso del suelo con el proyecto. Lo anterior, se desarrolló de acuerdo a la metodología planteada por IGAC.

- *Hidrología*

- Caracterización Hidrológica del AID

La descripción hidrológica de la zona de estudio del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, en el departamento de Nariño, incluye la caracterización hidrológica, desarrollada con base en la información disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Cartografía suministrada por el área de Sistemas de Información Geográfica (SIG), además del reconocimiento y trabajo de campo.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

De acuerdo con la cartografía recopilada, se identificaron los principales cuerpos de agua superficiales, delimitando el área de las cuencas, subcuencas y microcuencas, de acuerdo con la sectorización de unidades definidas por las divisorias de agua.

La caracterización del Área de Influencia se desarrolló a través del análisis de los sistemas lénticos y loticos, los patrones de drenaje a nivel regional, además del régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes. Adicionalmente, se contempló el análisis del tipo y distribución de las redes de drenaje, los sistemas lénticos, permanentes e intermitentes, descripción y localización de la red hidrográfica e identificación de la dinámica fluvial; además del régimen hidrológico y de caudales característicos de las corrientes a intervenir.

- Régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes

Para el estudio hidrológico se tomó como referencia seis (6) estaciones meteorológicas de monitoreo a cargo del IDEAM, que se encuentran cercanas al proyecto, con un registro de datos desde 1966.

En la Tabla 2.11 se relaciona la información de las estaciones que fueron consultadas, en la que se indica el código de la estación, la categoría o tipo de estación, el municipio de ubicación, las coordenadas y su altitud.

**Tabla 2.11 Régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes**

Código	Nombre	Municipio	Tipo *	Elevación M.S.N.M.	Coordenadas planas magnas sirgas origen oeste	
					Este	Norte
52055010	Aeropuerto San Luis	Aldana	SP	2961	933187.55	586544.21
52057040	Carlosama	Cuaspud (Carlosama)	LG	2920	932281.36	585116.01
52055200	Funes	Funes	CO	2181	959007.265	602811.103
52050100	Gualmatan	Gualmatán	PM	2830	943914.47	592025.53
52050090	Imues	Imués	PM	2550	953025.359	608454.35
52057010	Pilcuan	Imués	LG	1780	956002.267	604752.699

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Fuente SP: Estación Sinóptica, AM: Estación Agrometeorológica, PM: Estación Pluviométrica, CO: Estación Climatológica, ME: Estación Meteorológica especial, LG: Limnigraficas, CP: Estación Climatológica principal  
 Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016)

○ Análisis de usos del agua

En el proceso de determinación de los usos y usuarios a que es destinado el recurso hídrico en el área de influencia del proyecto, inicialmente se solicitó información a las Alcaldías Municipales Yacuanquer y Pasto a la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), con el fin de establecer una base respecto a los usos actuales y potenciales de las principales fuentes hídricas y otros sistemas de abastecimiento de agua; además esta información secundaria nos permitió cuantificar el número de usuarios registrados en cada municipio.

Posteriormente, se llevó a cabo un recorrido por el área de interés, donde se hizo correlación de la información secundaria y levantamiento de información adicional, a través de la indagación a la comunidad asentada aguas arriba y aguas abajo del trazado de la vía, respecto a los sistemas y fuentes de abastecimiento con que cuentan, lo cual permitió identificar las características de las fuentes, localización, usos (doméstico, riego, industrial, pecuario, otros) y población que se provee del recurso.

○ Precipitaciones

Para el análisis de lluvias, en primer lugar, se seleccionaron las estaciones que se encontrarán próximas a la zona de estudio, con una serie de registros superiores o iguales a 50 años.

Se recopilaron los máximos valores anuales de precipitación en 24 horas registrados, y se efectuó un análisis de frecuencias obteniendo los valores máximos de precipitación diaria correspondientes a diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 25 y 50 años). Para ello, se ajustaron los datos históricos a las distribuciones de probabilidad de Gumbel y Log-Pearson Tipo III, y se comprobó la bondad de estos ajustes estadísticos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov.

Finalmente, para cada estación y periodo de retorno se eligió el valor de precipitación máxima más desfavorable de los obtenidos por cada uno de los dos métodos, siempre que su ajuste fuera aceptable de acuerdo al test de bondad de Kolmogorov-Smirnov, de forma que el valor seleccionado en cada caso esté siempre del lado de la seguridad.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

○ Muestreo de Agua

El estudio de caracterización fisicoquímica, microbiológico e hidrobiológico de agua superficial para el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal - Catambuco, Contrato de Concesión Bajo El Esquema APP N°15 de 2015, se hizo mediante muestreo puntual durante once (11) días.

Los parámetros que se determinaron fueron: pH, Temperatura, DBO, DQO, Grasas y Aceites, Sólidos Suspendidos Totales, Conductividad, Turbiedad, Color Real, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno, Fosforo, alcalinidad, dureza, fenoles, Arsénico, bario, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Alcalinidad, Dureza, Coliformes totales y E-Coli.

Los parámetros hidrobiológicos que se determinaron fueron: Fitoplancton, Zooplancton, Macrofitas, Perifiton, Bentos y Fauna Íctica.

○ Equipos y materiales

Los materiales y equipos que se requirieron al momento de la toma de muestras simples o puntuales, compuestas e integradas, fueron:

- Equipos portátiles para mediciones: multiparámetro y Oxígeno disuelto.
- GPS.
- Flujómetro.
- Cámara Fotográfica.
- Nevera con hielo para mantener una temperatura cercana a los 4°C.
- Frasco lavador con agua destilada.
- Cinta pegante o de enmascarar, adhesivo. Probeta plástica de 500 ml.
- Baldes plásticos con válvula de desagüe de 5 a 10 litros.
- Tubo plástico para homogenización de la muestra.
- Cinta métrica.
- Cuerda
- Cronómetro.
- Agua destilada.
- Papel absorbente.
- Guantes.
- Etiquetas.
- Instructivos de verificación para equipos portátiles: multiparámetro y oxígeno disuelto.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

○ Selección del sitio de muestreo

Para conocer la calidad de un cuerpo receptor como un río u otras corrientes superficiales, fueron necesarios, por lo menos dos puntos de muestreo: uno aguas arriba de la confluencia, y otro, aguas debajo de la misma, donde la mezcla fue completa. La selección de estos puntos dependerá del objetivo y alcance de la caracterización establecida por el cliente.

La toma de la muestra dependió de la naturaleza del agua a analizar así: para ríos la muestra se tomó lo más lejos posible de la orilla, procurando no remover el fondo y evitando los remansos o zonas estancadas.

○ Control y vigilancia del muestreo

Se aseguró la representatividad e integridad de la muestra desde la toma hasta el reporte de resultados. Los pasos en el control de las muestras:

✓ Identificación de la muestra

Se identificaron las muestras pegando etiquetas adhesivas a los frascos antes del muestreo, con la siguiente información:

- Cliente/OT: se colocará el nombre del cliente o de la orden de trabajo OT.
- Procedencia de la muestra: agua residual, superficial, etc.
- Tipo de muestra: simple, compuesto o integrado.
- Identificación de la muestra: identificación del punto donde se toma la muestra.
- Fecha: fecha en la que se toma la muestra
- Análisis a realizar: se anotará los parámetros a analizar. En caso que sean más de tres parámetros, se colocará la palabra varios.
- Preservación: se indicará la preservación realizada al envase
- Responsable: nombre de la persona que toma la muestra
- ✓ Planillas de campo

En las planillas se registró la información recolectada en campo, la cual incluyó: identificación de la muestra, procedencia de la muestra, tipo de muestra, fecha y hora de recolección, mediciones de campo y firma del responsable del muestreo.

✓ Cadena de Custodia

Las muestras ingresaron al laboratorio con su respectiva cadena de custodia en la cual se consignó la siguiente información: fecha de muestreo, consecutivo de identificación

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

de laboratorio (ID), responsable en campo, número de recipientes por punto de muestreo entregados al laboratorio, tipo de muestra, procedencia de la muestra, firma-hora-fecha de quien entrega al laboratorio, firma-hora-fecha de quien recibe en laboratorio y firma-hora-fecha de quien establece el consecutivo de identificación.

✓ Entrega de la muestra a laboratorio

Las muestras se entregaron al laboratorio una vez se realizó el muestreo, con la inmediatez que lo permitió el desplazamiento, asegurando las muestras para su conservación, manteniendo constante la temperatura (4°C).

✓ Recepción y registro de muestra

En el laboratorio, las muestras fueron inspeccionadas para verificar su condición y constatar la información de la etiqueta con el formato de la cadena de custodia. Posteriormente se asignó el código de identificación (ID).a y se procedió a su conservación para posterior análisis.

○ Métodos de muestreo

El monitoreo de los cuerpos de aguas, se hizo a través de dos métodos: el manual y el automático:

- Muestreo Manual: se realizó para los sitios de fácil acceso y/o aquellos en los que se facilitó la toma de muestras.

Este tipo de muestreo, permitió la observación de las características físicas como: elementos flotantes, color, olor, aumento o disminución de caudales, etc.

- Muestreo Automático: El muestreo automático se realizó en los sitios de difícil acceso y/o dificultad en la toma de muestras y se contó con un muestreador automático.

Este tipo de muestreo permite mayor precisión en la toma de muestras, aunque la complejidad de su montaje, calibración y manejo es más dispendiosa.

✓ Medición de caudal

Una vez inspeccionado el sitio donde se realizó el monitoreo, se determinó el método para la estimación de los caudales; se adoptó la forma más práctica de aforar dependiendo del tipo de descarga, y en algunos casos, se adecuó el sitio de muestreo.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los métodos más utilizados fueron:

➤ Medición volumétrica manual

La medición del caudal se realizó de forma manual utilizando un cronómetro y un recipiente aforado. El recipiente se purgó dos o tres veces y se tomó un volumen de muestra al azar y se midió el tiempo transcurrido desde que se introdujo el recipiente a la descarga hasta que se retiró de ella. La relación de estos dos valores permitió conocer el caudal en ese instante de tiempo.

Se tuvo especial cuidado en el momento de la toma de muestra y la medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo donde el tiempo comienza a tomarse en el preciso instante en que el recipiente se introdujo a la descarga, y se detuvo en el momento que este se retiró de ella.

El recipiente aforado contó con las dimensiones y capacidad suficiente para garantizar que todo el flujo de agua que se midió en ese momento ingresará al recipiente y evitó la pérdida de agua por fuera del mismo, con el fin de garantizar la medición realizada.

La fórmula aplicada para el cálculo del caudal fue:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q= Caudal.

V= Volumen.

t = Tiempo.

➤ Medición por velocidad con molinete

El molinete es un dispositivo constituido por una serie de hélices las cuales giran al estar en contacto con una corriente de agua, siendo el número de revoluciones proporcional a la velocidad de la corriente. En estos medidores la relación entre la velocidad del agua y el número de revoluciones está dada por la formula:

$$Q = V \times A$$

Dónde:

Q= Caudal.

V= Velocidad.

A= Área de la sección transversal.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Consorcio Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

$$A = W \times \left( \sum Hi \right) / n$$

Dónde:

W= Ancho del canal, m.

Hi= Profundidad de cada vertical, m.

n= Número de puntos de medición o verticales

La velocidad se determina a partir de la ecuación del molinete así:

V= a+bnV=Velocidad del agua en m/s, a y b constantes de calibración del equipo y n= # de revoluciones /s.

➤ Medición de caudal con flujómetro en Canales Abiertos

La medición de caudal en Canales abiertos se aplicó en aguas de tipo superficial (ríos, arroyos, etc.); donde la medición volumétrica o por vertedero no es aplicable.

Para la medición de caudales en canales abiertos se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio con respecto al ancho del cuerpo de Agua:

0 metros < A < 4 metros; tome lectura en 5 secciones

4 metros < A < 40 metros; tome lectura en 10 secciones

A > 40 metros; tome lectura en 20 secciones

Donde A corresponde al ancho del cuerpo de agua

- Criterio con respecto a la capa de Agua:

0 metros < H < 0.6 metros; mida velocidad a 0.6H

0.6 metros < H < 1 metro; mida velocidad a 0.2H y 0.8H

1 metro < H < 3 metros; mida velocidad a 0.2H, 0.6H y 0.8H H > 3 metros; mida velocidad a 0.2H, 0.4H, 0.6H y 0.8H

Donde H es la profundidad de esa capa de agua.

La toma de muestras se llevó a cabo en forma manual. Los parámetros temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto se analizarán in situ mediante equipos portátiles.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Durante todo el monitoreo se vigiló que se cumplieran las especificaciones establecidas en los protocolos para monitoreo de aguas superficiales en cuanto a la toma de muestras, llenado de botellas, preservación, almacenamiento, embalaje y transporte al laboratorio. Los resultados de estos análisis permitieron establecer las condiciones del agua en un tiempo y lugar determinados.

En la Tabla 2.12, se muestra la metodología del monitoreo de aguas

**Tabla 2.12 Metodología de monitoreo de aguas**

ETAPA	ACTIVIDADES	LOGRO
<b>FASE I. PREVIA AL MONITOREO</b>		
Realización del plan de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cronograma de Actividades</li> <li>- Asignación de Recursos para el muestreo</li> <li>- Ubicación de los puntos a muestrear</li> </ul>	Identificación de las variables del proyecto para disminuir contratiempos en campo.
Preparación del material del muestreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organización de materiales (botellas, embalaje, equipos, neveras, hielo, papelería)</li> </ul>	Contar con material suficiente y apto para la recolección de cada una de las muestras
<b>FASE II. MONITOREO EN CAMPO</b>		
Ubicación de los puntos de muestreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocimiento del área</li> </ul>	Tener claridad sobre cada uno de los parámetros a muestrear y su localización
Toma de Muestras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organización del material</li> <li>- Llenado de envases según el parámetro a muestrear</li> <li>- Mediciones in situ</li> <li>- Etiquetado</li> <li>- Diligenciamiento de la custodia por punto</li> <li>- Refrigeración de las muestras</li> <li>- Almacenamiento</li> </ul>	Cumplir con el 100% del muestreo solicitado
Envío al Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Embalaje de las neveras que contienen las muestras con su respectiva custodia</li> </ul>	Hacer llegar las muestras al laboratorio, dentro del tiempo estipulado por el protocolo de toma de muestras del IDEAM.

Fuente Laboratorios ASOAM S.A.S.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 CONSTRUCCIÓN	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

– *Componente Atmosférico*

El componente atmosférico incluye las variables de Meteorología, fuentes de emisión, calidad de aire y ruido

o Meteorología

Para determinar el comportamiento climático de la zona de estudio se seleccionaron estaciones climáticas empleando los siguientes criterios:

- Proximidad geográfica: se identificaron las estaciones cercanas a la zona del proyecto y se localizaron espacialmente, para determinar la distancia a la zona del mismo.
- Representatividad, distribución homogénea sobre el área de estudio y tipo de estación: se adelantó un estudio de representatividad sobre el área del proyecto, con base en el tipo de estación, lo que permitió descartar estaciones que registraran el menor número de parámetros climatológicos (pluviométricas y pluviográficas).
- Duración de las series de tiempo: a las estaciones preseleccionadas en el punto anterior se adelantó un análisis de duración del periodo registrado, descartando aquellas que fueron suspendidas o que su registro fuera muy cortó.
- Para el análisis climatológico de la zona, se emplearon las estaciones del IDEAM las cuales se relacionan en la Tabla 2.13. en donde se describen las características principales de cada una de ellas.

**Tabla 2.13 Estaciones meteorológicas en la zona de estudio**

CÓDIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	TIPO*	ELEVACIÓN m.s.n.m.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
					LONGITUD	LATITUD
52055040	Botana	Pasto	AM	2820	977596,783	620034,667
52045010	Obonuco	Pasto	AM	2710	975237,610	624236,710
52057010	Pilcuán	Imués	LG	2550	953087,191	608426,705
52055090	Sindagua	Tangua	CP	2800	965331,117	614175,231
52050080	Tangua	Tangua	PM	2420	965108,364	612737,762

SP: Estación Sinóptica Principal, AM: Estación Agrometeorológica, LG: Estación Linnigráfica, PM: Estación Pluviométrica, CO: Estación Climatológica Ordinaria, CP: Estación Climatológica Principal

Fuente: IDEAM 2016

De acuerdo a las diferentes variables que existen en el análisis del clima y del área de estudio en cada estación corresponden a promedios mensuales de aproximadamente los últimos treinta (30) años, se estima de 1984 a 2014. Los parámetros climáticos a evaluar de las estaciones climatológicas operadas por IDEAM, son:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Temperatura
  - Presión Atmosférica
  - Precipitación
  - Humedad relativa
  - Billo solar
  - Nubosidad
  - Evaporación
- Fuente de emisión y calidad de aire
- Normatividad y legislación vigente: Decreto 1076 del 26 de Mayo de 2015: “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. El Decreto tiene como objeto compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector y contar con un instrumento jurídico único para el mismo, se hace necesario expedir el presente Decreto Regulatorio Único Sectorial.
  - Resolución 650 del 29 de Marzo de 2010 Modificada por la Resolución 2154 del 2 de Noviembre de 2010. “Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la calidad del aire”. El protocolo establece las directrices, metodologías y procedimientos necesarios para llevar a cabo las actividades de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en el territorio nacional. Este protocolo está compuesto por los siguientes dos manuales, que forman parte integral de la presente resolución:
    - \*Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire.
    - \*Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire.
  - Resolución 610 del 24 de marzo de 2010: “Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión”. La Resolución establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, con el propósito de garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana que puedan ser causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente.
- ✓ Información general del monitoreo

El monitoreo fue realizado por la empresa Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S – SERAMBIENTE, debidamente certificada mediante la Resolución IDEAM 1556 del 14/08/2015. (Ver Anexo 2.3.2.1.b.)

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Complemento Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Para la determinación de la calidad de aire en el área de estudio se llevaron a cabo monitoreos, donde se determinaron los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos de Partículas menores a 10 micras (PM10), Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Monóxido de Carbono (CO). Los resultados obtenidos nos permiten conocer las condiciones y características actuales de calidad del aire y las principales fuentes de emisión que aportan contaminantes a la atmosfera.

Los monitoreos de PM10 fueron obtenidos a partir de equipos de alto volumen para Material Particulado (Hi-Vol) mediante el método de análisis Gravimétrico y los resultados de NOx y SOx fueron obtenidos a partir de equipos RAC tres gases con método de análisis espectrofotométrico.

Con base en la normatividad vigente y de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la calidad del aire, se instalarán cinco estaciones de monitoreo de material particulado y de gases, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

-Instalación de campamentos industriales donde se establecerá la planta de asfalto, la planta de hormigón y triturado.

-Los Centros poblados (catalogados como potenciales receptores) que por el desarrollo de las actividades del proyecto puedan verse afectados.

Los parámetros evaluados de acuerdo con el Protocolo de Seguimiento y Monitoreo de Calidad de Aire, se describen en el capítulo 5.1. del presente Estudio de Impacto Ambiental, en la tabla 5.1.69

En la Tabla 2.14 se relacionan los lugares y las coordenadas de las estaciones de muestreo de calidad de aire.

**Tabla 2.14 Coordenadas propuestas para ubicación de estaciones de calidad de aire**

CALIDAD DE AIRE					
MUNICIPIO	VEREDA	NOMBRE	COTA	COOR_X	COOR_Y
Imués	Pedregal	El Pedregal	1803	958439	608235
Tangua	Cabecera Municipal	TaNgua	2417	964268	612785
Tangua	Chavez	Vereda Chavez	2733	966837	614411
Tangua	El Tambor	Vereda El Tambor	2912	967320	616111
Pasto	Catambuco	Catambuco	2836	975477	620217

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S. 2016

✓ Parámetros evaluados

De acuerdo con el Protocolo de Seguimiento y Monitoreo de Calidad de Aire.

En la Tabla 2.15 se describen las características generales de los parámetros evaluados en el monitoreo de calidad de aire.

**Tabla 2.15 Características generales de los parámetros evaluados.**

Parámetro	Definición	Fuentes	Efectos	Varios
Material Particulado	Cualquier material sólido o líquido dividido finamente diferente al agua no combinada, según medición por los métodos federales de referencia (40 CFR 53	Hornos, trituradoras, molinos, afiladores, estufas, calcinadores, calderas, incineradores, cintas transportadoras, acabados textiles, mezcladores y tolvas, cubilotes, equipo procesador, cabinas de aspersión, digestores, incendios forestales, entre otros.	Efectos en la respiración y el sistema respiratorio, agravamiento de afecciones respiratorias y cardiovasculares ya existentes, daños en el tejido pulmonar, carcinogénesis y mortalidad prematura.	Ejemplos: Polvo, humo, gotitas de petróleo, berilio asbesto
Monóxido de Carbono	Gas incoloro, inodoro, venenoso, más ligero que el aire, producido por la combustión incompleta del carbón presente en los combustibles.	Fuentes estacionarias y móviles que queman combustibles (motores de combustión interna, principalmente motores a gasolina). Es producido en cantidades mucho menores en fuentes domésticas, gases volcánicos, gases emanados de los pantanos, minas de carbón, las tormentas eléctricas, la foto disociación del CO2 en la atmósfera superior, incendios y animales acuáticos y terrestres, entre otras.	Pueden ser mortales en corto tiempo en áreas cerradas. Reacciona con la hemoglobina de la sangre, evitando la transferencia de oxígeno.	Se encuentra en la atmósfera en concentraciones promedio de 0,1 ppm
Óxidos de Nitrógeno	Se identifican seis tipos de óxidos de nitrógeno: NO,	Producidos al quemar combustible a temperaturas muy	Visibilidad reducida, irritación de la nariz y los	Concentraciones excesivas de NO y NO2 en la

Parámetro	Definición	Fuentes	Efectos	Varios
	NO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . A Nivel de contaminación del aire se hace referencia solo a NO y NO <sub>2</sub> (Gases incoloros) y se expresan típicamente como NO <sub>x</sub> .	altas a partir del nitrógeno del aire. También son producidos a partir de nitrógeno del carbón y los aceites pesados: grandes generadores de energía eléctrica, grandes calderas industriales, motores de combustión interna, plantas de ácido nítrico.	ojos, edema pulmonar, bronquitis y neumonía; reaccionan con los VOCs bajo la influencia de la luz para formar Ozono. Los óxidos de Nitrógeno son importantes contribuyentes potenciales de fenómenos nocivos como la lluvia ácida y la eutroficación en las zonas costeras.	baja atmósfera ocasionan un color parduzco debido a la absorción de la luz en la franja azul-verde del espectro.
Óxidos de Azufre	Acre, corrosivo, gases tóxicos cuando se quema combustible que contiene azufre.	Artículos eléctricos, calderas industriales, fundiciones de cobre, refineries de petróleo, fuentes de automóviles, calentadores residenciales y comerciales.	Dificultad para respirar cuando se disuelven en la nariz y en las vías superiores; tos crónica y secreción en las mucosas. Contribuye a la lluvia ácida y a fenómenos de visibilidad disminuida (de acuerdo con su concentración).	Los óxidos de azufre (SOX), generalmente se forman por la combustión de sustancias que contienen azufre (carbón y aceite), particularment e durante la fabricación del acero. Es percibido por el olfato en concentracione s desde 3 ppm (0,003%) a 5 ppm (0.005%). Cuando se encuentra en niveles de 1 a 10 ppm induce al aumento de la frecuencia respiratoria y el pulso sanguíneo.
ozono	Gas incoloro, inodoro, reactivo, compuesto de tres	El ozono se encuentra de modo natural en la estratosfera terrestre,	Efectos fisiológicos e inflamatorios en los pulmones de adultos, jóvenes	Las medidas para controlar los niveles de ozono

Parámetro	Definición	Fuentes	Efectos	Varios
	átomos de oxígeno.	donde absorbe la radiación UV dañina para la vida en la tierra; también se encuentra cerca de la superficie terrestre, donde ciertos contaminantes reaccionan en presencia de luz solar para dar origen a este. Los principales contaminantes involucrados en estas reacciones son los óxidos de nitrógeno (NOX) y los compuestos orgánicos volátiles (VOC's). El monóxido de carbono (CO) también participa en las reacciones para formar ozono. Los días soleados con vientos de relativa calma favorecen la formación de ozono.	sanos que hacen ejercicio expuestos durante periodos extensos; efectos en la salud de los niños. Los grupos más expuestos son los niños y adultos con actividad fuerte al aire libre, al igual que personas con asma u otras enfermedades de las vías respiratorias.	troposférico se concentran en las emisiones de gases precursores, pero es probable que también controlen los niveles y los efectos de varios de esos otros contaminantes.

Fuente: Resolución 2154 Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo de la Calidad del Aire.

✓ Instrumentación y tipo de medición

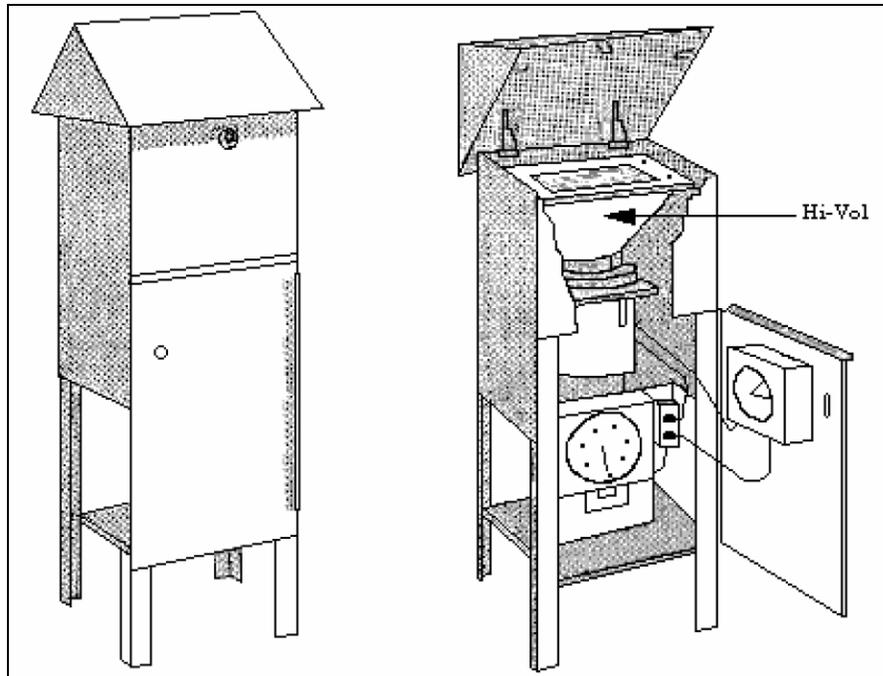
➤ Partículas suspendidas totales (PST) y respirables (PM10).

El muestreo de partículas suspendidas totales (PST) y respirables (PM10) se realizó mediante un equipo denominado muestreador de alto volumen (Hi-Vol), el cual se compone esencialmente de un motor de succión, un portafiltros, un dispositivo de medición de caudal, un controlador de tiempo y una caseta de protección, tal como se muestra en las Fotografía 2.1 y Fotografía 2.2, Tabla 2.16 y Tabla 2.17, en las que se relacionan las especificaciones técnicas de los muestreadores de alto volumen para PST y PM10, respectivamente.

**Tabla 2.16 Especificaciones técnicas del Hi-Vol PST.**

Especificaciones	Valor
Potencia	0.6 hp
Velocidad máxima	Velocidad máxima 18250 rpm
Amperaje	Amperaje 7.0 amp
Caudal (condiciones de referencia)	Caudal (condiciones de referencia) 1.12 a 1.70 m3/min
Fuente de energía	Fuente de energía 115 v, 1 Fase, 60 Hz
Peso neto	Peso neto 32.66 kg
Alcance	Alcance 2 km de radio

Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería



**Fotografía 2.1 Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol) para PST.**

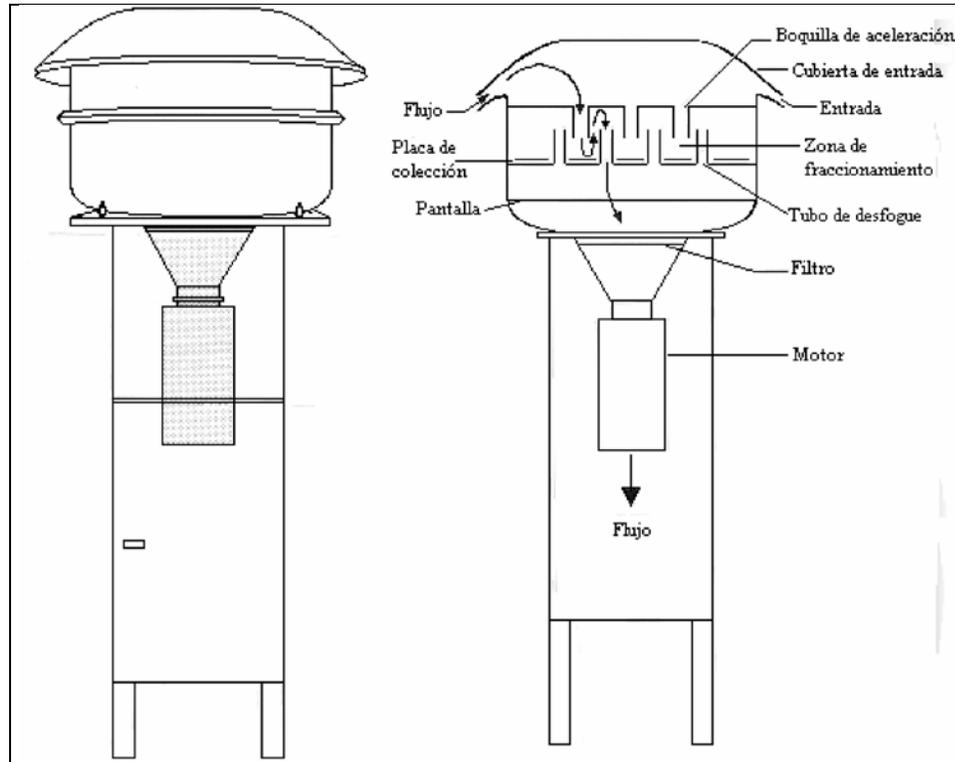
Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería

**Tabla 2.17 Especificaciones técnicas del Hi-Vol PM10.**

Especificaciones	Valor
Potencia	0.6 hp
Velocidad máxima	18250 rpm
Amperaje	7.0 amp
Caudal (condiciones de referencia)	1.02 a 1.24 m3/min
Fuente de energía	115 v, 1 Fase, 60 Hz

Peso neto	61.69 kg
Alcance	2 km de radio

Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería



**Fotografía 2.2 Muestreador de Alto Volumen (Hi-Vol) para PM10.**

Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería

El método de referencia (*American Public Health Association, World Meteorological Organization and Environmental Protection Agency*), permite medir la concentración de partículas suspendidas totales (PST) y respirables (PM10) en el aire por medio de un muestreador de alto volumen (Hi-Vol) adecuadamente instalado, que succiona a través de un filtro de fibra de vidrio (PST) o cuarzo (PM10) una cantidad determinada de aire (entre 1.12 a 1.70 m<sup>3</sup>/min a condiciones de referencia para PST y 1.02 a 1.24 m<sup>3</sup>/min a condiciones de reales para PM-10) al interior de una caseta de protección, durante un período de muestreo de 24 horas. El proceso de medición es no destructivo y la muestra puede someterse a análisis físicos y químicos posteriores.

La velocidad del aire muestreado y la geometría del muestreador permiten coleccionar partículas hasta de 50 µm (diámetro aerodinámico) en los Hi-Vol PST, dependiendo de la velocidad y dirección del viento, y hasta de 10 µm en los Hi-Vol PM10, después de haberlas separado inercialmente en una o más fracciones. Los filtros utilizados deben tener una eficiencia de recolección mínima del 99% para partículas de 0.30 µm.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

En este método, el filtro se pesa en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su utilización, para determinar la ganancia de peso neto (masa). El volumen total de aire muestreado, corregido a condiciones de referencia (101.325 kPa y 25° C), se determina a partir del caudal de aire succionado y el tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente se calcula dividiendo la masa de partículas colectadas en el filtro por el volumen de aire muestreado y se expresa en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El cálculo para obtener la concentración de PST y PM10 en cada uno de los sitios de interés, requiere del peso inicial y final de los filtros y el volumen total de aire muestreado. Este último parámetro se calcula como el producto entre el caudal a condiciones de referencia (25°C y 101.33 kPa) para cada día de medición y el tiempo efectivo de muestreo.

A continuación, se presenta la ecuación empleada para calcular las concentraciones de partículas suspendidas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Así, tenemos:

- $m$  y  $b$ , Pendiente e intercepto de la curva de calibración del equipo Hi-Vol.
- $I$ , Indicación de flujo en el muestreador,  $\text{pie}^3/\text{min}$ .
- $Q$  (std), Flujo promedio de muestreo a condiciones de referencia,  $\text{m}^3/\text{min}$ .
- $V$  (std), Muestra total de aire en unidades de volumen normal,  $\text{m}^3$  std.
- $t$ , Tiempo neto de muestreo, min.
- $W_f$ , Peso final del filtro expuesto, g.
- $W_i$ , Peso inicial del filtro limpio, g.
- PST, Concentración másica de partículas suspendidas en el aire,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Por medio de la calibración se encuentran los parámetros  $m$  y  $b$  para cada equipo, los cuales sirven para calcular el flujo promedio estándar de muestreo mediante la siguiente ecuación:

$$Q(\text{std}) = [I - b] \frac{1}{m}$$

El Volumen total de aire muestreado es:

$$V_{\text{std}} = Q_{\text{std}}(t)$$

Se determina la concentración de PST por medio de:

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vías</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

$$PST = \frac{(W_f - W_i)10^6}{V_{std}}$$

- Dióxido de azufre

La muestra de aire para análisis de NOx y SOx se toma simultánea con la de partículas mediante el tren de muestreo tipo Andersen, usando la bomba de vacío para hacer pasar el aire por 24 horas a través de burbujeadores con soluciones absorbentes. Se realiza mediante un equipo denominado muestreador de 3 gases, el cual se compone esencialmente de un motor de succión, un múltiple, burbujeadores, un dispositivo de medición de caudal (orificio crítico), un sistema termoeléctrico de refrigeración/calefacción, un controlador de tiempo y una caseta de protección, tal como se muestra en la Fotografía 2.3 y Tabla 2.18, en las que se relacionan las especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.

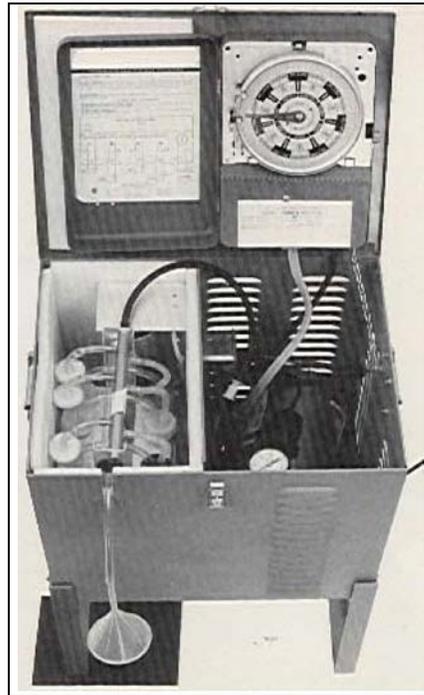
**Tabla 2.18 Especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.**

Especificaciones	Valor
Potencia	0.17 hp
Amperaje	3.7 amp
Caudal (condiciones reales)	0.20 ± 0.02 L/min
Fuente de energía	115 v, 60 Hz
Peso neto	15 kg

Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería

El método de referencia se aplica en la determinación del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente, por medio de la técnica analítica por vía húmeda de la pararrosanilina (American Public Health Association and Environmental Protection Agency).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



**Fotografía 2.3 Muestreador de tres gases**

Fuente Línea base de la calidad de aire municipio de Montería

En éste método el dióxido de azufre, es absorbido del aire en una solución de tetracloromercurato de potasio (TCM) con una concentración 0.04 molar (M), obteniéndose un complejo estable, el monoclorsulfonatomercurato, el cual resiste la oxidación por  $O_2$  del aire.

Una vez formado, este complejo resiste la oxidación del aire y es estable en presencia de oxidantes fuertes (por ejemplo, el ozono y óxidos de nitrógeno).

El compuesto reacciona con la pararrosanilina y formaldehído, formando ácido metilsulfónico de pararrosanilina, de color muy intenso, cuya intensidad cromática puede medirse con un espectrofotómetro a 548 nanómetros (nm) y es directamente proporcional a la cantidad de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) colectado.

El volumen total de la muestra de aire corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del flujo y el tiempo de muestreo. La concentración de  $SO_2$  en el aire ambiente se expresa en microgramos por metro cúbico a condiciones de referencia ( $\mu g/m^3$ ).

El intervalo de concentraciones para la medición es de  $25 \mu g/m^3$  a condiciones de referencia, pero puede ser reducido a  $5 \mu g/m^3$  al analizar alícuotas más grandes.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

La concentración de dióxido de azufre en el aire se calcula como:

$$\mu gSO_2/m^3 = \left( \frac{(A - A_0)Bx10^3}{V} \right) \frac{V_b}{V_a}$$

Donde:

- A – Ao = Absorbancia corregida por el blanco en el espectrofotómetro
- Bx = Recíproco de la pendiente de la curva de calibración del espectrofotómetro
- V = Volumen de aire muestreado, ml
- Vb = Volumen de la solución absorbente, ml
- Va = Volumen de la alícuota analizada en el espectrofotómetro, ml

- Dióxido de nitrógeno

El muestreo de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se realiza mediante un equipo denominado muestreador de 3 gases, el cual se compone esencialmente de un motor de succión, un múltiple, burbujeadores, un dispositivo de medición de caudal (orificio crítico), un sistema termoeléctrico de refrigeración/calefacción, un controlador de tiempo y una caseta de protección, tal como se muestra en la Fotografía 2.3. y Tabla 2.16 Especificaciones técnicas del Hi-Vol PST.en las cuales se relacionan las especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.

El método del arsenito de sodio provee una medida de la concentración másica del dióxido de nitrógeno en el aire ambiente (American Public Health Association and Environmental Protection Agency).

El método se fundamenta en el hecho de que el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es absorbido del aire ambiente, en una solución de hidróxido de sodio y arsenito de sodio, para formar una solución estable de nitrito de sodio. El ion nitrito producido durante el muestreo se determina colorimétricamente por reacción del agente absorbente expuesto con ácido fosfórico, sulfanilamida e dihidrocloruro de N-1 naftilendiamina. El método es aplicable para la colección de muestras en campo por 24 horas y posterior análisis en el laboratorio.

El volumen total de la muestra de aire corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del flujo y el tiempo de muestreo. La concentración de SO<sub>2</sub> en el aire ambiente se expresa en microgramos por metro cúbico a condiciones de referencia (µg/m<sup>3</sup>). El intervalo de concentraciones para la medición es de 9 a 750 µg/m<sup>3</sup> a condiciones de referencia.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Ozono

Para la medición del de Ozono (O<sub>3</sub>) se determina bajo el principio de absorción ultravioleta por medio de la Ley de Lambert-Beer.

La determinación de ozono por absorción ultravioleta se basa también en la Ley de Lambert-Beer.

$$A = \log \left( \frac{I_a}{I_o} \right) = a \cdot x \cdot CO_3$$

Donde:

A= Absorbancia de O<sub>3</sub> (adimensional)

I<sub>a</sub>= Intensidad de la luz ultravioleta en cualquier punto del sistema (radiación resultante)

I<sub>o</sub>= Intensidad de la luz ultravioleta incidente (radiación incidente)

a = Coeficiente de absorción del O<sub>3</sub> o absorbidad molar (l/mol.cm)

x = Longitud de la trayectoria o camino óptico recorrido o tamaño de la celda (cm)

CO<sub>3</sub> = Concentración molar de O<sub>3</sub> (mol/l)

Cabe anotar, que existen analizadores de ozono cuyo principio de detección se basa en la quimioluminiscencia del ozono al reaccionar con etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).

Este método presenta como desventaja, en comparación con la determinación por absorción UV, que requiere de agentes químicos reaccionantes.

El principio de operación del equipo es similar al analizador de óxidos de nitrógeno, la muestra de aire succionada por la bomba del equipo es filtrada y bifurcada en dos flujos iguales, uno de estos flujos atraviesa una sección que contiene óxidos de molibdeno como catalizador, el cual atrapa el ozono de la muestra que es empleada como patrón en la medida, para lo cual es dirigida a una celda de medición. El otro flujo pasa directamente a una celda de medición diferente sin atravesar por ningún lecho de catalizador. En las celdas se lleva a cabo el proceso de irradiación de las muestras (la radiación UV es generada por una lámpara de mercurio) y la absorbancia en ambas celdas es determinada por un PMT.

La señal de absorbancia de ambas celdas, son traducidas internamente por el analizador a señales eléctricas y la diferencia entre estas señales es proporcional y equivalente a la concentración de ozono presente en la muestra de aire ingresada originalmente al equipo. (MINISTERIO DE AMBIENTE, Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire, 2010)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

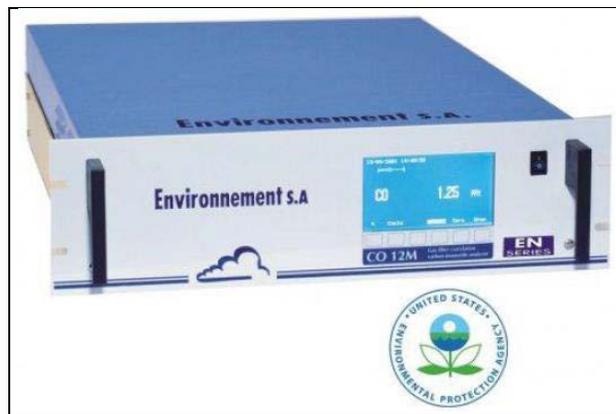
- Monóxido de carbono

Principio de Operación: Correlación de Filtro de Gas (GFC).

La incidencia de radiación infrarroja (IR) atraviesa una rueda rotatoria filtrante de gas (una mitad contiene CO y la otra mitad contiene nitrógeno) antes de ingresar a la celda de muestra. Cuando la radiación infrarroja pasa a través de la mitad de la rueda que contiene CO, todas las longitudes de onda absorbidas por el CO son completamente removidas de la radiación, creando un rayo de "referencia" el cual no resulta afectado por el CO en la muestra que se mide. Cuando la energía IR atraviesa la mitad de la rueda que contiene nitrógeno, las longitudes de onda específicas de CO no son removidas de la radiación, y un rayo de "medición" será atenuado por CO en la muestra. La rotación de la rueda de filtro de gas crea un haz que alterna entre fases de "referencia" y "medición". La energía infrarroja que atraviesa el filtro y la celda de muestra es detectada por un sensor de estado líquido y es convertida a un valor de concentración.

Los analizadores infrarrojos CFG son, en general, menos sensibles a los gases interferentes, las fluctuaciones de potencia de la fuente IR, la vibración y la acumulación de polvo en el medio óptico (MINISTERIO DE AMBIENTE, Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire, 2010).

El equipo de medición de CO<sub>2</sub> por NDIR se muestra en la Fotografía 2.4



**Fotografía 2.4 Equipo de medición de CO<sub>2</sub>**

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S.

- Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes fijas (Método EPA 7).

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Consiste en la toma de una muestra puntual (no isocinética) en una solución absorbente de peróxido de hidrógeno en medio ácido.

La muestra se toma generando un vacío de aproximadamente 305 mm Hg de presión absoluta en un balón de fondo redondo de 2 litros que contiene 25 ml de la solución absorbente. La muestra se agita fuertemente y se deja absorber por un mínimo de 16 horas, al cabo de las cuales se recupera y se lleva al laboratorio para ser analizada por colorimetría y determinar el contenido total de óxidos de nitrógeno como NO<sub>2</sub>.

La masa de NO<sub>2</sub> determinada en el laboratorio se divide en el volumen puntual tomado, lo cual da la concentración de NO<sub>2</sub> en el gas de chimenea. En la imagen se puede apreciar el equipo utilizado (ver Fotografía 2.5).



**Fotografía 2.5 Equipo de medición para NO<sub>2</sub> fuentes fijas**

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S.

Toma de Muestras para la medición de CO en Calidad del Aire, se siguieron estos pasos:

- Se instaló el equipo de medición de CO en el lugar de medición.
- Se conectó el cable de poder a una fuente de energía estable de corriente (110-115 voltios).
- Con el equipo de CO encendido, se esperó de 10 a 15 minutos hasta que el equipo se estabilice.
- La edición de monóxido de carbono inicio, tomando registros de medición directamente de la pantalla del equipo cada hora, la medición fue de ocho horas continuas.

- Se registraron los datos obtenidos de la medición en campo de monóxido de carbono.
- Para los monitoreos continuos se descargaron datos semanalmente.
- ✓ Instrumentación y tipo de medición
  - Monitoreo de gases (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>)

El muestreo de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se realiza mediante un equipo denominado muestreador de 3 gases, el cual se compone esencialmente de un motor de succión, un múltiple, burbujeadores, un dispositivo de medición de caudal (orificio crítico), un sistema termoeléctrico de refrigeración/calefacción, un controlador de tiempo y una caseta de protección, tal como se muestra en la Fotografía 2.3 y La Tabla 2.19 Especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.

**Tabla 2.19 Especificaciones técnicas del muestreador de 3 gases.**

Especificaciones	Valor
Potencia	0.17 hp
Amperaje	3.7 amp
Caudal (condiciones reales)	0.20 ± 0.02 L/min
Fuente de energía	115 v, 60 Hz
Peso neto	15 kg

Fuente: Línea base de la calidad de aire municipio de Montería

El Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el Ozono (O<sub>3</sub>) son monitoreados mediante el denominado analizador de tres gases, el cual es un instrumento que utiliza un sistema de absorción de gases con químicos húmedos.

El aire ambiente succionando entra a través de un cono invertido de protección contra la lluvia la lluvia, el cual está conectado a una sonda. Posteriormente el aire pasa hacia una flauta de vidrio el cual se divide en tres o dos salida que van conectada a los tubos de reactivos de absorción mediante mangueras flexibles.

El gas contaminante es absorbido por los reactivos seleccionados mientras que el resto de la muestra pasa a través de una trampa de humedad (uno para cada tubo de reactivo) y un filtro final (para remover partículas) seguidos de un orificio crítico el cual regula el flujo, este se encuentra conectado a una bomba de vacío. El propósito de esta doble trampa es evitar el taponamiento del orificio crítico y la contaminación de la bomba de vacío.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vías</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

o Ruido

El monitoreo fue realizado por la empresa Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S - SERAMBIENTE, debidamente certificada mediante la Resolución IDEAM 1556 del 14/08/2015. (Ver Anexo 2.3.2.1.b.). Dicho estudio corresponde a una caracterización de emisión de ruido ambiental.

El monitoreo se realizó en jornadas diurnas y nocturnas, tomando cinco (5) mediciones de tres (3) minutos en cada punto, con intervalos de nueve (9) minutos distribuidos en una hora. Siguiendo lo establecido por la Resolución 627 de 2006, las mediciones de ruido ambiental se realizaron con el sonómetro ubicado en 5 posiciones diferentes, cada una de las cuales debe tener una orientación del micrófono en referencia a un punto fijo así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, sobre un trípode a 4 metros del suelo, y con un radio de 4 metros sin interferencia o barrera alguna; adicionalmente para prevenir la influencia del viento en las mediciones al micrófono empleado se le acopló una pantalla antiviento.

✓ Normatividad y legislación vigente

- Resolución 8321 de 1983: La Resolución 8321 de 1983 del Ministerio de Salud, es la primera reglamentación en Colombia, en la cual se establecen normas sobre la protección y conservación de la salud auditiva, buscando el bienestar de la población debido a la producción y emisión de ruido.
- Resolución 627 del 07 de abril de 2006: “Por medio del cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, en la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido para todo el territorio colombiano, y se fijan los niveles máximos permisibles de emisión de ruido.

✓ Requerimientos en las mediciones

Para las mediciones de emisión de ruido se tuvo en cuenta como mínimo las siguientes condiciones generales:

- Instrumentación

Las evaluaciones de intensidad de ruido se realizaron con sonómetros clase 2 según la norma IEC 61672 - 1:2002. Así pues, se empleó Sonómetros integradores SOUND PRO

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

SE/DL, con analizadores de frecuencia 1/1 y 1/3 en tiempo real, data logging, con software especializado QUEST SUITE PRO II para programación del equipo, recuperación, análisis y graficas de datos (Ver Fotografía 2.6).

La verificación o ajuste de la calibración del sonómetro se llevó a cabo con calibradores que cumplieron con la norma IEC 60942:2003. Se verificó el cumplimiento del calibrador con los requisitos de la norma IEC 60942:2003 y el cumplimiento del sonómetro con los requisitos de la norma IEC 61672-1:2002, según la clase del sonómetro (clase 1 o clase 2), cada dos años en un laboratorio con trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales.

Al finalizar la medición, se verificó la calibración del sonómetro y de acuerdo con la clase del sonómetro (clase 1 o clase 2), corroborando que la diferencia entre el ajuste inicial y la verificación final no sea mayor que la precisión del equipo; cuando por alguna circunstancia la diferencia fue mayor, se repitió la medición.

Es necesario que los certificados de calibración acústica y electrónica de sonómetro estén vigentes de acuerdo con los tiempos especificados en este protocolo, por lo que se adjunta copia en el informe técnico.



**Fotografía 2.6 Sonómetro Sound Pro SE/DL**

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S.

### ➤ Calibración

Antes de efectuar las mediciones de ruido, se verificó la calibración del sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante, utilizando un calibrador, registrando la fecha del último ajuste de la calibración.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Empleándose Calibradores modelos QC-10 para tipo 2 y QC-20 para tipo 1 tipo pistófono, para verificación de parámetros de calibración de los sonómetros y dosímetros de acuerdo a normas y métodos internacionales. Micrófonos, cables de extensión, pantallas de vientos, baterías y todos los accesorios para la línea, computadores portátiles, trípodes y software especializado para su procesamiento (Ver Fotografía 2.7).



**Fotografía 2.7 Calibrador QC-10**

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S.

➤ Verificación de las condiciones meteorológicas

Las mediciones de ruido se ejecutaron en tiempo seco, igual que los pavimentos y las superficies sobre las cuales se efectuaron las mediciones; no hubo precipitaciones, lloviznas, truenos o caída de granizo.

El micrófono siempre estuvo protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones en exteriores. Se midió la velocidad del viento y si ésta es superior a 3 m/s, se deben hizo ajustes de acuerdo con las curvas de respuesta suministradas por el fabricante del equipo de medición para las pantallas protectoras contra el viento, o se desistió de la medición en ese momento y se dejó constancia en el correspondiente informe.

➤ Programación de los Equipos

En la Tabla 2.20 y Tabla 2.21, se observa la configuración para las evaluaciones de emisión de ruido y ruido ambiental.

**Tabla 2.20 Evaluaciones de emisión de ruido**

ITEM	Puntos de 15 min	
	Meter 1	Meter 2
Tiempo de registro	1 min	1 min
Curva de ponderación	A	A
Índice de intercambio	3 dB	5 dB
Respuesta	slow	Impulse
Leq AT dB(A) x 1/3 de Octava	ON	
L Max dB(A)	ON	
L Peak dB(A)	ON	
L Min dB(A)	ON	
L 10	ON	
L 90	ON	
Tiempo de evaluación	15 min	

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S

**Tabla 2.21 Evaluaciones de emisión de ambiental**

ITEM	Puntos de 15 min	
	Meter 1	Meter 2
Tiempo de registro	1 min	1 min
Curva de ponderación	A	A
Índice de intercambio	3 dB	5 dB
Respuesta	slow	Impulse
Leq AT dB(A) x 1/3 de Octava	ON	
L Max dB(A)	ON	

ITEM	Puntos de 15 min	
	Meter 1	Meter 2
L <sub>Peak</sub> dB(A)		ON
L <sub>Min</sub> dB(A)		ON
L <sub>10</sub>		ON
L <sub>90</sub>		ON

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S

El equipo para la medición es un cronometro integrador automático Tipo II, las mediciones se efectuaron aplicando un filtro de ponderación frecuencia (dB(A) y un filtro de ponderación temporal (Slow, repuesta, lenta), con micrófono desmontable y pantalla de viento, de acuerdo con las siguientes características (Ver Tabla 2.22).

**Tabla 2.22 Características del sonómetro**

Sonómetro	
Referencia	Descripción
Rango	40 – 100 dB
Respuesta	Slow – Impulso (para hallar valores del factor K)
Escala de Ponderación	A
Integración	1 s
Micrófono	Clase 2 desmontable con condensador preporalizado
Intervalo de temperatura	18 a 25 °C
Humedad de operación	20 a 80%
Dispositivo protector	Pantalla de viento

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S

Antes de efectuar las mediciones de ruido, se verifico el correcto funcionamiento del sonómetro, se utilizó un calibrador acústico con precisión tipo 1 para sonómetros con una frecuencia de salida de 1000 Hz y 114 dB, con una dispersión de menos del 1%

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Al finalizar la medición, se verificó la calibración del sonómetro, corroborando que la diferencia entre el ajuste inicial y la verificación final no fuera mayor que la precisión del equipo. Si por alguna circunstancia la diferencia fue mayor, se repitió la medición.

Es necesario que los certificados de calibración acústica y electrónica de sonómetro estén vigentes de acuerdo con los tiempos especificados en este protocolo. Se debe adjuntar copia de los mismos en el informe técnico.

➤ Procedimiento

Para este monitoreo se seleccionaron cinco (5) puntos de muestreo en el área de estudio. En cada uno de estos puntos, se llevaron a cabo, dos (2) mediciones durante un (1) día hábil y durante un (1) día no hábil. Las mediciones se realizaron en periodos previamente establecidos, en un horario diurno y nocturno.

Las lecturas se efectuaron a una altura aproximada de cuatro (4) metros sobre el piso y si existe fachadas, barreras o muros el punto se sitúa a una distancia de cuatro (4) m medidos horizontalmente desde el costado que las posea.

Cada proceso de medición se llevó a cabo por periodos de aproximadamente 15 minutos de captura de información para representar los niveles sonoros en el intervalo unitario de tiempo de medición que es de una (1) hora. En ese proceso de medición fue necesario tomar cinco (5) mediciones, cada una de ellas con distinta orientación del micrófono: norte, sur, este (oriente), oeste (occidente) y vertical hacia arriba.

➤ Procesamiento de la información

La información monitoreada en campo se descargó mediante el software especializado QuestSuite Professional; en el cual extraen los datos de medición para luego ser procesados en hojas de cálculo que permiten calcular los valores equivalentes para los horarios diurno y nocturno, y su respectivo análisis.

Para cada uno de los puntos de monitoreo evaluados se establecieron tablas con la información de los escenarios, descriptores de ruido y valores estadísticos de análisis (Ver Tabla 2.23 y Tabla 2.24).

**Tabla 2.23 Descriptores de ruido**

Id Escenario	Leq	Lmax	Lmin	Percentiles	Lpeak
--------------	-----	------	------	-------------	-------

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

				LN10	LN90	

Fuente. Laboratorios ASOAM S.A.S

**Tabla 2.24 Valores estadísticos de análisis**

Punto /Periodo	Leq/At	Max/At	L-I	L-S	S	C.V	E	Percentiles	
	Total	Total						L10- Total	L90- Total

Fuente: Laboratorios ASOAM S.A.S

➤ Cálculos

Al realizar las comparaciones con los límites máximos permisibles de ruido ambiental establecidos en el artículo 17 de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se calcularon los respectivos niveles de la siguiente manera:

- Cálculo del nivel sonoro continuo equivalente ponderado en escala A y con respuesta rápida (F) o respuesta por impulsos (I). Es el promedio logarítmico de los niveles obtenidos con la respuesta que se esté considerando en las cinco (5) posiciones del micrófono.
- Nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A para el período diurno. En general, para diferentes intervalos de tiempo, el nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A para el periodo diurno.
- Nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A para el período nocturno. En general, para diferentes intervalos de tiempo, el nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A para el periodo nocturno.
- Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido con filtro de ponderación A para el período diurno. En general, para diferentes intervalos de tiempo, el nivel de presión sonora continuo equivalente corregido con filtro de ponderación A para el periodo diurno.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido con filtro de ponderación A para el período nocturno. En general, para diferentes intervalos de tiempo, el nivel de presión sonora continuo equivalente corregido con filtro de ponderación A para el periodo nocturno (MINISTERIO DE AMBIENTE, Resolución 627, 2006).
- *Incertidumbre de la información*

El nivel de incertidumbre de la información del medio abiótico es aproximadamente del 6 %, que corresponde a la información secundaria que fue tomada de documentos de hasta 5 años de antigüedad, entre ellos los Planes de Ordenamiento Territorial, que no han sido actualizados; al igual que los POMCA, PORH y PUEEA. La confiabilidad de la información es mayor al 90 %, debido a que la mayor parte de la información es primaria, correspondiente al trabajo de campo, el cual fue realizado por profesionales del área ambiental, conforme a la metodología y protocolos establecidos previamente. Así mismo los resultados de laboratorios son altamente confiables ya que las empresas responsables acreditan experiencia en los temas abióticos y están debidamente acreditados por el IDEAM.

#### 2.3.2.2. Medio Biótico

Siguiendo los términos de referencia establecidos por la Resolución 0751 de 2015, se evalúa y define las necesidades de información requerida para dar cumplimiento a los términos en mención, para lo cual se elaboró el plan de trabajo de campo (cronograma) y sus metodologías.

- *Flora*
  - o Inventario de especies forestales

Se realizó el inventario forestal por cada cobertura vegetal identificada, estableciendo parcelas de muestreo, exceptuando aquellas coberturas en las que no se identificó componente arbóreo o arbustivo, es decir, los territorios industrializados, monocultivos, pastos limpios o enmalezados, zonas industriales, comerciales, redes de comunicación, zonas de extracción minera y/o afloramientos rocosos.

- ✓ Fase precampo

Se efectuó revisión de información secundaria de los ecosistemas terrestres ubicados en el área de influencia del proyecto, analizando su relación directa con el componente forestal, mediante las siguientes actividades:

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Convenio de Vialidad</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Recolección y revisión de información solicitada a las alcaldías de los municipios ubicados en el corredor vial del proyecto (Esquemas de ordenamiento territorial, Planes de desarrollo, Planes de Saneamiento ambiental y calidad del recurso hídrico, estudios locales recientes, etc.).
- Se consultó vía on line (páginas web) información del orden regional y nacional (Ministerio de Ambiente, Parques Nacionales, Corporación autónoma regional de Nariño) sobre ecosistemas de importancia estratégica ubicados en el área de influencia del proyecto.
- Recolección de información de estudios de diseños del proyecto a nivel de factibilidad (trazado del corredor vial, áreas de ZODMES, vías industriales, áreas fuentes de materiales, áreas campamentos, plantas de concretos y demás infraestructura asociada al proyecto).
- Diligenciamiento de formatos para levantamiento y recolección de información en campo.

Adicional a ello y previo al levantamiento de la información en campo, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Información base del proyecto: Tipo de actividad (construcción y ampliación), localización geográfica (Departamento, municipio, veredas, barrios, sector), áreas (influencia e intervención).
- Área y sitios claves para desarrollo de muestreos a partir de una visita previa; y con la ayuda de una fotografía aérea.
- Áreas a cartografiar de acuerdo a los términos de referencia.

Así mismo, se identificó las planchas IGAC a escala 1:25.000 y geodatabase base del IGAC a escala 1:100.000 que reposan en la base de datos del área cartográfica.

✓ Fase Campo

➤ Identificación de coberturas

Con la ayuda de cartográfica base asociada (red vial, poblaciones, red hidrografía) y la interpretación preliminar de coberturas, se realizó identificación de las áreas sujetas a verificación en la zona de estudio, confirmando la presencia del tipo de vegetación y las características de sus componentes.

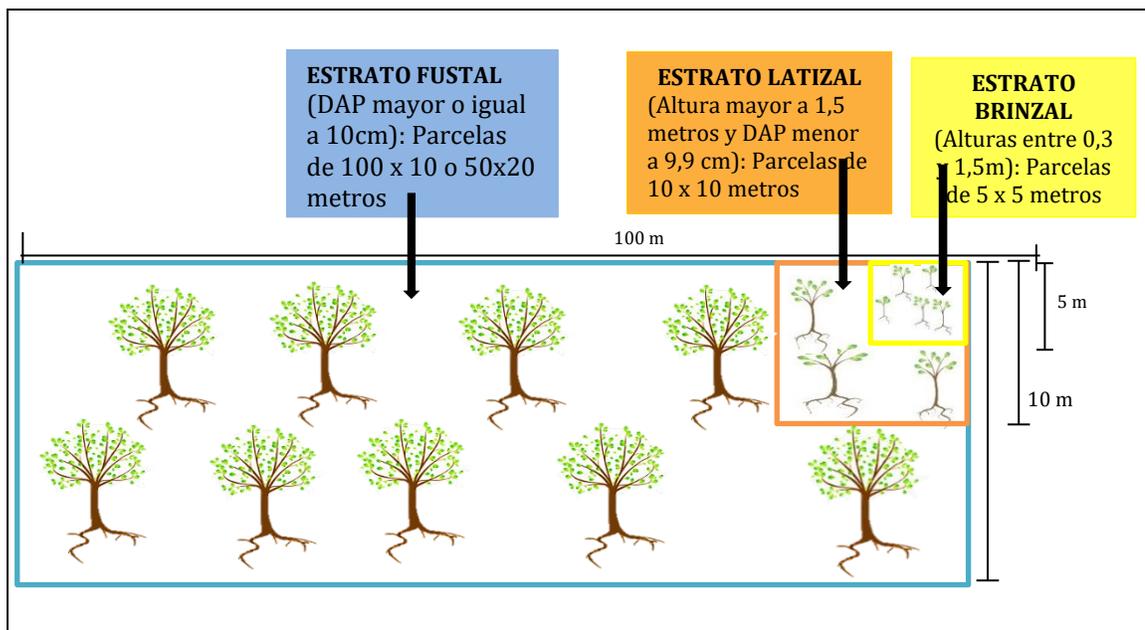
➤ composición florística

La determinación de la composición florística se llevó a cabo mediante recorridos de campo en transectos paralelos a la vía (margen izquierda y derecha), por las diferentes unidades funcionales y coberturas vegetales existentes (exceptuando las áreas urbanizadas).

➤ Metodología del inventario forestal en parcelas

Según lo establece la metodología de Gentry (1995), el inventario forestal se realizó mediante el establecimiento de parcelas según los tamaños de la vegetación existente, donde la determinación del tamaño de las unidades de muestreo dependió de factores como: el patrón espacial de distribución de los árboles, las categorías de tamaño de los individuos muestreados, la riqueza y la diversidad de especies de la vegetación evaluada (CRUZ, 2003).

En este sentido, el tamaño de las parcelas se realizó de acuerdo al estrato de los individuos forestales presentes, es decir, para especies de estrato fustal se establecieron parcelas de 100 x 10 metros, para especies en estado Latizal parcelas de 10 x 10 metros y para especies en estado Brinzal parcelas de 5 x 5 metros. En la Figura 2.2 se presenta la forma del establecimiento de las parcelas.



**Figura 2.2. Esquema de muestreo para la metodología de inventario rápido**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Para determinar el esfuerzo de muestreo o número de parcelas a establecer por cobertura vegetal inventariable, se utilizaron parámetros estadísticos según lo establece el Decreto 1791 de 1996, por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal. De esta manera, se determinó una probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%.

En este sentido, el muestreo estadístico constituye una herramienta básica para la recolección de la información, donde la forma de obtener el número de muestras requiere de un estudio piloto.

De esta manera, se podrán calcular algunas variables a partir de datos reales. En muchos casos, dichas variables se pueden obtener de estudios muy similares al objetivo del estudio a iniciarse (Mostacedo & Frederickse, 2000).

➤ Tipo de inventario realizado

Se considera que en un Inventario Simple al azar la distribución de la muestra es fundamental para lograr resultados confiables, donde una muestra pequeña bien distribuida es mucho más eficiente que una muestra de gran tamaño mal distribuido.

Para la realización del presente inventario forestal, se utilizó un muestreo aleatorio simple, el cual se describe a continuación:

Muestreo aleatorio simple: Para este tipo de diseño la muestra fue tomada directamente de la población, de acuerdo con los requisitos de aleatoriedad, dando cumplimiento a las leyes de la probabilidad, donde sus resultados presentaron una alta confiabilidad, siendo imparciales y consistentes.

En este sentido, para la selección de la muestra se dividió el área total efectiva del bosque en parcelas de muestreo de tamaño (a).

A cada unidad de la población de le asignó un número.

La muestra (n) se escogió al azar utilizando una tabla de números aleatorios.

Las fórmulas y datos para el cálculo de los parámetros, se desarrolló tal y como se relaciona a continuación:

Área del Bosque (A): Corresponde al área total bosque por unidad de cobertura, se encuentra expresada en hectáreas.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tamaño de la parcela (a): Para especies de estrato fustal se utilizarán parcelas de 100 x 10 metros (0,1ha), para las especies de estrato latizal se utilizarán parcelas de 10 x 10 metros y para especies del estrato brinzal se utilizarán parcelas de 5 x 5 metros.

Tamaño de la población (N): Se calcula utilizando el área del bosque en hectáreas (A) y el área o tamaño de las parcelas en hectáreas (a), como muestra la siguiente ecuación:

$$N = A/a$$

La muestra: Como se mencionó anteriormente debido a la extensión de las coberturas vegetales presente, solo se selecciona una parte de un conjunto denominado diseño muestral, que represente todo el universo. Todos los métodos de selección deben dar igual oportunidad de escogencia a cualquier individuo en una población.

Media (X): Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$X = \frac{\sum X_i}{n}$$

Dónde:

$X_i$  = Valor observado en unidad i-esima de la muestra  
 n = Número de unidades de la muestra (Tamaño de la muestra)

Desviación estándar (S): Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una muestra si esta en los próximos a la media o está diseminada. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n}{n - 1}}$$

Coefficiente de variación (CV%): Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media:

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Concesionario Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

$$CV = \frac{S}{X} * 100$$

Número de Muestras (n): El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente:

$$n = \frac{t^2 CV\%^2}{(\epsilon\%)^2 + \frac{t^2 CV\%^2}{N}}$$

Error de muestreo (Em): Expresa las probabilidades de que la media real se ubique dentro del error establecido, para este caso en particular el error debe ser menor de 15%.

$$Em = \frac{CV\%}{\sqrt{n}}$$

➤ Grado de Sociabilidad y Estructura Espacial

La estructura de las formaciones vegetales es la forma en que las especies se organizan en el espacio. Según GADOW & HI (1999) se puede describir la estructura de un rodal mediante la medida de ciertas características: posición o distribución espacial, diversidad y mezcla de especies, diferenciación tanto vertical como horizontal, etc.

Existen diferentes índices que describen cada una de las características de la estructura, entre ellos destacan por su utilidad aquellos de índole fitosociológica que calculan la abundancia-dominancia de las especies, la distribución espacial de los individuos, el modo de asociarse o sociabilidad, la diversidad y mezcla de especies, la densidad, la homogeneidad, la frecuencia, la estratificación, grado de vitalidad fertilidad, etc. El cálculo de estos parámetros resulta muy útil en la evaluación del tipo de estructura que presenta una formación vegetal y en la identificación de aquellas

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

especies que tienen un papel activo en la estructura de la formación, las cuales pasarán a formar parte de la fracción en el concepto de la base estructural de un hábitat.

Teniendo en cuenta lo anterior, para determinar el grado de sociabilidad y estructura espacial en cada una de las coberturas presentes en las unidades funcionales del proyecto se realizó la jerarquización en escala de valores utilizando los siguientes criterios:

Abundancia-dominancia:

- 5 Los individuos de la especie considerada cubre más del 75% de la parcela
- 4 Los individuos de la especie considerada cubre entre el 50%-75% de la parcela
- 3 Los individuos de la especie considerada cubre entre el 25%-50% de la parcela
- 2 Los individuos de la especie considerada cubre entre el 5%-25% de la parcela
- 1 Los individuos de la especie considerada cubre cerca del 5% de la parcela
- + Pocos individuos dispersos de la especie considerada
- r un sólo individuo de la especie considerada (se emplea para estudios dinámicos)

Sociabilidad:

- 5 Poblamiento casi puro en la parcela
- 4 En colonias, casi continuo
- 3 En manchas dispersas
- 2 En macollas o matojos
- 1 Individuos aislados

Los datos obtenidos de la jerarquización fueron establecidos en una tabla, donde se dio el valor correspondiente de grado sociabilidad y estructura espacial (Abundancia-Dominancia), según la distribución de las especies en las parcelas analizadas para cada cobertura vegetal identificada.

➤ Análisis de Regeneración natural

El análisis de regeneración natural permitió evaluar las condiciones en que se encuentran la recuperación de las principales especies identificadas en el área. Como regeneración natural se consideraron todos los individuos descendientes de plantas arbóreas entre 0,1 m de altura hasta el límite de diámetro establecido en el inventario.

En este sentido, los individuos tomados para el análisis se encuentran en los rangos establecidos por Hosokawa (1986), es decir, en tres categorías de tamaño así:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- I. de 0,1m a 0,99 m de altura
- II. de 1,0 a 1,9 m de altura
- III. de 2,0 m a 4,9 cm de DAP

➤ Levantamiento de información en campo

El levantamiento de información se realizó teniendo en cuenta la metodología de Álvarez *et al.* (2006), quien sugiere entre otras, la relación de la siguiente información:

- ✓ Localidad
- ✓ Coordenadas geográficas (WGS84) y planas (Magna Sirgas, origen Oeste)
- ✓ Altitud
- ✓ Cobertura vegetal de la zona
- ✓ Notas adicionales (Pendiente, la presencia o no de cuerpos de agua y otros)

La información recolectada se registró para todas las unidades de cobertura vegetal en las que se establecieron parcelas de muestreo.

Por su parte, la información del inventario de cada parcela fue registrada teniendo en cuenta variables como:

- ✓ Nombre común
- ✓ Nombre científico
- ✓ Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP)
- ✓ Altura (m)
- ✓ Altura de copa (m)
- ✓ Estado físico y fitosanitario
- ✓ Densidad de la copa

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10 Julio de 2017

	<b>INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS</b>	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

<b>PROYECTO:</b>		<b>Fecha:</b>
<b>Departamento:</b>	<b>Municipio:</b>	<b>Vereda:</b>
<b>Nombre del predio:</b>		<b>Propietario:</b>
<b>No. de parcela:</b>		<b>Coordenadas planas:</b>
<b>Responsable:</b>		<b>Baquiано:</b>

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
<b>Pendiente:</b>	<b>Orientación:</b>	<b>msnm:</b>
<b>Tipo de cobertura Vegetal:</b>		<b>Drenajes:</b>
<b>Superficie a aprovech. (has)</b>		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES	
			T	C		A	Me	E	B	R	M		

**Figura 2.1 Plantilla de recolección de información en campo**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

➤ **Colecta, preservación y movilización de material colectado**

El número de muestras colectadas, la preservación y movilización de las mismas se realizó teniendo en cuenta la resolución 1023 del 10 de agosto de 2015 por medio de la cual la autoridad de Licencias Ambientales ALNA otorga un permiso para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales. De igual manera, se tuvo en cuenta la metodología de muestreo de vegetación terrestre descritas por Álvarez *et al.* (2006), y la Guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo de *Votano et al.* (2004).

Las colectas fueron entregadas al herbario de la Universidad de Nariño, para su identificación.

➤ **Colección de muestra, Prensado y preservación del material vegetal**

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Las muestras colectadas fueron seleccionadas con el fin de tomar aquellas con presencia de flor y/o fruto.

El número de colectas correspondió a cuatro muestras de individuos por morfoespecie.



**Figura 2.3. Colección de muestras de vegetación terrestre**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

Para el almacenamiento de las muestras colectadas se utilizaron bolsas plásticas transparentes de 30 x 40 cm, donde se depositaron las mismas con el respectivo registro y código de colecta.

Posteriormente fueron prensadas con papel periódico hasta formar una pila de 30 cm de altura aproximadamente. Previo a la prensada se aplicó alcohol al 50% con el fin de conservar su estado natural. Luego se amarraron y nuevamente se les aplicó alcohol.

Seguidamente se depositaron en bolsas plásticas las cuales fueron selladas para para su posterior movilización. Todo material colectado se trasladó al herbario de la Universidad de Nariño para su identificación.



**Figura 2.4. Colección de muestras de vegetación terrestre**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

✓ Fase Poscampo

➤ Análisis de la información del inventario forestal

La información obtenida en campo fue registrada en la base de datos geográfica-GDB tanto para individuos como para parcelas, atendiendo la resolución 1415 de 2012 mediante la cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible actualiza y modifica el modelo de almacenamiento geográfico (Base de Datos Geográfica o GDB) contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010.

En este sentido, la información registrada corresponde entre otras, a la siguiente:

- ID campo
- Punto de referencia
- Tipo de cobertura
- Reino
- División
- Clase
- Familia
- Especie
- Nombre común
- Categoría CIT
- Categoría UICN
- Vedas
- IVI
- Usos

Por otra parte, y con el fin de organizar la información obtenida se tabularon los datos de individuos y especies identificadas teniendo en cuenta que:

- Número de individuos: Corresponde al total de los individuos de cada estrato inventariados en la zona de estudio.
- Número de especies y familias. Una vez identificadas las especies se determinó el número total de especies identificadas en el sitio de estudio, así como las familias taxonómicas en las cuales se agrupan.

➤ Estructura Horizontal

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Para determinar la estructura horizontal de la vegetación forestal identificada se tuvo en cuenta lo siguiente:

*Abundancia:* definida como el número de individuos por cada especie identificada en la zona de estudio.

*Abundancia absoluta:* relacionada como el número total de individuos por especie contabilizados en el inventario.

Aa = Número de individuos por especie

*Abundancia relativa:* es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.

Para el cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$Ar = Ai/At * 100$$

Dónde:

Ai = Número de individuos por especie

At = Número total de individuos en el área muestreada

*Dominancia:* Denominada también como el grado de cobertura de las especies o expansión horizontal, es la expresión del espacio ocupado por los individuos, la dominancia puede ser absoluta y relativa.

*Dominancia absoluta:* Definida por la suma de las áreas basales individuales, expresada en metros cuadrados.

*Dominancia relativa:* Dada por la relación entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies registradas en el inventario. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = Gi/Gt$$

Dónde:

Gt = Área basal total del muestreo, en metros cuadrados

*Frecuencia:* Corresponde al número de parcelas en las cuales se presentan individuos de una especie.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vías</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

*Frecuencia absoluta:* corresponde a la suma de las frecuencias de todas las especies presentes en el muestreo.

*Frecuencia relativa:* Dada por la frecuencia de una especie con referencia a la frecuencia total de todas las especies registradas en el inventario. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Fr = (Fs/Fa) * 100$$

Dónde:

Fs: Frecuencia absoluta de la especie

Fa: Frecuencia absoluta de todas las especies

#### ➤ Riqueza y Diversidad de especies

El cálculo de biodiversidad se realizó a partir de los índices de abundancia de los ecosistemas. De esta manera se pudo identificar la ubicación espacial de las diferentes especies, dentro de estos índices que serán utilizados en los análisis de vegetación terrestre tenemos:

Índice de Menhinick:

$$Dmn = S / \sqrt{N}$$

Índice de Margalef:

$$Dmg = S - 1 / \ln N$$

Dónde:

S= Número de especies

N= Número de individuos

Índice de Shannon - Weaver:

$$H = - \sum Pi \log_2 Pi$$

Dónde:

Pi = Proporción o probabilidad de la especie i respecto al total de individuos ni / N. La unidad de medida es el bit, siendo este la resolución de una alternativa de probabilidad.

Índice de Simpson:

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vías</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

$$D = \sum P_i^2 \quad \text{o} \quad D = \left( \frac{\sum [n_i(n_i-1)]}{N(N-1)} \right)$$

El índice de Simpson se utilizó para cuantificar la diversidad de especies a partir de la dominancia para el área inventariada, entendiéndose que cuanto menos sea la dominancia, la distribución será más equitativa.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

IVI: Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

➤ Estimativo de Volumen

La relación utilizada para el cálculo del volumen total y volumen comercial en los muestreos de vegetación terrestre fue:

$$V = AB(m^2) * H(m) * Ff * N$$

Dónde:

$$AB = \pi/4 * [DAP]^2$$

H=Altura Total o Altura comercial

Ff=Factor Forma (0,7)

N=Número de Fustes

○ Inventario de Epífitas

✓ Fase Precampo

A partir de la revisión de información de colecciones de referencia virtuales (Herbario Nacional Colombiano-COL, Neotropical Herbarium Specimens - The Field Museum , New York Botanical Garden y Tropicos - Missouri Botanical Garden), bases de datos nacionales e internacionales (CITES, UICN, SIB), corporaciones autónomas regionales, planes de ordenamiento territorial de los municipios y listados de especies regionales, se generó una lista preliminar de las especies epífitas posibles de identificar en el área de influencia del proyecto y su grado de vulnerabilidad.

✓ Fase Campo

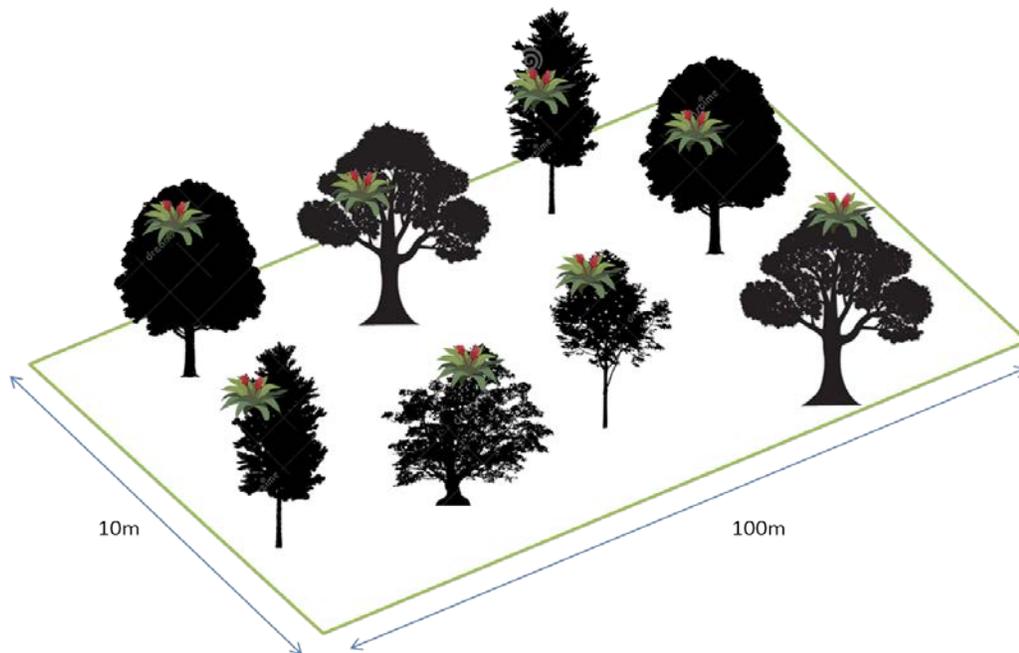
La fase de campo se llevó a cabo mediante el desarrollo de los siguientes muestreos:

➤ Selección de forófitos

Para la evaluación de epífitas tanto vasculares como no vasculares dentro de los forófitos se utilizó el protocolo de “Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas” (RRED-analysis) propuesto por Gradstein y colaboradores (2003).

De esta manera se realizó un muestreo sobre forófitos con un DAP mayor o igual a 10 cm ubicados dentro de parcelas previamente establecidas con dimensiones de 10 X 100 m o transectos según las necesidades del muestreo (Figura 2.52.5).

Una vez seleccionado el sitio de muestreo, se tomó de manera aleatoria un número mínimo de ocho (8) individuos por parcela, alejados el uno del otro.



**Figura 2.5. Esquema de las parcelas de caracterización de epífitas.**

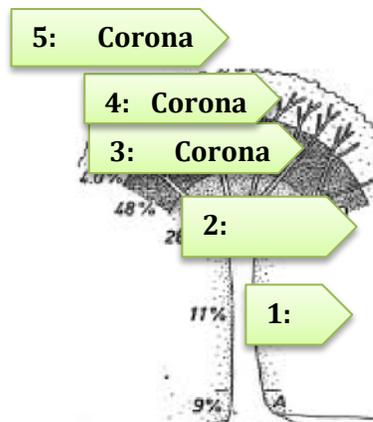
Fuente: [www.villareal.net](http://www.villareal.net), modificada por Géminis Consultores, 2016

Para dar inicio a la evaluación de las epífitas en cada forófito, se aplicó la propuesta de Johansson (1974) que sugiere dividir el forófito en cinco zonas (1: base, 2: tronco, 3: dosel interno, 4: dosel medio y 5: dosel externo) con el fin de establecer las preferencias de las especies con respecto a humedad, radiación solar y rangos de distribución vertical (Figura 2.62.6).

El número de individuos por especie identificadas, fue debidamente registrado en los formatos de campo, así como la forma de crecimiento y abundancia según la escala de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet (1979).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Así mismo se registraron características ecológicas relacionadas con las formas de crecimiento de musgos, hepáticas (Colchones, tepes, tapetes, formas solitarias) y líquenes (foliosos, fruticosos, crustáceos, dimórficos, gelatinosos, filamentosos, escamosos), tipo de organismo y abundancia, entre otros.



**Figura 2.6. Estratificación vertical del forófito.**

Fuente: Modificada de Johansson 1974

➤ Muestreo y recolección de especies de epifitas

Epifitas no vasculares

El procedimiento para el muestreo de epifitas consistió en identificar sobre la base y el tronco de los forófitos seleccionados, las morfoespecies.

La cobertura de briófitos y líquenes se midió utilizando una plantilla en acetato transparente de 20 x 20 cm, repasando cuatro veces con cuadrículas de 1 cm<sup>2</sup>, lo cual permitió contar el número de cuadros que ocupaba cada morfoespecie.

Esta plantilla de acetato se puso cuatro veces en cada una de las cuatro caras cardinales del árbol (Este, Oeste, Norte y Sur) buscando abarcar toda la periferia del hospedero. Cabe anotar que no se hicieron muestreos por encima de los dos metros de altura, dado que no hubo acceso al dosel, no obstante, para las epifitas no vasculares localizadas en las zonas más altas del forófito, se implementó el uso de binoculares y de cámara fotográfica con teleobjetivos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Después de identificar y medir la cobertura de cada morfoespecie en el hospedero, se tomó registro fotográfico, coordenadas de ubicación y se diligenció las planillas con la información correspondiente (Fotografía 2.82.8).



Identificación de morfoespecies



Medición del porcentaje de cobertura en el forófito

**Fotografía 2.8. Metodología de identificación y registro de epifitas no vasculares sobre forófitos.**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

La recolección de material vegetal se realizó removiendo parte del sustrato (corteza) donde los individuos prosperaban utilizando un machete o una navaja pequeña.

Posteriormente, las muestras fueron empaquetadas en bolsas de papel debidamente marcadas con los datos de localidad, número de colecta, número de forófito y tipo de epífita (Fotografía 2.9).

El secado del material se realizó a temperatura ambiente colocando las bolsas abiertas en un lugar fresco, seco y ventilado durante 8 días aproximadamente. Todas las muestras de las especies no vasculares fueron identificadas en laboratorio, por profesionales con experiencia reconocida en estos grupos.



**Fotografía 2.9. Metodología de colecta de epifitas no vasculares**

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

## Epifitas vasculares

Para el muestreo de epifitas vasculares, se registraron las especies presentes en el forófito, el número de individuos por especie y la zona del árbol donde se encontraban (según la estratificación vertical de Johansson (1974)).

Para estimar el número de individuos por especie, de las epífitas vasculares con reproducción clonal o vegetativa, se realizó un conteo del número de colonias o manchones de cada una de las especies, el cual no pudo ser minucioso debido a que no fue posible acceder los estratos más altos del forófito como las copas.

Las epífitas vasculares al alcance (hasta dos metros) fueron recolectadas de forma manual, removiéndolas suavemente, teniendo cuidado de no dañar los rizomas. Cuando las epifitas se encontraban en las partes altas del árbol, se utilizó una desjarretadera o corta ramas (Fotografía 2.10).

Los rasgos ecológicos como el porcentaje de cobertura y la preferencia sobre los diferentes tipos de hábitats (zonificación, base de tronco a dosel) se estudió según Cornelissen & Steege (1989). Para cada levantamiento, la estructura, la posición en el árbol, la composición de especies y la cobertura relativa fueron registradas según Wolf (1993).



**Fotografía 2.10. Metodología de colecta de epifitas vasculares**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Una vez recolectadas, las epifitas vasculares fueron etiquetadas y empacadas en bolsas de plástico transparente.

Las muestras fueron prensadas con ayuda de periódicos, alcoholizadas para su preservación y embaladas para su secado en herbario e identificación taxonómica por un profesional con reconocida experiencia en estos grupos taxonómicos.

Todo el proceso se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones de Hadlow (2004) y Villareal y colaboradores (2004), quienes indican que se debe procurar incluir en las colectas ejemplares con flores, frutos y partes vegetativas; los ejemplares además deben ser saludables y con al menos algunas hojas completamente expandidas.

A continuación, se describe los procedimientos mencionados:

**Colección de muestras en campo:** Para almacenar las muestras colectadas se utilizaron bolsas plásticas transparentes de 30 x 40 cm, calibre 2 (Fotografía 2.112.10), en las cuales se almacenó cada muestra con el registro de su respectivo código de colecta, incluyendo en una misma bolsa todos los duplicados de un mismo individuo. Todas las bolsas fueron almacenadas en un costal hasta el sitio más cercano, para poder llevar a cabo las actividades de prensado y preservación



**Fotografía 2.11. Colección de muestras de epifitas vasculares**

Fuente: Modificado de Votano *et al*, 2006.

**Prensado del material vegetal:** Con el fin de que las muestras botánicas se conservaran en las mejores condiciones, una vez colectado el material en campo, se procesaron el mismo día.

Las muestras se prensaron en hojas de papel periódico de formato 60 x 30 cm doblado por la mitad, se buscó acomodar la muestra en un plano, manteniendo hasta donde fueron posibles las características de la planta en vivo (Fotografía 2.12).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



**Fotografía 2.12. Montaje de muestras de epifitas vasculares colectadas en campo**

Fuente: Modificado de Votano *et al*, 2006.

**Alcoholizado, embalaje y transporte del material vegetal:** Una vez el material prensado, se realizaron paquetes de 20 cm de altura, los cuales se envolvieron con tres hojas dobles de papel periódico, de manera que uno de los lados del paquete de periódico en las que se encuentran las muestras se mantuviera descubierto.

Este paquete fue asegurado con un nudo en cruz lo más ajustado posible, posteriormente cada paquete fue llevado a una bolsa plástica de calibre cuatro, estos fueron empapados con abundante alcohol al 75% vertiéndolo por el lado descubierto de los paquetes, la bolsa con el material alcoholizado debió sellarse con doble nudo utilizando cuerda de nylon y con cinta industrial.

➤ Metodología para la caracterización de Litófitas y especies terrestres

Las especies de bromelias, orquídeas, briofitas y líquenes que fueron encontradas prosperando sobre el suelo, sobre cualquier sustrato diferente al de una corteza de árbol vivo (epífitas), se registraron mediante parcelas de 5 x 5 m.

Las parcelas fueron georreferenciadas, marcadas con un código y demarcadas mediante una cuerda. Aunque la mayor parte de las parcelas se ubicaron sobre los taludes, algunas de ellas fueron ubicadas dentro de las parcelas de caracterización forestal, de acuerdo a la existencia o no en ellas, de especies vedadas por la resolución 0213 con formas de vida diferentes a la epífita.

Dentro de cada parcela de 5 X 5 m, se identificaron todas y cada una de las especies de bromelias, orquídeas, briofitas y líquenes presentes, se contaron los individuos de las especies vasculares y se estimó el porcentaje de cobertura y la abundancia de las especies no vasculares.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los procedimientos de colecta de litófitas y especies terrestres fueron iguales que los descritos para epifitas.

Las litófitas no vasculares se removieron con un poco de su sustrato con ayuda de una navaja o machete. De igual modo, las especies vasculares que se encontraban muy alto, eran retiradas de los taludes por medio de la desjarretadera o corta ramas, teniendo cuidado de no dañar los rizomas (Fotografía 2.13).



Identificación de litófitas en taludes

Recolecta manual de litófitas

Recolecta de litófitas por medio de corta ramas

**Fotografía 2.13. Metodología de colecta de Litófitas sobre taludes**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

El material recolectado se determinó hasta el nivel taxonómico más detallado, según la calidad de la muestra (presencia o ausencia de caracteres taxonómicos vitales para la identificación y asignación de la especie a un clado particular infragenérico).

En lo que respecta a las plantas no vasculares se hizo uso de equipos de microscopia tales como un estereoscopio, un microscopio, equipo de disección, reactivos para líquenes crustáceos (Fotografía 2.14.). Sin embargo, cabe anotar que no todas las muestras botánicas de plantas no vasculares presentaron la totalidad de dichos caracteres, por lo tanto no todos los individuos pudieron ser identificados hasta el nivel de especie.

Una vez colectadas, las muestras botánicas de plantas vasculares fueron llevadas al horno de secado y luego determinadas hasta el nivel taxonómico posible con ayuda de colecciones de herbario, estereoscopio, lupa.

Se determinó el material vegetal a partir de claves taxonómicas provenientes de literatura especializada tales como: Bernecker (1999), Burghardt & Gradstein (2008), Chaparro & Aguirre (2002), Churchill & Linares (1995), Costa (2008), Feldberg & Heinrichs (2006), Fulford (1963, 1966), Gradstein (1994, 2001), Silva (2007), Uribe & Aguirre (1995, 1997) y Gradstein & Uribe & (2011), entre otros.



**Fotografía 2.14. Determinación taxonómica de las muestras, equipos y material de trabajo**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S

➤ Levantamiento de información

Para cada parcela de muestreo de epífitas se levantó información general de la zona, con el fin de facilitar el análisis desde la perspectiva de ecosistema, esta información correspondió a los siguientes datos:

- ✓ Número de parcela
- ✓ Localidad
- ✓ Coordenadas geográficas
- ✓ Altitud
- ✓ Cobertura de la zona
- ✓ Grado de intervención
- ✓ Notas adicionales (Pendiente, la presencia o no de cuerpos de agua y otros)

Una vez colectada la información general del sitio de muestreo para cada parcela, se levantó la siguiente información:

**Tabla 2.25 datos a registrar en parcelas de muestreo Epifitas.**

Individuos a registrar	Coberturas con componente forestal	Coberturas de afloramientos rocosos
Forófito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenadas de localización</li> <li>• Altura</li> <li>• DAP</li> <li>• Nombre común</li> <li>• Nombre científico</li> </ul>	

<b>Individuos a registrar</b>	<b>Coberturas con componente forestal</b>	<b>Coberturas de afloramientos rocosos</b>
Epífitas vasculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común o consecutivo de colecta</li> <li>• Nombre científico</li> <li>• Número de individuos</li> <li>• Unidad ecológica en el forófitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común o consecutivo de colecta</li> <li>• Nombre científico</li> <li>• Número de individuos</li> </ul>
Epífitas no vasculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común o consecutivo de colecta</li> <li>• Nombre científico</li> <li>• Unidad ecológica en el forófitos</li> <li>• Forma de vida</li> <li>• Tipo de crecimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común o consecutivo de colecta</li> <li>• Nombre científico</li> <li>• Forma de vida</li> <li>• Tipo de crecimiento</li> <li>• Cobertura en porcentaje</li> </ul>

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

➤ **Colecta, movilización y preservación**

Para la adecuada identificación taxonómica de las epífitas vasculares y no vasculares se realizó observación detallada con lupa y registro fotográfico.

En los casos en los que fue necesario realizar colecta de individuos de epífitas, se realizó el siguiente procedimiento:

**Colecta Epífitas Vasculares**

Para la adecuada identificación taxonómica de las epífitas vasculares, se realizó colectas de individuos presentes en cada parcela vertical.

La identificación en campo se llevó hasta morfoespecie, es decir, empleando caracteres morfológicos que indican que un grupo de individuos pertenece al mismo tipo de especie.

Para las colectas se emplearon baja-ramas, tijeras podadoras y otras técnicas propias de cada grupo (bromelias, orquídeas, etc).

**Colecta Epífitas No Vasculares**

Las epífitas no vasculares fueron clasificadas hasta morfoespecie.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

La colecta se realizó empleando cincel (para las formas crustosas sobre roca) y navajas.

Posteriormente, se determinó hasta la máxima categoría posible por medio de la observación detallada al estereoscopio y registro fotográfico.

#### Preservación

Para los individuos de epífitas vasculares del grupo de bromelias colectadas, se utilizaron parámetros de colecta de vegetación terrestre, sin embargo, la sección de tejido vegetal a coleccionar correspondió a dos hojas del exterior y dos hojas del interior de la bromelia.

Se colectó un máximo de 4 muestras botánicas por morfo especie dando cumplimiento a la Resolución de colecta 1023/2015.

Para los individuos de epífitas no vasculares, se realizó un raspado sobre el área ocupada por cada especie evitando el daño de las estructuras morfológicas de las mismas. Cada muestra se guardará en bolsas de papel kraft rotuladas con un consecutivo, selladas con cinta de enmascarar dejando una cantidad moderada de aire en su interior.

#### Movilización

Para la movilización de las muestras colectadas de epífitas vasculares y no vasculares se utilizaron bolsas de papel.

Las epífitas colectadas en bolsas de papel kraft se almacenaron de manera conjunta en una bolsa transparente.

De esta manera fueron llevadas al herbario de la Universidad de Nariño, para su descarte o inclusión en colecciones.

La información obtenida en campo para el muestreo de epífitas fue digitalizada en Excel, en el cual se llevó a cabo el análisis de datos para determinar los principales parámetros que definen el estado ecológico de epífitas, basadas en los evaluados por Alzate et al. (2000).

Para las unidades ecológicas se calculó la abundancia relativa (Ar), para cada estrato y parcelas se calculó la frecuencia relativa por cada parcela (FrP).

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Complemento Vial</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Para la descripción cualitativa de la diversidad de epífitas se generaron gráficas sobre resultados porcentuales de la composición.

Con el fin de determinar la diversidad de epífitas se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (Krebs 1998), teniendo en cuenta la abundancia relativa de cada grupo de individuos.

En cuanto a la cuantificación de la similitud florística cualitativa en el estudio, se tomó el coeficiente de similitud de Jaccard y Sorensen, los cuales están basados en la presencia/ ausencia de especies (Krebs 1998).

✓ Fase Poscampo

➤ Análisis de la Información para Inventario de Epífitas

La información obtenida en campo para el muestreo de epífitas fue digitalizada en el programa Excel, en el cual se llevó a cabo el análisis de datos para determinar los principales parámetros que definen el estado ecológico de epífitas en el área de estudio, los cuales se basan en los evaluados por Alzate, *et al* (2000).

Para la comunidad de epífitas se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) a partir de los siguientes parámetros:

$$IVI = FRE + FRT + Ar$$

Dónde:

FrE= (No. de unidades ecológicas donde se encontró la especie/número total de estratos)\*100

FrP= (No. de parcelas donde se encontró la especie/No. total de parcelas)\*100

Ar= (No. de individuos de la especie/ No. de individuos totales)\*100

Para las unidades ecológicas se calculó la abundancia relativa (Ar) para cada estrato y para las parcelas se calculó la frecuencia relativa por cada parcela (FrP).

Para la descripción cualitativa de la diversidad de epífitas se generaron gráficas sobre resultados porcentuales de la composición.

Con el fin de determinar la diversidad de epífitas se calculó los índices de diversidad de Shannon-Wiener (Krebs 1998), que toma en cuenta la abundancia relativa de cada grupo de individuos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

En cuanto a la cuantificación de la similitud florística cualitativa en el estudio, se tomó el coeficiente de similitud de Jaccard y Sorensen, los cuales están basados en la presencia/ ausencia de especies (Krebs 1998).

➤ Metodología de levantamiento de información para composición florística

La determinación de la composición florística se llevó a cabo mediante recorridos de campo en transectos lineales paralelos a la vía, dentro del área de intervención, exceptuando los territorios artificializados.

El área de intervención se determinó de acuerdo al derecho de vía y los chaflanes establecidos en el diseño del proyecto.

La longitud del transectos fue el mismo del corredor vial.

- *Metodología de levantamiento de información para los principales usos de las especies.*

Se realizó el levantamiento de información secundaria de los principales usos de las especies forestales posibles a identificar en el corredor vial, que permitiera formular una encuesta semiestructurada.

- *Metodologías para levantamiento de VEDAS*

✓ Fase Precampo

Se realizó la revisión de información secundaria de las VEDAS establecidas a nivel Nacional, Regional, CITES, UICN y principalmente las establecidas en la Resolución 192 de 2014 y al acuerdo 0316 de 1974.

✓ Fase Campo

Especies forestales:

Para el caso de especies forestales se realizó identificación del 100% de los individuos ubicados en el área de intervención, durante este proceso se registraron parámetros de altura, DAP y estado fitosanitario del total de los árboles de estratos fustal, Latizal y Brinzal.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

– *Metodología para Colecta de especímenes de forestales y de ecosistemas terrestres:*

La colecta de especímenes forestales y de epifitas se realizó teniendo en cuenta la resolución 1023 del 20 de Agosto de 2015 por medio de la cual La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA “*otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones*” a empresa GÉMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S”.

✓ Fase Campo

Con el fin de determinar las especies forestales con alto valor ecológico, comercial y cultural para las comunidades ubicadas en el área de influencia directa del corredor vial, según establece la resolución 0751 de 2015: “*Describir los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor Importancia*”, se utilizó como metodología la aplicación de entrevistas semi-estructuradas, identificando 8 usos principales.

Estos usos se determinaron dadas las características de intervención antropogénica.

Para efectos de análisis de información, se realizó una aproximación de las categorías de uso, de acuerdo a la clasificación de la FAO, (2003).

Los principales usos evaluados fueron: Alimento, Medicinal, Domestico, Industrial, Medicinal, Ornamental y Cerca viva.

✓ Fase Poscampo

La información recolectada en la fase de campo fue digitalizada en un formato Excel y almacenada en la geodatabase GBD, además de realizar su respectivo análisis.



 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Convenio de Vialidad</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Los valores de conectividad oscilarán entre 0 y 1 (los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico). Para su especialización y valoración se empleará el Modulo A. Preparación de Datos, de la herramienta denominada Mapeo de Fórmulas Equivalentes - Ma.F.E. v 1.01 (León et al, 2010) para ArcGIS 9.3.

La identificación de rareza, la representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional, se realizó de acuerdo con el listado nacional de tasas de compensación por pérdida de biodiversidad.

Así mismo se identificaron, delimitaron y describieron las áreas naturales protegidas, iniciativas de conservación/protección públicas o privadas, suelos de protección, áreas con régimen de protección internacional, entre otras presentes en el área de influencia.

o Fauna

Para la caracterización de la fauna se realizaron muestreos de los grupos faunísticos más representativos, así como de sus hábitats según cada tipo de cobertura presente en los sitios de desarrollo del proyecto.

El trabajo se desarrolló en tres momentos; Fase de pre campo, fase de campo y fase de post campo.

✓ Fase precampo

En primera instancia en fase de pre campo se realizó una revisión bibliográfica de los diferentes grupos faunísticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) con el fin de obtener información de las especies reportadas para la región, comprendiendo rangos altitudinales entre los 1700 y los 3100 m.s.n.m.

En esta fase se realizó la recopilación de información secundaria, la cual se llevó a cabo por medio de la revisión de literatura científica encontrada en las bases de datos de diferentes revistas y bases informáticas científicas como el Sistema de información de la biodiversidad (SIB), Sistemas de información científica (EBSCOhost, ScienceDirect y REDALYC), Acta biológica Colombiana (SCIELO), entre otras revistas de importancia biológica. Así mismo se realizó consulta de las publicaciones de los museos naturales en el país y de los catálogos y colecciones científicas en línea como la de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Nariño y demás publicaciones especializadas para cada grupo faunístico.

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía de Vías</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

Para determinar las especies potenciales de anfibios se trabajo la información recopilada de listas actualizadas de anfibios para Colombia (Ruiz-Carranza, 1996; Acosta-Galvis A. , 2000; Acosta-Galvis A. R., 2012; Acosta-Galvis, 2013), y las bases de datos electrónicas como la del Sistema Nacional de Biodiversidad para Colombia (SIB, 2015), La lista de anfibios de Colombia (Acosta-Galvis A. R., 2016), la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2015), entre otros, se identificó para la zona de estudio la posible presencia de 21 especies de Anfibios, todas pertenecientes al orden Anura lo que representa cerca del 3% de las especies registradas a nivel nacional.

Para determinar las especies potenciales de reptiles se utilizo las listas actualizadas para Reptiles de Colombia (Castaño-Mora, 2002; Cardona Cogollo & Urbina Cardona, 2008; Castaño , Cardenas , & Castro - Herrera, 2002), entre otros y de las bases de datos electrónicas como la del Sistema Nacional de Biodiversidad para Colombia (SIB, 2015), la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2015), la base de datos de reptiles (Uetz P. &, 2015), se filtró las especies de presencia potencial en el área de influencia proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo Pedregal - Catambuco

Para determinar las especies potenciales de aves se elaboró un listado que permita conocer la diversidad de las especies presentes en el área de influencia y poder evaluar los impactos ambientales que las obras del proyecto podrían generar sobre la misma. En cuanto a la avifauna del proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo Pedregal - Catambuco, se logró compilar información secundaria de investigaciones realizadas por la entidad ambiental regional (Corponariño) y la asociación GAICA desde el año 2009, en lugares cercanos al área de influencia del proyecto. De manera complementaria se analizó la Información obtenida en el Checklist de la avifauna del departamento de Nariño (Calderón, 2011)

Para determinar las especies potenciales de mamíferos se evaluaron principalmente de dos trabajos documentados por: (Ramírez-Chaves & Noguera Urbano, 2010) y (Solari S., 2013.) El primer trabajo data un listado de especies de mamíferos para el departamento de Nariño, y el segundo trabajo incluye un estudio actualizado de distribución de especies de mamíferos de Colombia. Estos estudios son producto de la recopilación de información disponible en museos naturales de Colombia, expediciones y trabajo de campo especializado. A partir de estas revisiones bibliográficas, se presume que probablemente para el área de influencia esté el 16,3% del total de especies registradas en Colombia y el 40,6% del total de especies registradas para Nariño. En cuanto a mamíferos no voladores se registra 46 especies representando el 18% de las 255 reportadas para Colombia; en tanto que para mamíferos voladores se registra 28 especies de las 198 reportadas para Colombia representando el 14% de estas. La conformación jerárquica de las especies de mamíferos documentadas está compuesta por: diez órdenes, 23 familias, 57 géneros

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

y 74 especies. Dentro de los grupos de mastofauna probable en área de influencia, los más abundantes son los quirópteros (28 especies) seguidos de los roedores (17 especies) y carnívora (14 especies).

➤ Reporte Tremarctos

Adicionalmente se tuvo en cuenta el reporte Tremarctos 3.0 (reporte del 21 de marzo de 2016) generado por Conservación Internacional - Colombia con el apoyo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Contraloría General de la República y la Embajada del Reino de los Países Bajos.

Prestando atención a las especies faunísticas con algún grado de amenazada, se consultó en los libros rojos de especies amenazadas ( (Rueda Almonacid J.V., 2004; Castaño-Mora, 2002; Renjifo, 2014; Rodríguez-M., 2006), en la resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS 2014), en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN y en las especies enlistadas en los apéndices CITES.

La caracterización de la fauna silvestre se realizó en fase de campo, mediante muestreos de los grupos faunísticos más representativos (Anfibios, Reptiles Aves, Mamíferos) aplicando los lineamientos metodológicos pertinentes para cada grupo, teniendo en cuenta las técnicas sugeridas en la guía Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (ZAPATA P., Jorge., Amanda., & (Textos)., 2010) y bajo permiso de investigación ANLA Resolución 1023 del 20 de agosto de 2015.

Selección de puntos de muestreo

Para la selección de los sitios de muestreo y para efectos del análisis de las comunidades de fauna asociada a la zona de estudio, se trabajaron las diferentes unidades de cobertura vegetal identificadas en el área de influencia teniendo en cuenta la movilidad de la fauna tanto horizontal como verticalmente y sus preferencias del hábitat y microhábitat. (Ver Tabla 2.26.)

**Tabla 2.26 Coberturas para muestreo por unidad funcional**

Unidad funcional	Tamaño	Aguas continentales	Bosques y Áreas Seminaturales	Territorios Artificializados	Territorios agrícolas
UF4	Área (ha)	20,890077	157,597081	79,914489	488,633035
	%	2,79639989	21,096354	10,6975608	65,4096854

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015		
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10		Julio de 2017

UF5	Área (ha)		31,949316	77,543882	1077,08805
	%		2,6925519	6,53506719	90,7723808

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S.)

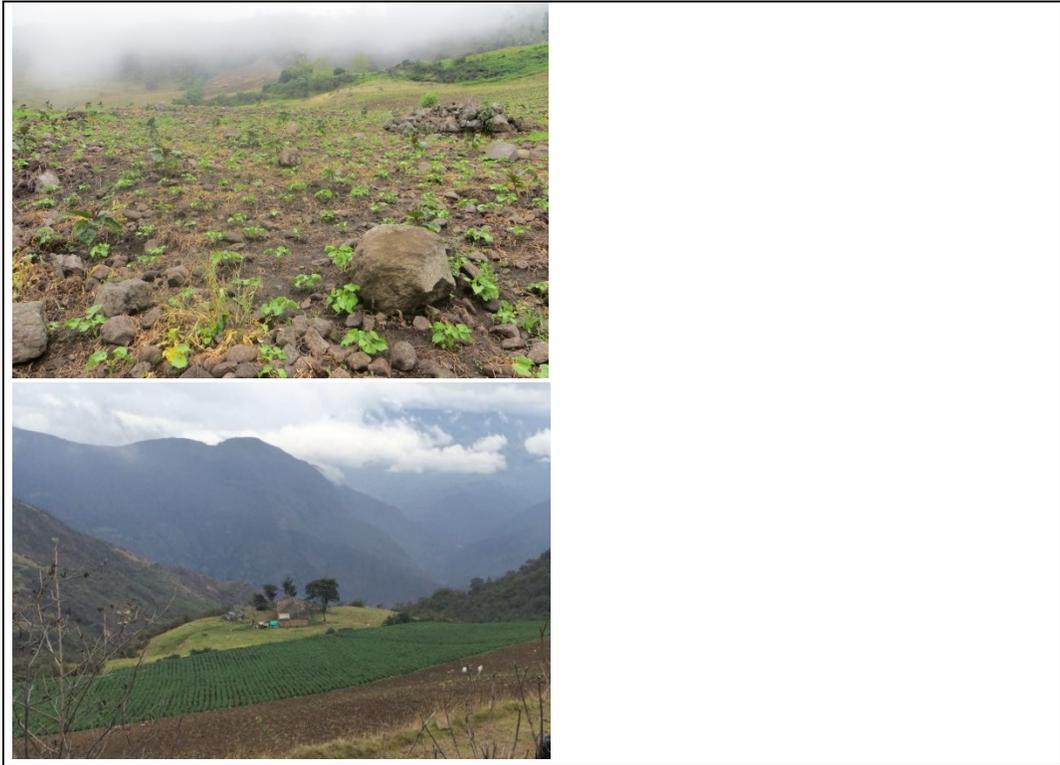
En la Fotografía 2.15, Fotografía 2.16 y Fotografía 2.17, se observan algunos ejemplos de las coberturas trabajadas en la zona y los aspectos generales del paisaje en algunos de los sitios de muestreo.



**Fotografía 2.15 Territorios artificializados (AAN)**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

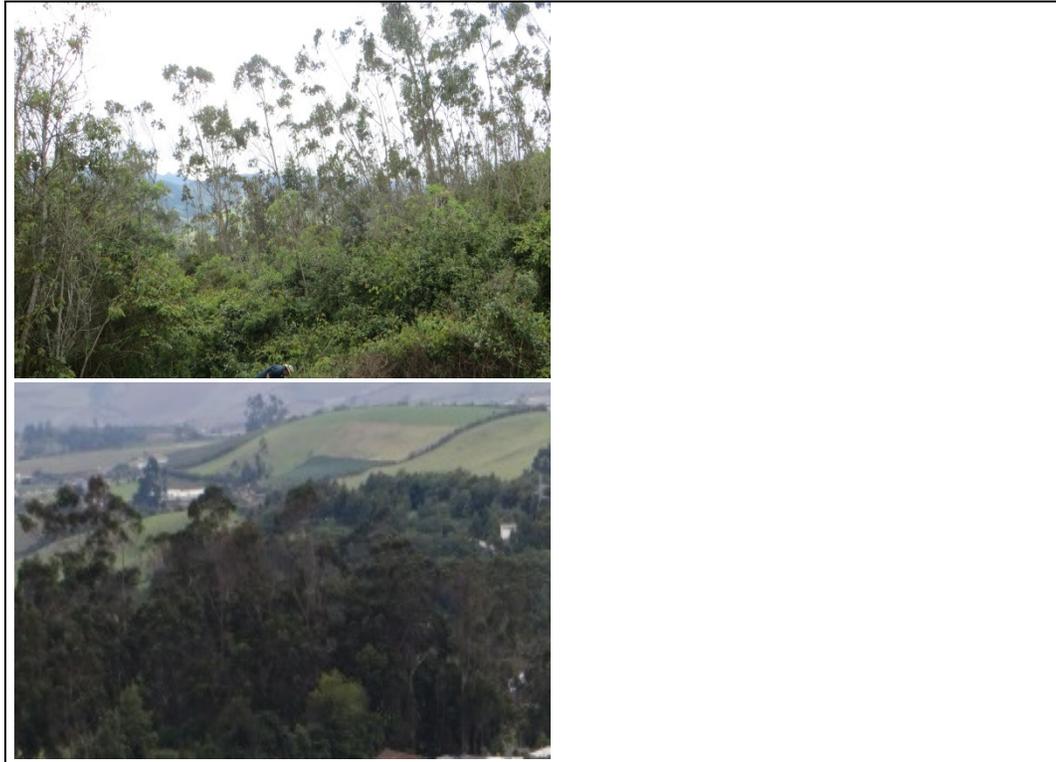
			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
<p>CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9</p>		<p>Versión 10</p>	<p>Julio de 2017</p>



**Fotografía 2.16. Territorios agrícolas (AAB)**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



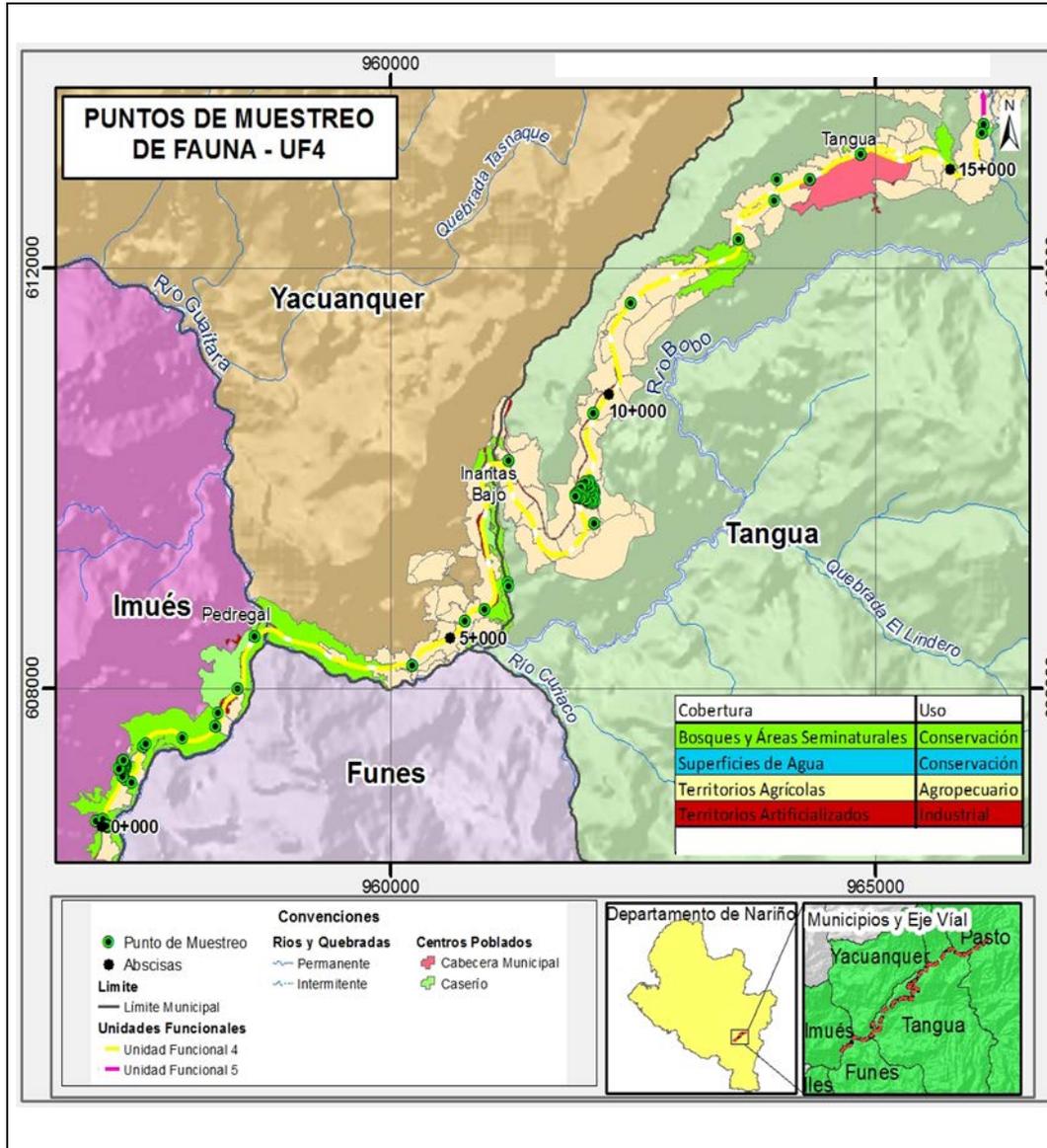
**Fotografía 2.17. Bosques y áreas Seminaturales (AME)**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

Teniendo en cuenta que la cobertura mas representativa para ambas unidades funcionales fue los territorios agrícolas con un 66% de representatividad del área para la UF4 y un 90% para la UF5, la selección de los puntos de muestreo se hizo buscando aquellas áreas de bosques y zonas seminaturales puesto que brindan mas recursos alimenticios y de refugio para la fauna; en estos puntos eran instaladas las trampas y redes para capturar los individuos, en cuanto a los transectos de observación y búsqueda de individuos se realizaban intentando abarcar la mayor parte del área de la unidad funcional. A continuación, se pueden observar los puntos trabajados.

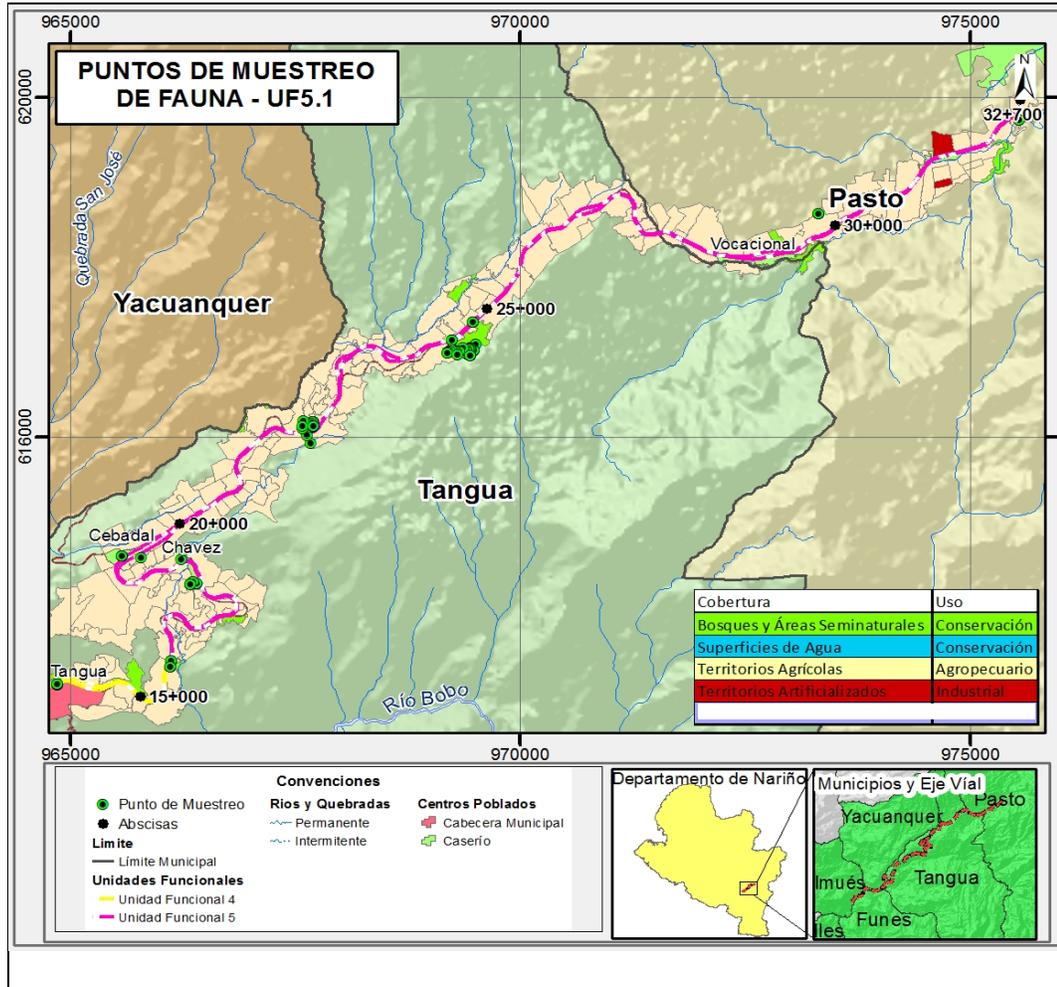
- Puntos de muestreo

En las Figura 2.8. y Figura 2.9. se muestran los puntos de muestreo trabajados para el monitoreo de fauna, en el área de de influencia del proyecto vial unidades funcionales UF4 y UF5.



**Figura 2.8. Mapa de cobertura vegetal, uso actual del suelo con la distribución de especies faunísticas en el sector Pedregal- Catambuco, unidad funcional UF4. Puntos de Muestreo**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)



**Figura 2.9 Mapa de cobertura vegetal, uso actual del suelo con la distribución de especies faunísticas en el sector Pedregal - Catambuco, unidad funcional UF5. Puntos de muestreo**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

A continuación, se describen los puntos de muestreo trabajados para el monitoreo de fauna, en el área de de influencia del proyecto vial, unidades funcionales UF4 y UF5.

➤ Unidad funcional cuatro (UF 4)

Los muestreos en la unidad funcional cuatro (UF 4) se realizaron en la vereda Tablón Obraje del corregimiento Villa Cruz, Municipio de Tangua, el área se encuentra a poca distancia del peaje municipal; los puntos de muestreo de las comunidades faunísticas se distribuyeron por todo el área de los predios aledaños a la avícola Pollos Rio a una altitud de 2154msnm, intentando abarcar las diferentes coberturas vegetales y hábitats del área (Fotografía 2.18).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
		Julio de 2017	



Fotografía 2.18 Panorámica zona de estudio punto de muestreo UF4, tramo Pedregal - Catambuco. Coordenadas (1.068251; -77.418839)

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

En la vereda Tablón Obraje se presentan dos periodos de lluvias al año entre marzo - mayo y octubre - noviembre y la temperatura promedio del área son 13°C (Plan de ordenamiento territorial Municipio de Tangua- Marco referencial y contextual, 2008). El área específica de muestreo y su área de influencia se caracterizan por tener un relieve ondulado a fuertemente ondulado y en zonas aledañas fuertemente quebrado y escarpado, el suelo es erosionado y tiene baja fertilidad y el subsuelo tiene capacidad regular para la retención de humedad y una permeabilidad moderadamente rápida (Plan de ordenamiento territorial Municipio de Tangua- Marco referencial y contextual, 2008).

En la zona de monitoreo la cobertura vegetal corresponde a un relicto de Bosque seco Montano Bajo (bs- MB) según el sistema de clasificación de Holdridge, esta área está altamente intervenida sin embargo se observan algunos individuos de árboles comúnmente conocidos como chilco, lechero, codillo y guarango, la actividad que se desarrolla directamente sobre esta zona es la extracción maderera en la que también se talan especies no nativas como los eucaliptos (Alcaldía Municipal de Tangua, 2008).

Las coberturas que se trabajaron en la unidad funcional número cuatro (UF4) presentaron la Mayor proporción para los territorios agrícolas con un 65% del área, seguidos de los bosques y áreas seminaturales con un 21% y por último los territorios artificializados con un 10 % del área, las aguas continentales presentaron un 2.7%. ver

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Compañía Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tabla 2.27. La descripción detallada de cada una de las coberturas trabajadas se puede detallar en el numeral 5.2.1.1 Ecosistemas continentales, coberturas de la tierra, sin embargo a continuación se presenta una breve descripción de cada una.

**Tabla 2.27 Proporción y área de Coberturas, unidad funcional cuatro (UF 4)**

Unidad funcional	Tamaño	Aguas continentales	Bosques y Áreas Seminaturales	Territorios Artificializados	Territorios agrícolas
UF4	Área (ha)	20,890077	157,597081	79,914489	488,633035
	%	2,79639989	21,096354	10,6975608	65,4096854

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

- **Bosques y Áreas Seminaturales:** Esta cobertura vegetal tiene fines de protección, conservación y extracción, su relevancia radica en la fijación de suelos, en especial los de ladera, la conservación y protección de fuentes hídricas y la regulación de la escorrentía de quebradas y ríos. Algunas especies vegetales encontradas en esta área son las comúnmente conocidas como: Encenillo, La Fragua, Motilón, Sindaya, Pelotillo, chaquilulo, moquillo y cerote. También se encuentran bosques plantados con fines de protección y producción, en los que se encuentran eucaliptos y pinos que se emplean para extracción maderera con fines comerciales y energéticos como combustible, no existe un estrato arbustivo y herbáceo muy bien definido (Plan de desarrollo 2012-2015 Municipio de Tangua, 2012), Ver panorámica de las principales coberturas (Fotografía 2.19).
- **Territorios agrícolas:** Corresponden a la vegetación empleada en el sector agropecuario como papa que continuamente se encuentra en rotación con pastos, y cultivos de haba, zanahoria o ullocos entre otros. (Plan de desarrollo 2012-2015 Municipio de Tangua, 2012). Ver panorámica de las principales coberturas (Fotografía 2.19).
- **Territorios Artificializados:** Corresponden a todas las zonas urbanizadas, industriales o comerciales, redes de comunicación, áreas de extracción minera, escombreras y todos aquellos suelos verdes artificializadas, no agrícolas. Ver panorámica de las principales coberturas (Fotografía 2.19).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017



Fotografía 2.19 Panorámica de las principales coberturas de la zona de estudio, punto de muestreo UF4. Coordenadas (1.068304; -77.417643)

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

#### Unidad funcional cinco (UF 5.1)

Los muestreos en la unidad funcional cinco (UF 5.1) se realizaron en la finca Llano grande de las veredas Marqueza Alta y predios ubicados en la vereda Marqueza Bajo, corregimiento Nuevo Horizonte, Municipio de Tangua; toda el área de muestreo se encuentra en una distribución altitudinal de 2575 a 3183 msnm sobre la cordillera de los Andes y cerca del área de influencia del Santuario de Flora y Fauna Galeras (Plan de desarrollo 2012-2015 Municipio de Tangua, 2012) (Ver Fotografía 2.20).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



Fotografía 2.20 Panorámica proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo Pedregal - Catambuco, zona de estudio punto de muestreo UF5. Coordenadas (1,132397; -77,352368)

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

El relieve y la conformación del suelo definen entre muchos factores, la cobertura vegetal, la capacidad y el potencial agropecuario y la posibilidad de permitir el establecimiento de asentamientos humanos. El área de estudio se encuentra en un relieve donde se destacan laderas, taludes y escarpes con diferentes pendientes, materiales rocosos y variedad de vegetación su origen tiene gran influencia tectónica y volcánica en la contribución de la formación de suelos gracias a las cenizas volcánicas depositadas sobre rocas ígneas. Cerca de la zona de muestreo la quebrada la marquesa y la magdalena se emplean como fuente de abastecimiento y captación del recurso hídrico para suplir las necesidades de los habitantes, (Plan de ordenamiento territorial Municipio de Tangua- Marco referencial y contextual, 2008). En la zona circundante se presenta en promedio una precipitación anual de 1200mm, con dos periodos lluviosos en el año entre marzo a mayo y octubre a noviembre, la temperatura promedio es de 13°C en el rango altitudinal de 2000 a 3000 msnm que corresponde al clima frío y de 8°C de 3000 a 3700 de que corresponde al clima de páramo bajo, las condiciones generadas repercuten en la evotranspiración y producen adicionalmente un ambiente húmedo (Alcaldía Municipal de Tangua, 2008).

Los puntos de muestreo trabajados se distribuyeron por toda el área de la finca Llano grande y los sectores aledaños, intentando abarcar las diferentes coberturas vegetales típicas de la zona que corresponden a Bosque Andino el cual según el sistema de

clasificación de Holdridge está definido como Bosque húmedo Montano Bajo (bh- MB), (ver Fotografía 2.21).

Las coberturas que se trabajaron en la unidad funcional número Cinco (UF 5.1) presentaron la mayor proporción para los territorios agrícolas con un 85.4% del área, seguidos por los territorios artificializados con un 13.2% y por último los bosques y áreas seminaturales con un 1.4%, ver Tabla 2.28. La descripción de cada una de las coberturas trabajadas es similar que para la unidad funcional cuatro (UF 4), igualmente se pueden detallar en el numeral 5.2.1.1 Ecosistemas continentales, coberturas de la tierra. Aunque hay que resaltar la mayor proporción de áreas con vocación de territorios agrícolas.

**Tabla 2.28 Proporción y área de Coberturas, unidad funcional cinco (UF 5.1)**

Unidad funcional	Tamaño	Aguas continentales	Bosques y Áreas Seminaturales	Territorios Artificializados	Territorios agrícolas
UF5	Área (ha)		31,949316	77,543882	1077,08805
	%		2,6925519	6,53506719	90,7723808

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)



Fotografía 2.21 Panorámica de las principales coberturas de la zona de estudio, punto de muestreo UF5. Tramo Pedregal - Catambuco, Coordenadas (1,132397; - 77,352368)

Fuente (Géminis Consultores Ambientales)

Puntos de muestreo encuestas

A continuación, en la Tabla 2.29 se pueden apreciar las encuestas aplicadas a los habitantes de las diferentes veredas y corregimientos que hacen parte de las unidades funcionales trabajadas del corredor vial Rumichaca - Pasto, para cada uno de los grupos faunísticos (Avifauna, Mastofauna y Herpetofauna) (Ver anexo 5.2.4.)

**Tabla 2.29 Distribución geográfica de las encuestas aplicadas en cada municipio que hace parte del área de la UF 4 UF 5.1**

UF	Encuesta	Municipio	Corregimiento	Vereda	Coordenada		Altitud
					Norte	Oeste	
UF 4	AV-UF4 001 HE-UF4 001 MA-UF4 001	Yacuanquer	-	Inantas bajo	N01 03 11.4	W77°26'05.4	X
	AV-UF4 002 HE-UF4 002 MA-UF4 002	Tangua	Villa Cruz	El Tablon Obraje	N01 04 14.9	W77 25 33.3	X
	AV-UF4 003 HE-UF4 003 MA-UF4 003	Imues		Pedregal	N1 02 25.5	W77 26 55.6	1822 m
	AV-UF4 004 HE-UF4 004 MA-UF4 004	Yacuanquer	-	Inantas bajo	N1 03 25.2	W77 25 47.8	1855 m
	AV-UF4 005 HE-UF4 005 MA-UF4 005	Tangua	Panamericano	Tablón de Obraje	N1 04 29.4	W77 25 05.2	2229 m

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Ust <b>Unión del Sur</b>	 <b>Sacyr</b> Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

UF	Encuesta	Municipio	Corregimiento	Vereda	Coordenada		Altitud
					Norte	Oeste	
UF 5	AV-UF4 006 HE-UF4 006 MA-UF4 006	Tangua	Panamericano	Tablón de Obraje	N1 05 23.5	W77 24 16.6	2376 m
	AV-UF4 007 HE-UF4 007 MA-UF4 007	Tangua	Casco urbano	Barrio Corazón de Jesús	N1 05 41.9	W77 23 52.8	2431 m
	AV-UF4 008 HE-UF4 008 MA-UF4 008	Tangua	Casco urbano	Barrio Fatima	N1 05 49.7	W77 23 35.9	2461 m
	AV-UF5.1 001 HE-UF5.1 001 MA-UF5.1 001	Tangua	Panamericano	Chaves	N1 06 28.5	W77 22 45.7	2693 m
	AV-UF5.1 002 HE-UF5.1 002 MA-UF5.1 002	Tangua	Panamericano	Chaves	N1 06 28.0	W77 22 47.8	2693 m
	AV-UF5.1 003	Tangua	Panamericano	Chaves	N1 06 29.3	W77 22 47.1	2701 m

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Compromiso Vial <b>Unión del Sur</b>	 <b>Sacyr</b> Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

UF	Encuesta	Municipio	Corregimiento	Vereda	Coordenada		Altitud
					Norte	Oeste	
	HE-UF5.1 003 MA-UF5.1 003						
	AV-UF5.1 004 HE-UF5.1 004 MA-UF5.1 004	Iles	-	Loma Alta	N059 10.7	W77 29 31.3	2774 m
	AV-UF5.1 005 HE-UF5.1 005 MA-UF5.1 005	Tangua	Panamericano	El Cebadal	N106 39.1	W77 23 12.6	2761 m
	AV-UF5.1 006 HE-UF5.1 006 MA-UF5.1 006	Tangua	Panamericano	El Páramo	N108 09.0	W77 21 06.1	3094 m
	HE-UF5.1 007	Tangua	Panamericano	El Páramo	N108 09.0	W77 21 06.1	3094 m

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S.)

✓ Fase de campo

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los registros de la información colectada en campo fueron depositados por cada profesional en libretas de campo donde se describieron detalles de la fauna observada o capturada y datos de interés como comportamientos, actividad y datos ecológicos de las especies, para un posterior análisis de la información y escritura de documento en fase post campo.

A continuación, se describen las metodologías aplicadas para el muestreo de cada grupo faunístico, en cumplimiento del Estudio de Impacto Ambiental.

### ➤ Muestreo de Herpetofauna

El grupo biológico de herpetofauna se encuentra conformado por dos clases biológicas, la clase anfibia, constituido por tres grandes ordenes taxonómicos como los Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras y tritones), y Gymnophiona (cecilias) y por la clase Reptilia, dentro de los cuales se identifican cuatro órdenes: Crocodylia (cocodrilos), Squamata (Lagartijas y serpientes), Testudines (tortugas) y Sphenodontia (Tuátaras) (Angulo, 2006).

Para caracterizar este grupo biológico, se hizo la metodología de inventarios rápidos (RAP) que comprende técnicas de búsqueda libre limitados por tiempo, teniendo en cuenta las metodologías planteadas por (Crump, 1994) y (Angulo, 2006), método que se utilizó para obtener información del mayor número de especies en un tiempo mínimo mediante un diseño aleatorio de caminatas realizando búsquedas por encuentro visual y auditivo limitado por el tiempo, por lo cual se realizaron recorridos diurnos y nocturnos, entre las 12:00 hasta las 20:00 horas para la búsqueda de anfibios y reptiles, sin que existan mayores reglas para la búsqueda a excepción de evaluar y revisar todos los micro hábitats disponibles como se observa en la Fotografía 2.22. Búsqueda libre de herpetofauna.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017



**Fotografía 2.22 . Búsqueda libre de herpetofauna**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

Para la clasificación de los microhábitats en el área de estudio se tuvo en cuenta las recomendaciones citadas por Cuentas, Anuros del departamento del Atlántico y norte de Bolívar. C.R.A., 2002r, con las cuales se tomó como criterio de búsqueda la ausencia o presencia de cuerpos de agua, vegetación acuática terrestre, el uso del suelo, tipo de bosque, características particulares en la disposición de la vegetación, de los suelos y la ubicación de los mismos.

Los anfibios fueron capturados manualmente, teniendo en cuenta las recomendaciones de bioseguridad descritas en (Angulo., 2006), por lo que fue necesario desinfectar las manos con solución desinfectante quirúrgica después de manipular cada individuo y se utilizaron guantes desechables. Para el caso de los reptiles, la captura fue manual excepto para los ofidios para los cuales se utilizó un gancho herpetológico (Fotografía 2.23).

La identificación taxonómica tanto de anfibios como de reptiles fue efectuada en su mayoría en campo a partir del conocimiento del profesional, teniendo en cuenta la

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

utilización de claves especializadas y apoyado por un registro fotográfico de cada individuo colectado.

Para los ejemplares que no se pudieron identificar en campo se tomó registro fotográfico de caracteres diagnósticos y se identificaron en el laboratorio. Además, se realizó una colecta permanente de ejemplares que requerían mayor trabajo de determinación siguiendo los criterios planteados por McDiarmid (1994) y (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

La fijación y sacrificio de los ejemplares se realizó mediante xilocaina al 5% y formol al 10%, etiquetando y preservando los especímenes en frascos de vidrio para su posterior ingreso a colección de la universidad de Nariño (Ver del capítulo 5.2. del presente Estudio de Impacto Ambiental, el Anexo 5.2.10).



**Fotografía 2.23. Gancho herpetológico para la búsqueda de herpetofauna y captura de serpientes**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

#### ➤ Muestreo de Aves

Para el grupo biológico de las aves se implementó la metodología de inventarios rápidos (RAP).

Esta metodología combina distintas técnicas, tales como censos visuales y auditivos en transectos y encuestas semiestructuradas, junto a la captura con redes de niebla; todo lo anterior siguiendo los procedimientos citados en Villareal H., Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad, 2006 y TNC (1992).

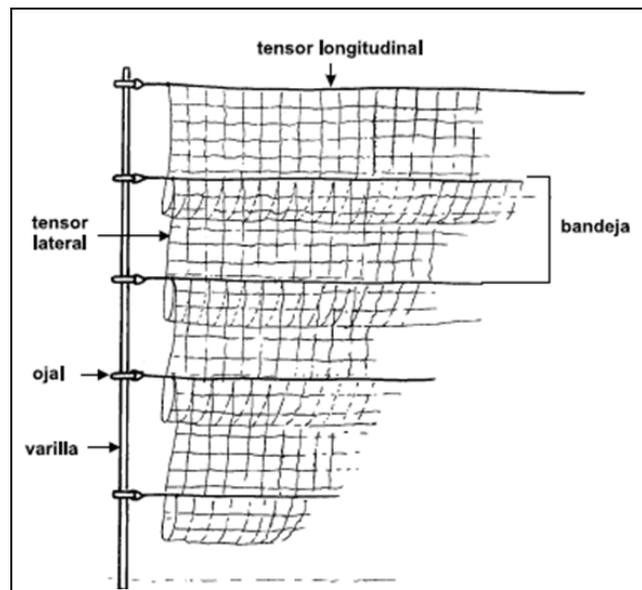
Previo a la fase de campo fue necesario recopilar información secundaria sobre la zona de estudio, como características físicas del lugar, trabajos de investigación, visita o

consulta de colecciones ornitológicas (bancos de sonidos), y demás información adicional que permitió facilitar las labores de identificación en campo.

### Redes de niebla

La metodología para el muestreo de aves consistió en la instalación de redes de niebla dentro del hábitat o tipo de cobertura de acuerdo a lo planteado por Villareal H., Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad, 2006) y (Peraza., 2004).

Las redes de niebla instaladas fueron de 10 a 12 metros de largo por 2,5 de alto, con las que se logró con éxito las aves que quedaban enredadas en el vuelo. (Ver Figura 2.10)



**Figura 2.10. Redes de niebla y sus partes**

Fuente Villareal, 2004

Las redes de niebla se instalaron teniendo en cuenta la ubicación de puntos estratégicos para la avifauna tales como los filos de las montañas, en la transición de los hábitats contiguos a estos y al interior de los mismos.

Una vez instaladas las redes de niebla, fueron revisadas en lapsos de tiempo de 15 a 30 minutos aproximadamente. La abertura de redes fue en promedio desde las 05:30 am hasta las 10:00 am y desde las 03:00 pm hasta las 6:00 pm, horario en el cual se establece el mayor pico de actividad de las aves.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los individuos capturados fueron retirados cuidadosamente de las redes, minimizando la posibilidad de lesión o estrés de los individuos (Ver Fotografía 2.24).

Posterior a su retiro, cada ejemplar fue introducido en bolsas de tela y se transportaron a un área segura para el animal, en la cual podrían ser manipulados con mayor facilidad.

A cada individuo se le buscó señales de reproducción o muda y el respectivo registro fotográfico de tal forma que se alcanzase el máximo nivel de identificación taxonómico, así mismo se marcó cada individuo, con el corte de la punta de una pluma de la cola para determinar recapturas y definir territorialidad.



**Fotografía 2.24. Ave capturada en red de niebla**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

#### ✓ Recorridos de observación

Se realizaron recorridos de observación directa de aves con ayuda de binoculares, por espacios de tiempo de 20 minutos a lo largo de las coberturas vegetales, durante los cuales se observó y tomaron los datos para registro de las especies.

En la medida de lo posible se hizo registro fotográfico de las aves que se encontraron en el trayecto, registrando información de la cobertura vegetal y estrato en la que fue observada.

El sesgo de error de recuento se manejó mediante recorridos en un solo sentido y sólo se incluyeron los individuos que pasaron de adelante hacia atrás descartando individuos que se mueven desde atrás a no ser que fuesen nuevas especies.

#### ○ Muestreo de Mamíferos

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Para la caracterización mastozoológica se utilizó el método de detección directa e indirecta. La recopilación de la información directa se obtuvo mediante la captura de especímenes, registros visuales y auditivos evidenciando la presencia del animal en el área. Por su parte, el método indirecto relacionó señales o rastros de las especies como presencia de excrementos, registro de huellas, entre otros (Painter, 1999).

Para el presente estudio se implementaron algunos métodos que implican captura de los individuos, como el uso de redes de niebla evaluada para mamíferos voladores, en la cual se incluyen los murciélagos identificados dentro del orden Chiroptera. Igualmente se emplearon métodos de captura, por medio de trampas Sherman y Tomahawk, para especies de mamíferos pequeños (masa inferior a 150 g), del orden Rodentia o Didelphiomorpha (zarigüeyas) y especies de mamíferos medianos (masa corporal entre 150g y 5 kg), del orden Lagomorpha (liebres). Los individuos capturados se marcaban en los dedos para diferenciarlos y disminuir el sesgo de recaptura, luego de registrados eran liberados rápidamente para disminuir el estrés sobre las especies. Como métodos de registro indirecto, se instalaron cámaras trampa y se realizaron entrevistas a los habitantes locales, siguiendo los procedimientos citados en TNC (1992).

A continuación, se describe cada método y técnica de registro para mamíferos:

- ✓ Captura de organismos (>150g)
  - Mamíferos voladores (Quirópteros)

#### Redes de niebla

El uso de este método es propicio para captura de murciélagos, y se basó en la instalación de redes de niebla de 12,6 y/o 9. de largo x 2,5 m. de alto durante un periodo aproximado de 4 horas (17:30-21:30), abarcando el pico de actividad de la mayoría de mamíferos voladores.

Estas redes se ubicaron en áreas representativas de paso de estas especies como arroyos, sobre quebradas, bordes de bosque, filos de montaña, entre otros (Briones, 2000). La ubicación geográfica de las redes se registró mediante GPS para su posterior localización.

Las redes se visitaron periódicamente cada 30 minutos. Los ejemplares capturados fueron retirados cuidadosamente y almacenados individualmente en bolsas de tela para facilitar su transporte y manipulación.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Para realizar la determinación taxonómica se tomaron medidas morfológicas externas estándar (longitud total, longitud cola, longitud pie, longitud oreja, longitud antebrazo y peso), siguiendo a Nagorsen & Peterson (1980). Posteriormente, se determinó el sexo, estado reproductivo y edad relativa.

➤ Mamíferos no voladores

### Trampas Sherman

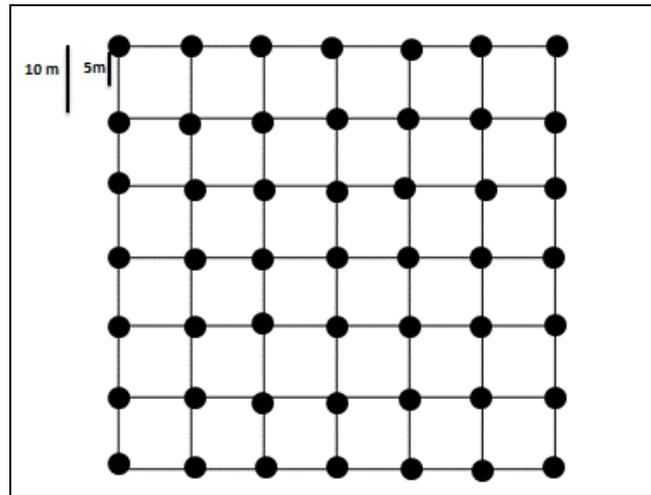
Teniendo en cuenta la metodología planteada por (Voss, 1996) y (MAVDT, 2010), para el muestreo de este grupo de fauna que incluye mamíferos pequeños se utilizaron 30 trampas Sherman por unidad funcional (Fotografía 2.25).



**Fotografía 2.25. Instalación de Trampas Sherman para captura de pequeños mamíferos**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S. 2016

Estas trampas se instalaron en lugares que se consideraron propicios como en la base de los árboles, senderos de tránsito, cursos de agua, cerca de las madrigueras y troncos caídos; los cuales se distribuyeron en transeptos o grillas separados entre 5 y 10 metros dependiendo el tipo de hábitat a lo largo y ancho de la cobertura vegetal de estudio, por un tiempo máximo de 5 días (Voss, 1996) (Ver Figura 2.11).



**Figura 2.11. Grilla de muestreo**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S. 2015

Las trampas fueron cebadas en el momento de instalación y después de la revisión diaria, con sardina en aceite y una mezcla de avena en hojuelas, mantequilla de maní y/o esencias. Las capturas fueron medidas y fotografiadas para su posterior determinación.

#### Trampas Tomahawk

El método de captura para mamíferos medianos es por medio del uso de trampas Tomahawk, como se muestra en la Fotografía 2.26.

El proceso de instalación, cebado y revisión de trampas e individuos es igual a la metodología utilizada para los mamíferos pequeños, con las trampas Sherman.



**Fotografía 2.26. Instalación de Trampa Tomahawk para captura de pequeños y medianos mamíferos**

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

- Registros visuales, auditivos y evidencia indirecta

- ✓ Avistamientos

Los avistamientos consistieron en la detección visual o evidencia indirecta de mamíferos medianos y grandes (vocalizaciones, cadáveres, heces, huellas y madrigueras). Cada registro fue fotografiado y mapeado en el GPS.

- ✓ Cámaras trampa

Se instaló una cámara fotográfica con sensores infrarrojos, a lo largo del corredor via (Ver Fotografía 2.27).

Esta técnica es una herramienta efectiva para evidenciar la presencia de animales nocturnos y de poca ocurrencia. Se utilizaron cebos correspondientes a alimentos de preferencia para cada categoría dietaria de los mamíferos, como sardinas en descomposición para carnívoros y avena en hojuelas y esencia de vainilla para herbívoros. Los tipos de cebo se ubicaron de forma aleatoria cerca a cada cámara trampa.



**Fotografía 2.27 Cámaras trampa instaladas en el área de estudio**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

- ✓ Encuestas

Para todos los grupos faunísticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se realizaron encuestas a los habitantes locales, como se evidencia en la Fotografía 2.28, con el fin de obtener información de las especies de fauna más conocidos por los pobladores, su importancia a nivel comercial y/o cultural. Igualmente, se indagó sobre la presencia

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

de especies con hábitos estacionales o migratorios, las cuales no pudieron ser observadas en el momento de realizar la fase de campo. Las encuestas se realizaron con el apoyo visual de catálogos de identificación en el que aparecen fotografías de especies de los diferentes grupos de fauna.



**Fotografía 2.28. Encuestas a habitantes locales**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016

✓ Fase de poscampo

Durante esta etapa se llevó a cabo la revisión de los datos tomados en los muestreos y de las fotografías de los individuos cuya identificación no fue posible durante la fase de campo, con el fin de realizar su clasificación taxonómica. Las especies observadas fueron clasificadas por medio del uso de guías y textos especializados como los propuestos por (Acosta-Galvis A. R., 2016), (Uetz, 2015) para herpetofauna; (Hilty & Brown., 1986), (Restall, Rodner, & Lentino, 2006) y (Remsen, 2016), para aves y las claves de Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical (Emmons & Feer, 1999), Mammals Species of the World (Gardner A. L., 2008; A., 2005) y Mamíferos del Ecuador. Guía de Campo (Tirira D. , 2007) y trabajos de campo de (Alberico, 2000) (Ramírez-Chaves & Suárez-Castro, 2014).

○ Sacrificio, fijación y preservación de especímenes.

Para el caso de los anfibios se realizó el sacrificio, fijación y preservación siguiendo los protocolos propuestos por McDiarmid (1994) y (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

El sacrificio se realizó mediante la aplicación de xilocaína en gel en la cabeza y vientre de las ranas hasta evidenciar paro del ritmo cardiaco, aplicando la cantidad necesaria dependiendo del tamaño corporal de los individuos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Para el sacrificio de los reptiles se aplicó una inyección de xilocaína líquida en el corazón.

Para la fijación de la fauna herpetológica, se cubrió el fondo de un recipiente plástico con papel absorbente blanco agregando formol al 10% hasta impregnar completamente el papel haciendo una cámara húmeda. Para la fijación fue importante darles una posición adecuada de preservación lo más natural posible y que permitiera la realización de estudios posteriores, como se observa en la Fotografía 2.29, (McDiarmid, 1994). Los ejemplares se mantuvieron 10 días en líquido fijador. Antes de pasarlos al preservante, se etiquetaron y se eliminó la mayor cantidad de fijador sumergiendo los individuos directamente en agua y posteriormente fueron preservados en alcohol etílico libre de aditivos, en una concentración del 70%.

El depósito del material colectado se realizó en la colección zoológica (PSO 041) de la Universidad Antonio Nariño Sede Pasto (ver anexo 5.2.10.)



**Fotografía 2.29 Sacrificio, fijación y etiquetado de herpetofauna**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

Para el caso de aves no se realizó sacrificio ni montaje de los especímenes.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Algunos individuos representativos de cada especie fueron colectados, como se observa en la Fotografía 2.30 y depositados en la colección zoológica (PSO 041) de la Universidad Antonio Nariño Sede Pasto. Para la preparación de los ejemplares se siguieron los protocolos de (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Alberico, 2000), incluyendo el montaje de su piel, extracción del cráneo y preservación del cuerpo. Se realizó una disección en el área abdominal y se procedió a despellejar el organismo hasta alcanzar los labios (las extremidades fueron cortadas a nivel del cubito y la tibia).

En el caso de mamíferos no voladores, la cola y las extremidades fueron extraídas y remplazadas con alambre. La piel fue tratada con Borax y luego rellena con algodón. El cuerpo extraído (sin el cráneo) se fijó con formol al 10% y fue conservado en etanol al 70%. Al cráneo separado del cuerpo se le retiraron los globos oculares, la lengua y el cerebro para ser secado a temperatura ambiente y posteriormente ser sometido a limpieza utilizando una colonia de Derméstidos, proceso que duró aproximadamente 4 días de Laboratorio. Los cráneos totalmente limpios fueron lavados con detergente y secados, para realizar la toma de las siguientes medidas craneales: longitud mayor del cráneo (LMC), longitud condilobasal (LCB), longitud basal (LB), longitud del hueso nasal (LHN), ancho del hueso nasal (AHN), ancho interorbital (AIO), ancho de la caja craneana (ACC), anchura mayor del cráneo (AMC), longitud del paladar (LP) longitud de la serie dental superior, solo molares (LSDS), longitud de la serie dental inferior, solo molares (LSDI) y longitud de la mandíbula (LM).

El depósito del material colectado se realizó en la colección zoológica (PSO 041) de la Universidad Antonio Nariño Sede Pasto (ver anexo 5.2.10.).



**Fotografía 2.30 Sacrificio y preservación de mastofauna**

Fuente (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

A partir de la información obtenida en campo, se realizarán los siguientes análisis:

✓ Esfuerzo de muestreo:

Representatividad de los muestreos: La determinación del esfuerzo de muestreo ejecutado por cada método efectuado durante las jornadas de campo se puede apreciar a continuación en la Tabla 2.30.

**Tabla 2.30 Esfuerzo de muestreo por método**

Esfuerzo de muestreo y éxito de captura	
<b>Redes de niebla</b>	$EM = \sum R \times T$ Dónde: R= número de redes abiertas en cada sitio T= tiempo en horas en el que permanecieron abiertas las redes Éxito de captura: $E = (n/EM) \times 100$ Donde n es el número de individuos capturados en total
<b>Transectos de observación</b>	$EM = h \times d$ Donde: h= Horas totales de detección visual/auditiva d= distancia total recorrida Éxito de captura: $E = (n/EM) \times 100$ Donde n es el número de observaciones o registros.
<b>Observación libre de herpetofauna</b>	$EM = \sum (t \times H)$ Donde t= Número de horas que toma realizar el recorrido H=Cantidad de observadores que realizan el muestreo Éxito de captura: $E = (n/EM) \times 100$ Donde n es el número de observaciones o registros.
<b>Trampas Sherman</b>	$EM = t \times n$ Donde: t= Numero de trampas activas n= Numero de noches de muestreo Éxito de captura: $E = (n/EM) \times 100$ Donde n es el número de individuos capturados.
Representatividad de los Muestreos	
$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$ Dónde:	Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas por el método de rarefacción mediante el programa EstimateS <sup>1</sup> .

<sup>1</sup>COLWELL, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. [Programa de computador]. Versión 8.2.0.s.l.:1994-2010].

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Complemento Vial</small>	 <small>Construcción</small>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

<b>Esfuerzo de muestreo y éxito de captura</b>	
E (S)= Número de especies encontradas en el tamaño n de muestra N= Número total de individuos en la muestra n= Tamaño de muestra estandarizado N <sub>i</sub> = Número de individuos en la i-ésima especie	

(Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016)

Transectos de observación: El esfuerzo de muestreo fue medido en términos de horas totales de detección (visual y auditiva) por el número de observadores en campo. El éxito de captura se determinó al dividir el número de observaciones o registros entre el esfuerzo de muestreo.

Representatividad de los muestreos: Se evaluó mediante la elaboración de curvas de acumulación de especies y la comparación con los valores de riqueza máximos esperados a partir de las funciones de obs y Chao1. Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas por el método de rarefacción mediante el programa Estimates (Colwell, Versión 9.1.0. 2013). Estos estimadores se basan principalmente en el número de especies de un muestreo que sólo están representadas por uno o dos individuos, en el caso de abundancias (se denominan singletons y doubletons en el programa), o que se registraron en una o dos muestras, en caso de utilizar presencia-ausencia (uniques y duplicates). Lo anterior se basa en el supuesto de que en la naturaleza no existen individuos solos, sino poblaciones; por ende, si nosotros tenemos muchos singletons o uniques en un muestro, indica que no se ha censado un número suficiente de individuos o realizado suficientes repeticiones. Se selecciono el estimador Chao 1 ya que, si nos muestra un comportamiento con curvas asintóticas, nos indica que se ha logrado un buen muestreo.

Este método calcula un valor esperado de especies en tamaños diferentes de muestra:

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

Donde:

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

N = Número total de individuos en la muestra

n = Tamaño de muestra estandarizado

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

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

✓ Análisis de las comunidades

Se establecieron atributos ecológicos como riqueza, diversidad y abundancia. La riqueza específica fue medida como el número de especies, tanto para el área total del proyecto como para las diferentes coberturas vegetales.

La diversidad alfa es entendida como la diversidad en cada tipo de cobertura. Para su estimación, se emplearon índices de dominancia y equidad.

**Dominancia:** Tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Para su estimación se utilizó el índice de Simpson, que muestra la probabilidad que dos (2) individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma.

El valor mínimo para este índice es 1 (1 indica que una alta diversidad, pero hay una baja dominancia). Su cálculo se realizara por medio del programa Past 2.17 (Hammer, 2001):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

S = número de especies

N = total de organismos presentes

n = número de ejemplares por especie.

Así mismo, se empleó el índice de Margalef, que expresa la relación entre el número de especies de acuerdo al número total de individuos:

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

Donde:

S= Número de especies

N= Número de individuos

Por otro lado, la diversidad alfa fue evaluada por medio de índices de dominancia y equidad:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

**Equidad:** Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. En este caso se aplicó el índice de Shannon-Wiener, el cual asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Su cálculo se realizó por medio del programa Past 2.17 (Hammer, 2001):

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

Donde:

Pi = abundancia proporcional de la especie i

La **diversidad beta** fue evaluada mediante la similitud entre coberturas y el grado de recambio de especies de una cobertura a otra. Para el primer caso, se realizó un análisis de conglomerados (Cluster Analysis) con base en el índice de Bray-Curtis, o índice de Sorensen cuantitativo, el cual es bastante robusto, y tiene en cuenta las bajas abundancias de las 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

✓ Selección y uso del hábitat

Las especies de cada grupo taxonómico fueron agrupadas de acuerdo al tipo de uso de las coberturas vegetales definidas en el inventario florístico, empleando criterios de selección como sitio de refugio, alimentación, corredor de migración y concentración estacional. De igual forma, para las coberturas donde se presenta estructura vertical y horizontal, se determinó la distribución espacial, tanto horizontal (borde o interior) como vertical (estratos: acuático, sotobosque, medio o subdosel y dosel). Los hábitats se discriminaron y se relacionaron anteriormente.

✓ Análisis de la estructura trófica

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Para determinar las principales cadenas tróficas y fuentes naturales de alimentación de las especies de los grupos faunísticos caracterizados, se evaluó su estructura trófica, la cual hace referencia a las relaciones alimenticias de las especies de una comunidad que son determinadas por el flujo de materia y energía en los ecosistemas. Las especies se agruparon en gremios tróficos (frugívoro, granívoro, nectarívoro, insectívoro, hematófago, carnívoro, omnívoro, herbívoro y carroñero) y sus respectivos niveles tróficos (consumidor primario, secundario y terciario) de acuerdo con el tipo de alimento que consumen.

- ✓ Especies migratorias, endémicas, amenazadas y de valor comercial

Para establecer la categoría de amenaza de las especies, se tomó como base la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.

La determinación de las especies de valor comercial, se tomó como base en los apéndices de la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES), año 2013. Adicionalmente, se consultó la lista roja de especies amenazadas según la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (IUCN) versión 2014.4, estableciendo el estado poblacional en categoría de amenaza y su estado poblacional de acuerdo al incremento o decrecimiento de las especies; y la serie de libros rojos de especies amenazadas, los cuales identifican aquellas especies con mayor riesgo de extinción en el país, dentro de los cuales se establecen ciertas medidas para el manejo y conservación de las mismas.

También se determinó si alguna especie se encontraba registrada para alguno de los centros de endemismo en Colombia. De la misma manera, teniendo en cuenta que los grupos que presenta especies migratorias son reducidos a mamíferos dulceacuícolas, quirópteros y aves, se consultó el listado del plan nacional de especies migratorias de Colombia y el Plan para la conservación de aves migratorias en Colombia.

- Comunidades Hidrobiológicas

El estudio hidrobiológico depende de las características propias del cuerpo de agua a ser analizado, se realizaron los muestreos de las estas comunidades en las mismas

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Complemento Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

estaciones de muestreo que se utilizaron para evaluar la calidad fisicoquímica del agua.

Hasta tanto se adopten metodologías para evaluar recursos hidrobiológicos continentales se trabajó con base en las establecidas por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

La ubicación de las estaciones corresponde tanto a los objetivos del estudio como a las diferentes variables presentes en el entorno del cuerpo de agua a analizar, como afluentes, descarga de vertimientos, gradientes ambientales.

Para definir el número de réplicas (muestras por estación) se tuvo en cuenta: El tipo de comunidad a estudiar, el número de micro-hábitats presentes y la diversidad encontrada durante el muestreo, por lo cual el personal responsable de la toma de la muestra tubo una formación profesional en biología, ecología, biología marina, para identificar in situ los individuos muestreados.

Se estudió la estructura de las poblaciones mediante el análisis de la diversidad y abundancia de los organismos presentes y se utilizaron índices de diversidad conocidos tales como el índice de riqueza de Margalef, Shanon y Weaber, entre otros. Estos datos se complementaron con un análisis de clasificación y ordenación, mediante los índices de afinidad o disimilaridad tales como afinidad Jaccard y porcentaje de similaridad Bray-Curtis, entre otros (Ramírez A. y Viña G. 1998).

Se realizó un análisis de la bio-indicación de manera cuantitativa partiendo de la abundancia relativa de los géneros encontrados. Estos resultados se correlacionaron con los análisis fisicoquímicos e índices de contaminación.

Vale la pena aclarar que los muestreos realizados, se efectuaron en época de lluvias, por lo tanto, y con el fin de complementar su analisis en época seca, se efecturán monitoreos (en época seca) con anterioridad al inicio de las actividadesde construcción.

✓ Empresa responsable del estudio

Los monitoreos y análisis fueron realizados por el laboratorio de Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S., laboratorio SGS COLOMBIA S.A., ANTEK S.A. y ChemiLab S.A.S, todos acreditados ante el IDEAM.

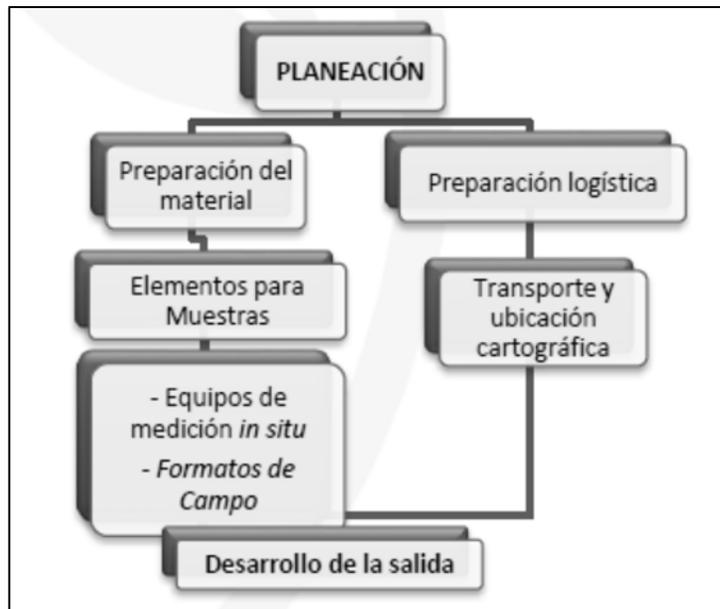
Las empresas responsables de cada uno de los análisis se detallan en la Tabla 2.31 con las resoluciones de acreditación correspondientes.

**Tabla 2.31 Empresas responsables de los análisis de muestras**

Laboratorio	Parámetro	Resolución de Acreditación	Método Analítico
SERAMBIENTE S.A.S.	DBO5	Resolución 2191 de 2015	SM-5210 B
	DQO		SM-5220 D
	Solidos Suspendedos Totales		SM-2540 D
	Grasas y Aceites		SM-5520 D
	Alcalinidad		SM-2320 B
	Dureza Total		SM-2340 C
	Coliformes Totales		SM-9221 B
	Coliformes Termotolerantes		SM-9221 E
	E. Coli		SM-9221 G
	Conductividad		SM 2550 B Termométrico
	Oxígeno Disuelto		SM 2550 B Termométrico
	Temperatura		SM 2550 B Termométrico
	pH		SM 4500 HB Electrométrico
	Hidrobiológicos		
ANTEK S.A.	Turbiedad	Resolución 3653 de 2014	SM 2130 B
	Color Verdadero		SM 2120 C
	Nitrógeno Total		SM 4500-Norg C SM 4500-NH3
	Fosforo Total		SM 4500-P E
	Fenoles Totales		SM 5530 B - SM 5530 C
	Zinc		SM 3030 E - SM 3111B /SM 3050B - SM 3120B
SGS COLOMBIA S.A	Turbidez	Resolución 899 de 2015 EPA 200.8	SM 2130 B
	Metales Pesados		
ChemiLab S.A.S	Arsénico	Resolución 2016 de 2014	EPA 7062, SM 3114 C

✓ Fase de precampo

En la Figura 2.12 se muestran los pasos que se siguieron durante esta fase, con la finalidad de determinar los puntos de monitoreo y las pruebas a realizar en cada uno de ellos.



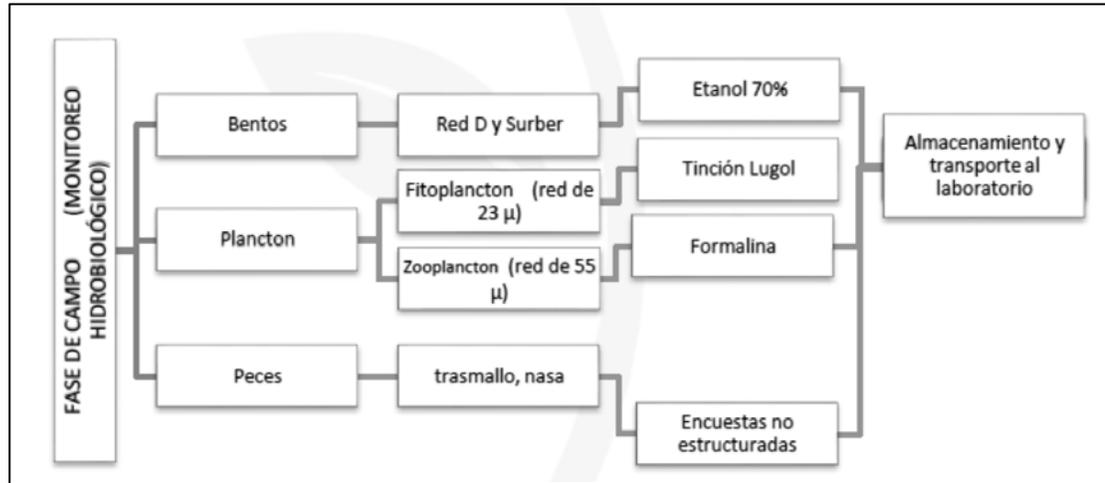
**Figura 2.12** Actividades de la etapa de pre campo.

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

✓ Fase de campo

Durante esta fase se efectuaron todas las actividades involucradas en la salida de campo (Ver Figura 2.13).

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 cuales se registraron en las planillas de campo. Se siguió la metodología descrita a continuación para cada uno de los componentes.



**Figura 2.13 Actividades en etapa de campo**

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

➤ Macroinvertebrados acuáticos

La colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizó seleccionando un trayecto de 40m (20m aguas arriba del punto y 20m aguas abajo del punto); dentro del cual se eligieron entre 5 y 10 puntos, teniendo en cuenta una distribución equitativa y la presencia de los diferentes tipos de ambientes (Umbrales, Hoyas y Raudales).

En cada punto escogido se colocó el marco de la red surber sobre el fondo a contracorriente fijándose que la malla quedara en posición aguas abajo sin dejar espacios entre el fondo y el marco de la red para evitar la filtración del agua.

Se tomó la muestra girando cuidadosamente con la mano todos los elementos que se encontraron dentro del marco de la red como piedras, hojarasca, grava, arena, con el fin de desprender los animales presentes en esa zona.

Una vez recogida toda la muestra, se pasó por un tamiz de ojo de malla de 500 micras y con el uso de pinzas o pinceles se introdujeron los organismos colectados en un envase colector con alcohol al 70% para su conservación (Ver Fotografía 2.31.).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



**Fotografía 2.31 Metodología utilizada para Macroinvertebrados acuáticos.**

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

En el laboratorio se separaron e identificaron las muestras hasta el nivel taxonómico de género con las claves de Roldan (1988) y Álvarez (2005), mediante un estereoscopio binocular con aumentos de 20 y 40X. Se les asignó un valor correspondiente al índice BMWP/Colombia (Roldan 1988), con esto, se clasificó cada punto muestreado en un determinado nivel de calidad ecológica.

Mediante el programa estadístico PAST, se calcularon los índices de diversidad y de similitud de Shannon-Wiener y Margalef.

#### ➤ Peces

Se utilizó la metodología desarrollada en la Propuesta metodológica para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad - Instructivo de aplicación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional. Colombia. 2010.

Para estudiar peces se utilizaron principalmente métodos de captura de individuos, aunque en algunos casos también se puede lograr observaciones directas en su medio natural.

Los métodos de captura variaron desde los tradicionales hasta la utilización de trampas elaboradas y su aplicación estandarizada permite luego su réplica y la

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

comparación de resultados entre lugares para evaluar, composición de especies, riquezas relativas, tamaños poblacionales, etc. Además, se realizaron encuestas semiestructuradas a los pobladores circundantes de los puntos de muestreo.

Se empleó atarraya de nylon de 2.5 metros de largo con ojo de malla de 1.5 centímetros de distancia entre nudos. Este arte de pesca se emplea debido a la reducción en la selectividad frente a otros aparejos de pesca y la posibilidad de su uso de acuerdo a las condiciones de los cuerpos de agua estudiados.

Como esfuerzo de pesca se determinó suficiente 10 lances aleatorios, de acuerdo a la estabilidad en la acumulación de especies en los primeros lances, adicional se procedió a realizar un barrido con la ayuda de una nasa manual o red de pantalla en la orilla del cuerpo de agua (Ver Fotografía 2.32.).

Los peces capturados fueron identificados in situ y se regresaran vivos al medio.

La identificación de las especies observadas, referenciadas y capturadas se realiza empleando diversas listas, claves y guías para peces continentales.



**Fotografía 2.32 Metodología utilizada para peces.**

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

➤ Plancton

Fitoplancton

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

El fitoplancton se obtuvo filtrando en campo un volumen de 60 L con una malla con poro de 23µm, tomando agua a nivel superficial (20-50 cm de la superficie), el material es almacenado en frascos plásticos opacos de aproximadamente 150 mL y preservado con una solución de lugol a razón de 0,3 mL por cada 100 mL de muestra.

Las muestras fueron conservadas en un sitio oscuro y fresco. En los casos que fueron necesario se procedió a tomar muestras directas con frascos opacos de 2L.

La identificación y conteo del fitoplancton se realiza por microscopía sobre una cámara de Sedgewick – Rafter, empleando iconografías y descripciones especializadas para fitoplancton.

### Zooplancton

Para la colecta del zooplancton se filtran in situ 60 L con una malla de 55µm; las muestras son envasadas en frascos plásticos opacos de 150 mL y se fijan con formaldehído al 5% de concentración final (5 mL por cada 100 ml de muestra), tamponado con borato de sodio (bórax). En los casos que fueron necesario se procedió a tomar muestras directas con frascos opacos de 2L (Ver Fotografía 2.33).

La identificación y conteo del zooplancton se realiza por microscopía sobre una cámara de Sedgewick - Rafter, empleando iconografías y descripciones especializadas.



**Fotografía 2.33 Metodología utilizada para Plancton**

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

## Perifiton

Para la toma de muestra del perifiton se procede a ubicar los sustratos naturales con posibles colonias de perifiton, una vez localizadas se toman varias muestras hasta lograr coleccionar un área aproximada de 100cm<sup>2</sup>, la cual se deposita en frascos opacos y se completa el volumen del frasco con agua destilada y se preserva con lugol (0,3 mL de lugol por 100 mL de la muestra). (Ver Fotografía 2.34.)



**Fotografía 2.34 Metodología para Perifiton**

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

Por su parte, la identificación y conteo se lleva a cabo mediante la utilización de un microscopio óptico, una cámara de Sedgwick-Rafter, e iconografías y descripciones taxonómicas propuestas por (Ortega, 1984), (Ramírez, 2000), (Streble & Krauter, 1987), (Parra et. Al., 1982), (Bourrely, 1966), (Bourrely, 1968), (Bourrely, 1970). La cuantificación de los individuos se obtuvo mediante la fórmula propuesta por (Hauer & Lambert, 2007) donde la densidad se expresa en número de individuos por área de superficie (cm<sup>2</sup>) ( $D_i = NiVs/Vc/A$ )

## Plantas acuáticas

Las evaluaciones de campo de las macrófitas, iniciaron con la localización de las zonas de desarrollo y la elección de las estaciones de estudio. Como no hay sistemas lenticos no se realizó la determinación de este grupo.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

✓ Análisis comparativo entre unidades funcionales

El análisis que se desarrollo fue descriptivo comparativo, cuando se estableció la composición faunística de cada unidad funcional, UF4 y UF5, respecto a cada uno de los grupos objeto de estudio: Hepertofauna, aves, mamíferos y comunidades hidrobiológicas.

✓ Incertidumbre de la información

Con respecto a la incertidumbre de la información, para el componente ecosistemas terrestres, en cuanto a la fauna, la imprecisión de la información se redujo al mínimo, ya que se realizó un extenso trabajo de campo, por profesionales especializados en cada grupo analizado (anfibios y reptiles, aves y mamíferos), con metodologías estándar y en horarios claros y definidos se realizó el monitoreo, determinación y fase de laboratorio, dando como resultado un análisis de composición estructura, vulnerabilidad, junto con la determinación de gremios tróficos, aspectos ecológicos y de uso de cada uno de los grupos faunísticos. Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a la incertidumbre de la información son los pasos de fauna propuestos, los cuales se identificaron y priorizaron con base en las coberturas naturales y los registros de los distintos grupos trabajados, de acuerdo a la etología de cada especie, por lo que se tuvo en cuenta diferentes variables para cada una de las especies.

### 2.3.2.3. Medio Socioeconómico

La metodología para abordar el medio socioeconómico se focalizó en ser participativa, con la inclusión de todos los actores identificados en el área de influencia, incorporando la información primaria obtenida a partir de entrevistas, acercamientos, comunicaciones de la población, y por supuesto de la revisión documental para consolidar la información secundaria, la cual suministró los elementos para la identificación de cada uno de los componentes del medio socioeconómico.

Esta metodología responde 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, fueran incorporados en los elementos analizados en el estudio.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Para guardar la estructura documental, se presenta la metodología del medio socioeconómico por fases de pre campo, campo y pos campo, abordando todas las etapas de elaboración del estudio.

– *Fase de Pre campo - elaboración línea base socioeconomica*

La construcción de la línea base del medio socioeconómico se fundamenta en el análisis de información secundaria, obtenida a través de documentos y reportes oficiales vigentes de las unidades territoriales mayores del área de influencia, como son los instrumentos de planeación territorial (POT, EOT, Planes de Desarrollo Municipal, planes sectoriales); para el nivel regional se consultaron documentos como los Planes de Desarrollo Departamental, Anuario Estadístico, POMCAS, y del orden nacional como el Censo General del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 2005, la Encuesta de Calidad de Vida del Departamento Nacional de Planeación (DNP), e información del IGAC, así como de las academias e institutos de investigación, entre otros.

Se llevó a cabo el análisis de la información secundaria oficial relacionada con la presencia de organizaciones sociales y/o comunitarias, de comunidades étnicas presentes en el área de influencia del proyecto.

Para obtener información para la caracterización de las unidades territoriales menores se realizaron recorridos por el área de influencia para conocer el área y obtener información de campo, a través del diseño y aplicación de herramientas e instrumentos tales como, fichas veredales (ver anexo 5.3 a), fichas socioeconómicas y prediales (ver anexo 5.3 b). Así mismo, se implementó como parte de la metodología desarrollada en las reuniones y talleres la cartografía social recogiendo elementos significativos del conocimiento de los pobladores de las veredas del área de influencia.

Por otra parte, las actividades de precampo orientadas al desarrollo del proceso participativo y de socializaciones del estudio, consistieron en la recopilación de información insumo para la construcción de la base de datos de los líderes en especial de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores por ser esta la organización base fundamental que impulsa y avala el estado. Así mismo, se construyó la base de datos de los representantes institucionales de las unidades territoriales mayores. Una vez obtenida la información de contacto de los líderes y representantes, se estableció comunicación telefónica y personal para la concertación de la fecha, hora y lugar de las reuniones de socialización, previa explicación del objetivo de las mismas, y posterior formalización de la convocatoria mediante oficios de invitación.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Es importante señalar que fue necesario establecer visitas en algunas veredas para complementar la información de líderes de las comunidades, dado que no toda la información suministrada por las alcaldías estaba actualizada y/o completa; igualmente se constató en campo las condiciones y requerimientos logísticos, a fin de garantizar condiciones óptimas para su realización.

Los oficios de convocatoria institucional fueron radicados en las respectivas entidades territoriales, y los destinados a las comunidades se entregaron de forma personal a los líderes de las JAC con el propósito de garantizar una amplia participación de las comunidades del área de influencia. La convocatoria se complementó con la distribución de volantes, instalación de afiches en lugares estratégicos al interior de las veredas, y con jornadas de perifoneo previas a la realización de cada reunión.

Para el desarrollo de las socializaciones, se diseñó una presentación en diapositivas con la información correspondiente a los momentos de socialización de inicio del EIA (ver anexo 5.3.1ppt1)

– *Fase de campo*

Las actividades del medio socioeconómico realizadas en campo, se llevaron a cabo en función del desarrollo de las socializaciones, recolección de información primaria para la construcción de la línea base socioeconómica de las unidades territoriales mayores y menores, caracterización de las unidades sociales susceptibles de compensaciones, identificación de las condiciones de movilidad, así como de la identificación de impactos; por consiguiente, a continuación se presenta la metodología realizada en cada uno de estos aspectos:

Inicialmente, se realizó la identificación de los actores sociales por tipología que hacen parte del área de influencia del proyecto, con el fin de establecer los primeros acercamientos a través de visitas, comunicaciones telefónicas y solicitudes escritas para la definición de espacios apropiados para establecer vínculos de confianza con las comunidades y dar a conocer la presencia de la Concesionaria Vial Union de Sur con el proyecto de doble calzada en la región.

Una vez, todos los actores identificados por tipología de actor tuvieron conocimiento del desarrollo del proyecto, se programaron las jornadas de socializaciones en dos (2) momentos: (i) información de inicio del Estudios de Impacto Ambiental - EIA - y (iii) presentación de los resultados del EIA. Estas socializaciones se realizaron de manera independiente para los actores de tipo institucional y las comunidades del área de influencia. Todas las reuniones llevadas a cabo cuentan con los debidos soportes, entre ellos se tienen: convocatorias, actas de reunión, listados de asistencia y registros

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

fotográficos, los cuales dan cuenta del desarrollo y aplicación de los lineamientos de participación, y se presentan como parte constitutiva del presente EIA, conforme a los términos de referencia del MADS suministrados en la resolución 0751 del 26 de marzo del 2015.

En este sentido, el diseño y desarrollo del proceso de socialización, tuvo como objetivo, dar a conocer las características técnicas del proyecto, el alcance, las actividades, las implicaciones ambientales del mismo, así como los componentes, etapas, áreas de influencia y alcances del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). De igual forma, las socializaciones tuvieron como propósito recibir de los diferentes actores, inquietudes y observaciones a ser tenidas en cuenta para la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo del proyecto; otra parte importante lo constituyó la socialización de resultados del estudio, lo que permitió responder todas las inquietudes presentadas por la comunidad, así como revisar el área de influencia del proyecto, los impactos, la zonificación ambiental y las medidas de manejo establecidas, entre otros aspectos que conforman el estudio.

El procedimiento metodológico expuesto a continuación se organiza en momento de convocatoria, de socialización y de análisis de información.

- o Delimitación del Área de Influencia del medio socioeconómico

El principal criterio para la definición del área de influencia del medio socioeconómico fue la delimitación de las unidades territoriales mayores (nivel municipal), y las unidades territoriales menores de nivel veredal en el área rural y, barrial en el área urbana, como la unidad mínima de análisis.

Para la identificación de los municipios y de las unidades de análisis mínimas del área de influencia, se realizó con la colaboración del profesional SIG, quien a partir de la superposición del diseño de la infraestructura vial del proyecto desde el Pedregal hasta Catambuco, sobre la información cartográfica de división político administrativa oficial suministrada por las respectivas entidades territoriales, depuro las unidades territoriales mayores y menores que serán influenciadas por el proyecto, además de vincular esta información con las áreas de influencia determinadas para los otros medios.

No obstante, durante el proceso de levantamiento de información primaria, se identificaron algunas inconsistencias entre la información cartográfica oficial de los límites veredales y el reconocimiento que las comunidades tienen de sus respectivos territorios, por ejemplo, en la información oficial se georreferencia la vereda Vocacional, y la comunidad del sector se reconoce como habitantes de la vereda Cubijan Bajo. Esta situación puede estar presentándose debido a que la información

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Compartiendo Visiones	 CONSTRUCCIÓN	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

cartográfica oficial no se encuentra actualizada y por tanto no refleja los cambios de los territorios rurales, surtidos con ocasión de las dinámicas sociales que se han desarrollado en los últimos años. Sin embargo, para el desarrollo del presente estudio se utilizó la información oficial existente y entregada por las administraciones municipales de sus unidades territoriales.

En lo concerniente a la identificación de comunidades étnicas, se elevó consulta al Ministerio del Interior, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993 así como de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993 y en el Decreto 1320 de 1998, el cual en respuesta a dicha solicitud certificó la existencia de comunidades étnicas en proceso de reconocimiento (Cabildo de montaña de fuego y cabildo Catambuco) mediante Resolución 22 y 23 de 2016 MININTERIOR, por tanto el desarrollo de este componente está sujeto a las decisiones de la Dirección de Consulta Previa de dicho ministerio. Ver anexo: 5.3.5c (RESOLUCION 23\_Montaña Fuego UF4 y Certificación 22\_UF5.1 Catambuco)

- Momento de socialización con actores institucionales y comunidades de base organizadas

Las socializaciones de inicio del EIA se realizaron en primer lugar con los actores institucionales de las autoridades gubernamentales y municipales; posteriormente con todas las comunidades de las veredas y organizaciones sociales de las unidades territoriales menores que conforman el área de influencia del proyecto doble calzada desde la Vereda Pilcuán a Catambuco. De esta manera, se desarrollaron espacios de diálogo, intercambio de experiencia y expectativas frente al proyecto, y se dio inicio a los procesos de elaboración participativa del EIA; entre las organizaciones institucionales se contó con la participación de CORPONARIÑO, Gobernación de Nariño, Alcaldías y Personerías de las cuatro (4) unidades territoriales mayores del área de influencia (Imués, Yacuanquer, Tangua y Pasto), así como de las 28 unidades territoriales menores que se relacionan en la Tabla 2.32.

**Tabla 2.32. Unidades Territoriales del Área de Influencia Socioeconómica**

Unidad funcional	Municipio	Veredas
UF 4	Imués	El Pedregal, incluido el casco urbano
		V. Pilcuán
	Yacuanquer	Inantas Bajo
		Inantas Alto
	Tangua	Cocha Verde
		El Tablón Obrage
		San Pedro Obrage

Unidad funcional	Municipio	Veredas
		Barrio Corazón de Jesús Barrio Fátima Barrio Bolívar El Vergel Buena Esperanza
UF 5.1	Tangua	El Cebadal Chávez El Tambor El Páramo La Palizada Marqueza Bajo Los Ajos Marqueza Alto
	Pasto	Gualmatán Alto Vocacional Cubijan Alto Cubijan Bajo La Merced San José de Catambuco Catambuco Huertecillas

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales S.A.S., 2016)

El objetivo del proceso de información de inicio del EIA fue presentar las generalidades del proyecto vial Rumichaca - Pasto y las actividades a desarrollar dentro del estudio del impacto ambiental, para esto se utilizaron recursos audiovisuales, para una eficiente presentación y especialmente para la apropiación de la información por parte de la comunidad (ver anexo 5.3.1 ppt1); además se entregaron volantes elaborados por la concesionaria con información general sobre el proyecto y se informó sobre la existencia de la página web de la concesionaria, oficinas móviles y teléfonos de contacto para la atención directa a la comunidad.

De manera complementaria se realizaron los talleres para la identificación participativa de los posibles impactos en cada uno de los medios del EIA, que podrían afectar de manera negativa y positiva a las comunidades y territorios del área de influencia; para este taller se motivó a la participación, previa aclaración de los conceptos necesarios para optimizar el ejercicio.

Es así como se dispusieron tres (3) grupos de trabajo, cada uno para dialogar y debatir un medio asignado: medio biótico, abiótico - (físico) y socio económico, a cada grupo se le asignaron fichas pequeñas con un color distintivo para cada medio y marcadores, con el fin que consignaran en ellas cada impacto identificado con el proyecto. Posterior al debate, cada grupo expuso a los otros las conclusiones para ser analizadas,

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

complementadas o modificadas por todos los asistentes a la reunión. Los participantes pegaron las fichas escritas en la cartelera ubicada previamente para cada medio y finalmente se consignó en el acta los resultados del ejercicio participativo de las comunidades.

Al igual que los espacios de socialización de inicio de EIA, las socializaciones de resultados del Estudio se llevaron a cabo con los mismos actores sociales, por tanto, se contó con la participación de autoridades municipales y regionales ya referidas, y por supuesto con los habitantes de las unidades territoriales menores del área de influencia.

El objetivo de este encuentro de socialización fue presentar los resultados del EIA en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, enfatizando en los impactos identificados y en las medidas de manejo ambiental establecidas desde el estudio. De la misma manera que en la reunión de inicio se utilizaron diferentes medios de difusión, como presentación en power point PPT (ver anexo 5.3.1ppt2), entrega de volantes de la concesionaría con información específica del proyecto, también se utilizó permanentemente la página web de la Concesionaria para entregar información, así como las oficinas móviles y los teléfonos de contacto dispuestos para la atención directa a la comunidad.

La caracterización de las unidades territoriales menores, se realizó a partir de la información secundaria oficial consultada, la cual fue complementada a través de las entrevistas sostenidas con los líderes comunitarios, por observación directa de los profesionales durante los recorridos, diligenciamiento de las fichas veredales y la realización de la cartografía social con cada una de las veredas y barrios que conforman el área de influencia, a partir de las cuales se identificó de manera gráfica y textual información con la que se alimentó cada uno de los componentes del medio social: hitos históricos, dinámica de poblamiento, cobertura y calidad de los servicios públicos domiciliarios, servicios educativos y de salud con su respectiva infraestructura, medios de información y comunicación existentes, infraestructura vial, actividades económicas, presencia institucional y organización comunitaria y se georreferenciaron los sitios de importancia cultura y comunitaria.

Además de los análisis de movilidad vehicular realizados con la asignación de tránsito establecido por el Ministerio del Transporte y modelada con TRANSCAD 6.0, “User Equilibrium” y análisis de la “Bureau of Public Roads”, según se explicó al inicio del numeral 2.3 y se detalló en el “Anexo 2.3 - Tránsito”, se realizaron análisis puntuales de movilidad peatonal y movilidad en vehículos livianos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Para la identificación de movilidad vehicular, peatonal y de semovientes, se realizaron aforos planteados en los principales accesos municipales y veredales del área de influencia del proyecto, los cuales consistieron en un conteo puntual en tres (3) horarios diferentes en dos (2) días, uno entre semana y otro en fin de semana (Domingo). Esta metodología extrapola aspectos analíticos de tránsito del ministerio de transporte (que es para las asignaciones A-B-C, autos-buses-camiones) a otros tipos de vehículos, con lo que se precisa el comportamiento de movilidad en sitios especiales, en localidades específicas y en las zonas rurales.

– *Fase de Poscampo*

Una vez levantada la información primaria en campo, se sistematizaron los datos recolectados y georreferenciados, para cada uno de los componentes que constituyen el medio socioeconómico (participación y socialización con las comunidades, demográfico, espacial, económico, cultural, político organizativo, tendencias del desarrollo y población a compensar), bajo los lineamientos establecidos en los términos de referencia para tales fines.

– *Consulta previa*

En lo que hace referencia a la consulta previa, su metodología obedeció a lo establecido en la ley 99 de 1.993 en sus artículos 69 y 76 que establece los mecanismos de participación en materia ambiental de comunidades indígenas, negras y demás normas existentes sobre la materia, tales como el decreto 1320 del 13 de julio de 1998 emitido por el Ministerio del Interior, el auto 004 del 2009 de la Corte Constitucional, ente otros. Esta metodología será ampliamente expuesta mediante el documento de caracterización socioeconómica y consulta previa de las comunidades étnicas Montaña de Fuego y Catambuco, contenido en el Capítulo 5.3.5.2 Comunidades Étnicas (ver anexo 5.3.2.b).

A continuación, se describe de manera general el esquema metodológico desarrollado por la Concesionaria vial Unión del Sur, en los procesos de consulta previa de las comunidades étnicas Montaña de Fuego y Catambuco.

El proceso metodológico establecido para el desarrollo de la consulta previa inicia con la solicitud de la certificación de presencia de comunidades étnicas en la zona del proyecto al Ministerio del Interior, obtenida esta, se realizan acercamientos con los cabildos indígenas certificados de conformidad con la Ley 99 de 1993 para informarles de la existencia del proyecto y la necesidad de adelantar el proceso de consulta.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

De acuerdo con lo establecido en la Directiva Presidencia 10 y las normas que regulan los procesos de consulta previa en el país, es el Ministerio del Interior quien a través de la Dirección de Consulta Previa convoca a las comunidades indígenas a participar en los procesos de consulta previa en el marco del desarrollo del proyecto vial Rumichaca – Pasto, con el fin de iniciar con la reunión de preconsulta.

Ahora bien, todo el proceso de Consulta Previa en sus diferentes fases, ha estado enmarcado dentro de lo que se conoce como método de observación participante basado en un enfoque etnográfico y cartográfico para entender las formas como se relacionan y perciben la comunidad el territorio, aunado a una revisión exhaustiva y constante de fuentes secundarias, para retroalimentar el proyecto vial con aspectos poco conocidos, pero relevantes, de la vida cotidiana de las comunidades locales y específicamente de la comunidad étnica de los Quillacingas. Lo anterior con el fin de garantizar un trabajo incluyente, el cual consolide los principios básicos de respeto a través de la transparencia, la buena fe y el fortalecimiento de la confianza para obtener ideas complementarias para el desarrollo del debido proceso.

La metodología empleada tiene como elemento central la participación y el reconocimiento de las dinámicas socioculturales y económicas propias de las comunidades indígenas de las unidades funcionales 4 y 5.1 del proyecto Vial doble calzada Rumichaca – Pasto; tal y como lo establece la respectiva normatividad nacional e internacional sobre el proceso de consulta previa.

Las herramientas empleadas para el levantamiento de la información, se enfocaron bajo los parámetros del desarrollo de un proceso participativo. Entre las que se destacan: las reuniones de acercamiento con las autoridades, sus equipos de trabajo en algunos espacios definidos previamente con las comunidades. Para el caso de los recorridos para la identificación de impactos, consistieron en visitas por el área de influencia directa en las unidades funcionales 4 y 5.1 del proyecto para identificar y ubicar junto a la comunidad la delimitación territorial, las posibles afectaciones e impactos al territorio sobre el medio biofísico y sociocultural.

Adicional se empleó la herramienta de cartografía social, donde se ubicaron espacialmente los aspectos más relevantes de las temáticas ambientales, territoriales, culturales y productivas por parte de la comunidad. Además, se realizó un taller de socialización e identificación de impactos y medidas de manejo del proyecto vial Rumichaca-Pasto, donde se acordó un conjunto de variables con el equipo de Consulta Previa para construir participativamente una matriz de impacto cualitativa, desde la cosmovisión de los pueblos, las experiencias de vida y conocimiento del territorio por parte de los diferentes miembros de la comunidad.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Complementariamente, se realizaron y tramitaron encuestas cerradas, fichas socioprediales y veredales, entrevistas semiestructuradas con informantes clave de la comunidad y otras técnicas de las ciencias sociales.

A continuación, se presenta el esquema metodológico por medio del cual se desarrolló el proceso de consulta previa con las comunidades étnicas presentes en las UF 4 y 5.1.

- *Cabildo Indígena de Catambuco:*

1. Preconsulta: Se presentó la parte legal, normativa, jurídica y etapas del proceso de Consulta Previa. Adicionalmente se presentó el proyecto vial en detalle, se propuso y acordó de manera conjunta la ruta metodológica a ejecutar en el marco de la consulta dando alcance a las dinámicas sociales y culturales de la comunidad indígena.
  
2. Apertura e instalación de la Consulta previa: La Concesionaria Vial Unión del Sur solicitó ante el Ministerio del Interior la certificación de la presencia o no de comunidades étnicas en la UF 4 y 5.1 del Proyecto Vial Rumichaca – Pasto. En respuesta a lo solicitado el Ministerio del Interior a través de la Dirección de Consulta Previa certificó a las comunidades indígenas de Catambuco y Montaña de Fuego. Posterior a ello realizó visita de campo con el objetivo de verificar y establecer si realmente se registra la presencia de estas comunidades indígenas en el área de influencia del proyecto vial.
  
3. Realización de levantamiento de línea base y conocimiento del territorio: Se abarco desde los diversos medios biótico, abiótico y social, a través del desarrollo de las siguientes actividades:
  - Recorrido de Identificación biótica y socio-predial: Se realizó recorrido con la Comunidad del Cabildo Indígena de Catambuco con el fin de identificar el área de influencia del proyecto vial y su posible afectación por el impacto biótico, abiótico y social a su territorio. Además de identificar sitios de importancia de los medios mencionados anteriormente.
  - Presentación del componente Biótico, Abiótico y Socio-predial del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, de las Unidades Funcionales 4 y 5.1, proyecto vial doble calzada Rumichaca-Pasto: Se presento los resultados del estudio, así como la comunidad indígena solicitó que se complemente el mismo teniendo en cuenta su cosmovisión.
  - Taller de cartografía social: Junto con la comunidad se identificó los sitios que tienen significado a nivel cultural, ambiental y aspectos productivos.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

4. Pretaller de identificación de impactos: La comunidad identificó los posibles impactos generados por la ejecución del proyecto; los cuales estuvieron enmarcados desde su cosmovisión.
  5. Taller de identificación de impactos, medidas de manejo y control socioambiental: En este espacio se presentaron los talleres y pre-talleres realizados con la comunidad, entre ellas la matriz de evaluación de impactos, así como las medidas de manejo ambiental.
  6. Formulación de acuerdos: Se procedió a exponer las propuestas de acuerdos por cada uno de los impactos identificados por la comunidad y por la Concesionaria.
  7. Protocolización de Acuerdos: El 31 de mayo de 2017 se protocolizaron los acuerdos logrados entre la Concesionaria y la comunidad indígena, los cuales obedecen a los impactos identificados en la etapa de pre taller y taller de identificación de impactos y medidas de manejo.
- *Cabildo Indígena de Montaña de Fuego:*
1. Preconsulta: Desde la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior se convocó a la comunidad indígena de Montaña de Fuego del municipio de Tangua, a la Concesionaria y demás entidades participantes en el proceso de consulta previa para surtir la reunión de Preconsulta. Por parte de la Concesionaria se presentó en detalle las generalidades del proyecto. Adicionalmente se concertó la ruta metodológica dando alcance a las dinámicas sociales y culturales de la comunidad indígena.
  2. Apertura e instalación de la Consulta Previa: Se realizó la presentación del componente jurídico-legal, normativo y las etapas de la consulta previa. Además, se presenta de manera detallada el trazado del proyecto vial.
  3. Realización de levantamiento de línea base y conocimiento del territorio: Se realizaron diversos recorridos de campo con el fin de identificar sitios de importancia cultural, social, ambiental; así como los posibles impactos generados por la ejecución de la obra vial. Sumado a lo anterior, para la caracterización de línea base se aplicaron otras herramientas de levantamiento de información tales como encuestas cerradas y abiertas, conversatorios con grupos de la comunidad, talleres, entre otros.
  4. Pre-talleres y talleres de identificación de Impactos, Medidas de Manejo y

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

control socio ambiental: Se identificó los impactos y medidas de manejo, la Concesionaria presentó las actividades ejecutadas con la comunidad y la información del Estudio de Impacto Ambiental sobre los medios biótico, abiótico, socio-predial y arqueológico, el recorrido realizado en campo y aplicación de las fichas sociales. La identificación de estos impactos se realizó también a través de cartografía social.

5. Formulación de acuerdos: Se llevó a cabo el día 24 de mayo de 2017. En el marco de la reunión, tanto la Concesionaria como el Cabildo Indígena presentaron los acuerdos para protocolizar el proceso de la consulta previa.
6. Protocolización de Acuerdos: El 29 de mayo de 2017 se protocolizaron los acuerdos logrados entre la Concesionaria y la comunidad indígena, los cuales obedecen a los impactos identificados en la etapa de pre taller y taller de identificación de impactos y medidas de manejo.

#### 2.3.2.4. Zonificación Ambiental

A partir de la información de la caracterización ambiental de las áreas de influencia y teniendo en cuenta la legislación vigente, se realizó un análisis con el fin de determinar la zonificación ambiental usando los sistemas de información geográfica (SIG), de tal manera que se puedan cruzar capas con información de las diferentes áreas abordadas en el estudio (medios abiótico, biótico y socioeconómico).

Para la zonificación ambiental, se tuvo en cuenta la sensibilidad ambiental del área, resultado de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, las unidades de especial importancia ecológica, las áreas de recuperación ambiental, las zonas de riesgo, las áreas de producción económica y las áreas de importancia social.

Posteriormente, se generaron mapas intermedios para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en los que se identifican las áreas con los diferentes grados de sensibilidad ambiental. Finalmente, utilizando un SIG, se realizó la superposición de los mapas intermedios para obtener la zonificación ambiental de las áreas de influencia.

La zonificación ambiental y la evaluación de impactos, haciendo un análisis cualitativo y cuantitativo para agrupar las unidades en áreas de manejo, de acuerdo a lo establecido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2015), así:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

– Áreas de exclusión

Comprende las áreas que no pueden ser intervenidas por actividades del proyecto. Los criterios de exclusión están relacionados con la fragilidad, vulnerabilidad, funcionalidad socioambiental de la zona, capacidad de recuperación de los medios a ser afectados y las áreas bajo protección por aspectos legales o por disposiciones del gobierno local. Además, en esta categoría se incluyen las áreas identificadas en el estudio con alto grado de vulnerabilidad o riesgo ambiental y social, que no deben ser intervenidas.

– *Áreas de intervención con restricciones*

Corresponde a las áreas donde se debe tener en cuenta manejos especiales y restricciones acordes con las actividades, fases del proyecto y la sensibilidad socioambiental de la zona. Cada área se identifica especificando el tipo de restricción y las acciones o tecnologías requeridas para su protección. Se presenta en tres categorías principales (alta, media y baja).

– *Áreas de intervención*

Corresponde a los lugares donde se puede desarrollar el proyecto, con un manejo socio-ambiental acorde a las actividades y fases del mismo, debido a que no se presentan restricciones desde el área abiótica, biótica y socioeconómica.

### 2.3.2.5. Elaboración de Cartografía

Para dar cumplimiento al modelo de datos establecido por la Autoridad Nacional de Licencias ambientales (ANLA), la información se organizó en dos geodatabases (GDB) en formato \*.mbd o \*.gdb; una para cartografía base y otra para cartografía temática. Dichos archivos contienen información de tipo vector, refiriéndose a punto, línea y polígono, y tipo raster cuando se refiere a ortofotos, imágenes satelitales, modelos digitales de elevación, entre otros.

La estructura de datos espaciales se elaboró para cada componente teniendo en cuenta las especificaciones de la ANLA y de acuerdo a la resolución 1415 del 17 de agosto de 2012, por medio de la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase), contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, adoptada mediante resolución 1503 del 4 de agosto de 2010. Además, incluyó la realización de metadatos de acuerdo a la

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compendio Vial</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

resolución N° 1415 del 17 de agosto de 2012, que modifica y actualiza el modelo de presentación de los mismos. En el caso de las salidas gráficas, el diseño de estas se hizo acorde a las características recomendadas por la Metodología General Para la Presentación de Estudios Ambientales.

Las principales características de la estructura y organización de la información cartográfica, se realizó así:

– *Recopilación y análisis de información*

En esta etapa del proyecto fue necesario revisar datos de diferentes entidades gubernamentales, entre ellas el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), las alcaldías municipales, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), la ANLA, CORPONARIÑO, entre otras. A partir de lo cual se elaboró la base de datos con la información necesaria para el trabajo realizado.

La distribución de las planchas topográficas del IGAC se hizo para el corredor vial Rumichaca – Pasto, para el cual se identificaron 9: 429IIC, 429IIIB, 429IIIC, 429IIID, 429IVA, 447IID, 448IA, 448IB y 448IC. Es importante mencionar que cada GDB a escala 1:25.000 adquirida, no contempla los límites veredales, municipales ni departamentales, por lo cual fue necesario recurrir a otras fuentes de información como los esquemas de ordenamiento territorial (EOT) o los planes de desarrollo de los municipios del área de influencia del proyecto.

– *Sistema de coordenadas*

El sistema de coordenadas se estableció de acuerdo a los estándares de información geográfica conforme a la Resolución 068 del 28 de enero de 2005, por la cual se adopta como único datum el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (Res. 068, 2005).

El corredor vial Rumichaca – Pasto al localizarse al suroccidente de Colombia, se ve enmarcado por el sistema MAGNA Sirgas con origen de coordenadas Colombia Oeste, el cual tiene los siguientes parámetros:

Origen de coordenadas: Magna Colombia West Zone  
Código EPSG: 3115  
Proyección: Transversal Mercator  
Origen X: 1'000.000  
Origen Y: 1'000.000

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Longitud de referencia: -77,07750791666666

Latitud de Origen: 4,59620042

Unidad: metro

Es importante mencionar que algunos archivos en datum Bogotá fueron re proyectados para que coincidieran con los parámetros de referencia establecidos.

– *Edición y generación de información cartográfica*

La información concerniente a cartografía temática, como geología, geomorfología, suelos, hidrología, calidad de agua, hidrogeología, geotecnia, atmósfera, clima, ecosistemas continentales, información socioeconómica, paisaje, amenaza, zonificación ambiental y riesgo; se elaboró a partir de estudios específicos e información recolectada en campo, teniendo en cuenta las metodologías propias de cada área y las escalas de captura y de salida establecidas en los términos de referencia.

La edición y generación de cartografía se desarrolló a través de diferentes procesos, entre los que se encuentran, edición, digitalización y generación de feature class, usando varios métodos para la recolección de información; entre los que se incluyen tablas, puntos gps tomados en campo, archivos raster ajustados y datos suministrados por las secretarías de planeación municipales y CORPONARIÑO.

La toma de puntos en campo con el GPS, está respaldada con el formato F-54, como se muestra en la figura.

		<b>PUNTOS TOMADOS EN CAMPO - GPS</b>			Código: F-54
					Versión: 01
					Fecha: 2014-07-01
					Página 1 de 1
<b>CÓDIGO DEL GPS: GPS - 04</b>		<b>NOMBRE DEL ARCHIVO .GPX: Viviendas-Proyecto Hisgaura</b>			
<b>PUNTO GPS</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ÁREA</b>	<b>FECHA DE LA TOMA DEL PUNTO</b>	
1	Vivienda al interior de la Pepita	Vivienda	Social	15 de Mayo de 2014	
2	Casa Admin. Finca la Pepita	Vivienda	Social	16 de Mayo de 2014	

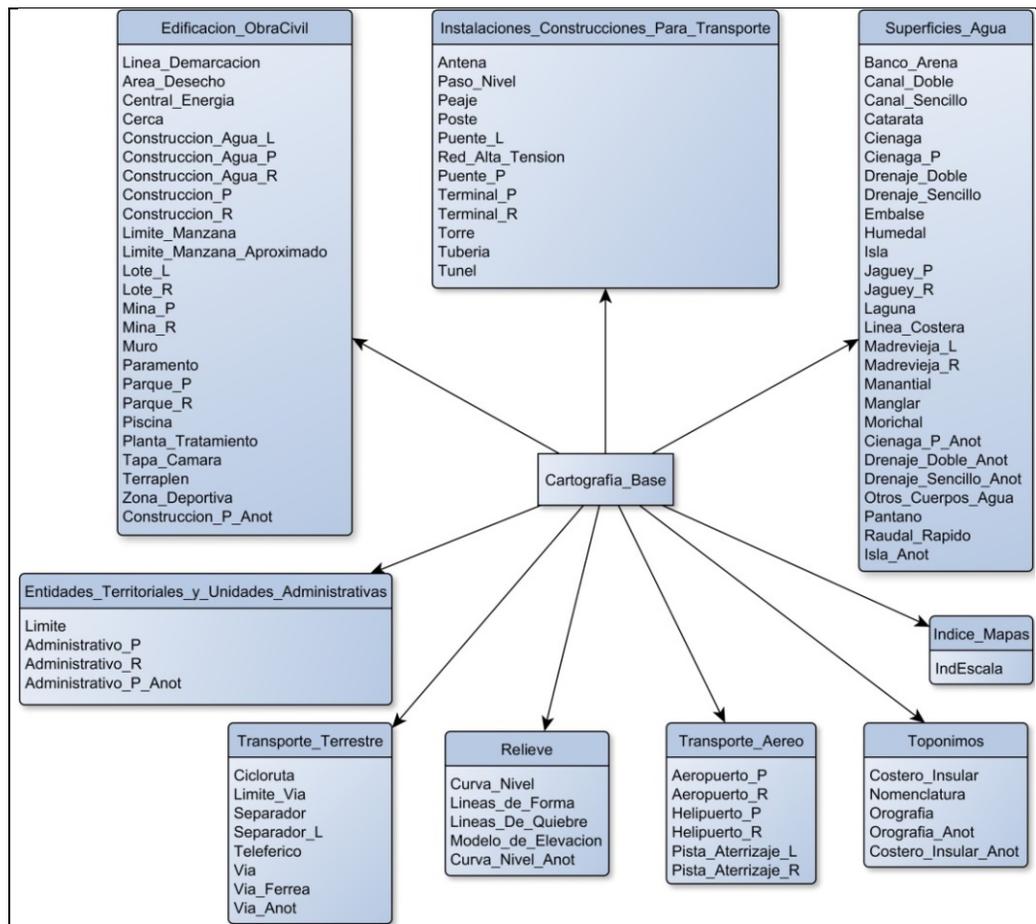
**Figura 2.2.14 Formato F-54. Registro de puntos tomados en campo -GPS**

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016.

*Organización de la información (base y temática)*

Para la presentación de información se realizaron dos geodatabases con el modelo de datos establecido por la ANLA, así:

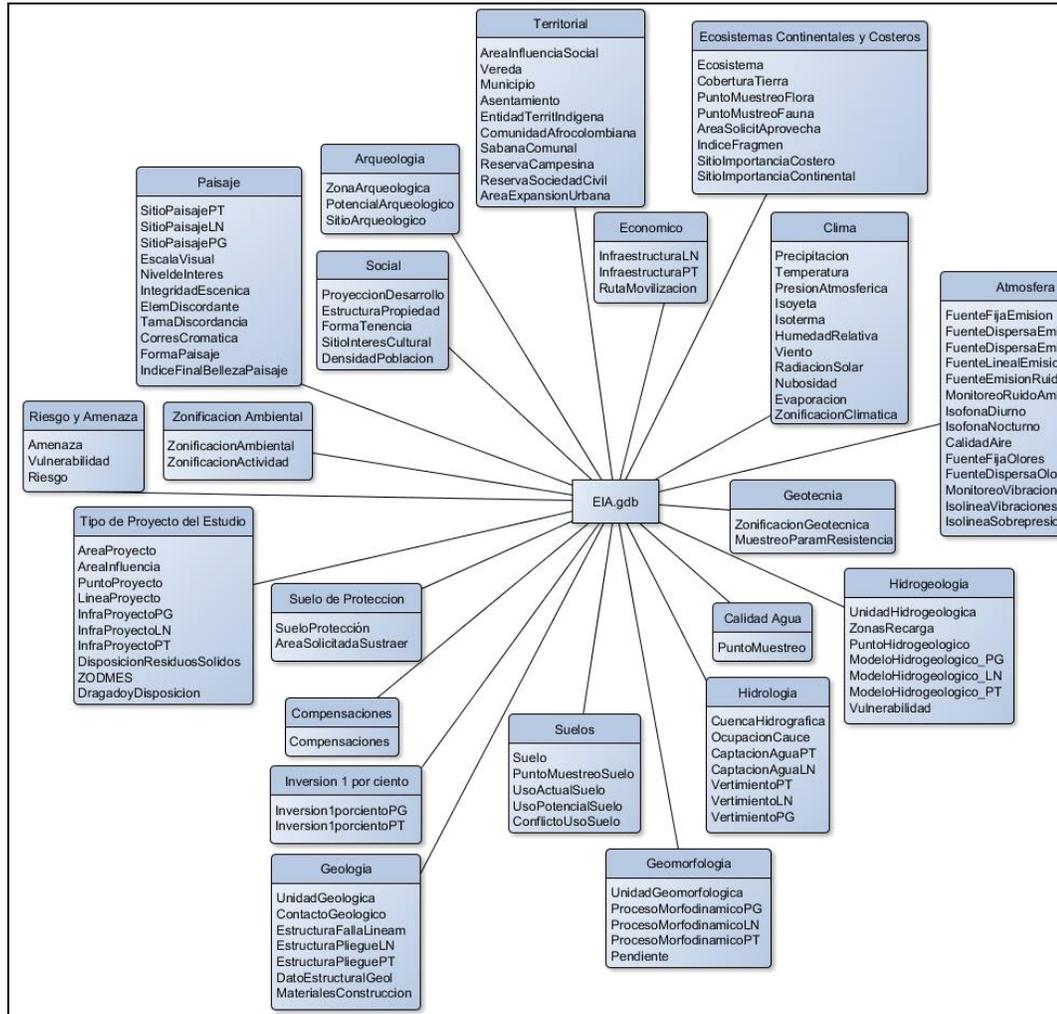
Para la consolidación de la cartografía topográfica y el mapa base se utilizó información digital del IGAC, conformando un vínculo geográfico para todas las capas temáticas que se utilizan en el proyecto. Los datos están contenidos en una geodatabase, con información a escala 1:25.000; esta se compone de *feature datasets* que contiene *feature class*, tal como se muestra en la Figura 2.15.



**Figura 2.15 Organización y contenido de la GDB para cartografía base**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016

Para la cartografía temática se utilizó como fuente de referencia lo planteado por la ANLA, aplicando el modelo de datos que determina los dominios y metadatos que respaldan la información contenida en diez *feature datasets* y 150 *feature class* (Figura 2.16).



**Figura 2.16 Organización y contenido de la GDB para cartografía temática**

Fuente Géminis Consultores Ambientales S.A.S, 2016

– *Topología*

Con el objetivo de generar información sin errores, se corrió el modelo de topología para todos los feature class, para evitar la sobre posición, datos duplicados y vacíos geográficos.

– *Salidas gráficas*

Teniendo en cuenta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, se diseñaron varias plantillas para, los mapas que se encuentran en

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

anexos del documento técnico, las salidas graficas tamaño carta, y los mapas empleados en trabajo de campo.

Dentro de las salidas graficas se encuentran atributos como línea, punto y polígono, los cuales se complementan con imágenes satelitales y ortofotos; esto permite mayor ubicación e interpretación de las características geográficas. Por otra parte, los formatos en los que se encuentran los mapas son \*.jpg, \*.pdf y \*.mxd.

– *Metadatos*

Para la consolidación de este ítem se partió de la plantilla institucional de metadatos incluida en el modelo de la GDB de la ANLA de acuerdo a la resolución 1415 de 2012. El diligenciamiento de esta información se realizó en formato .xlsx y .xml teniendo en cuenta los estándares ISO 19115. Dicha información se generó para cada uno de los feature class, y acordes a la codificación previamente establecida.

## 2.4. Información del Consultor

Consultores Géminis S.A.S., sociedad identificada con el Nit. 900.065.324-5, con su grupo de profesionales y técnicos en las áreas ambientales, sociales, ingeniería y otros, llevó a cabo la consultoría para el desarrollo y elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, dando cumplimiento a la resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, por la cual se adoptan los términos de referencia para el trámite de la Licencia Ambiental de los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o túneles con sus accesos.

En la Tabla 2.35, se relaciona el grupo de profesionales del Consultor ambiental, responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

**Tabla 2.33. Consultor y Grupo de Profesionales**

INFORMACIÓN DEL CONSULTOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL EIA PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA-PASTO, SECTOR PEDREGAL CATAMBUCO GEMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S.				
CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	DOCUMENTO	PROFESIÓN	LUGAR DE RESIDENCIA
DIRECTOR DEL PROYECTO	Contreras Jaramillo Henry	79.510.007	Geólogo. Especialización Gerencia del Medio Ambiente	Bogotá D.C.
INTERVENTORES DEL PROYECTO	Díaz Crespo Fabio Alejandro	79.366.738	Administrador de Empresas	Bogotá D.C.
	Pinzón Esplá Álvaro Ignacio	6.773.481	Biólogo Marino	Bogotá D.C.
	Reinales Jane Roció	52.277.523	Bachiller	Bogotá D.C.
COORDINADORA DE ESTUDIOS	Morillo Paz Anjuly Tatiana	1.085.262.082	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
AUXILIAR DE COORDINACIÓN	Erazo Sepúlveda Laura Andrea	1.085.311.037	Estudiante Agroforestal	San Juan de Pasto
INTEGRADORES DE ESTUDIOS	Delgado Bravo Derian Manuel	1081592739	Ingeniería Agronomía	San Juan de Pasto
	Moreno Torres Lilia Teresa	51.719.956	Bióloga Marina Especialización Ecoambiente y Desarrollo	Bogotá D.C.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Compendio de Vías	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

**INFORMACIÓN DEL CONSULTOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL EIA  
PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA-PASTO, SECTOR PEDREGAL CATAMBUCO  
GEMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S.**

CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	DOCUMENTO	PROFESIÓN	LUGAR DE RESIDENCIA
	Penagos Carvajal Edna Julieth	1.010.167.679	Administración Ambiental	Bogotá D.C.
	Pinto Pinto Gerardo	79.299.611	Gerencia en Recursos Naturales	Bogotá D.C.
	Valbuena Gómez Eduar Alfonso	1.020.719.025	Ingeniería Ambiental.	Bogotá D.C.
	Villota Cerón Diana Elizabeth	1.085.257.645	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
<b>ÁREA ABIÓTICA</b>				
PROFESIONALES AMBIENTALES	Olaya Camacho Martha Ludivan	53.122.886	Ingeniería Ambiental y Sanitaria	San Juan de Pasto
	Vela Figueroa Carmenza	27.388.875	Ingeniera Sanitaria y Ambiental	San Juan de Pasto
GEOLOGO	Celis Arias David Mauricio	1.098.721.478	Geología	San Juan de Pasto
TECNOLOGO AMBIENTAL	Meneses Suarez Jesús Eider	1.080.900.292	Tecnología Ambiental	San Juan de Pasto
AUXILIARES AMBIENTALES	Guzmán Santacruz Vivian Ximena	1.085.296.976	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Jiménez Cruz Javier Fernando	1.085.298.556	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Páez Montero Iván David	1.131.084.491	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Rosero Mora Yamile Alexandra	59.310.046	Tecnología Ambiental	San Juan de Pasto
	Vacca Yuli Johana	1'089.243.997	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
AUXILIAR DE SUELOS	Salazar Goyes David Ricardo	1.085.294.393	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
<b>ÁREA BIÓTICA - FORESTAL</b>				
COORDINADORAS FORESTALES	Palacios Montenegro Deisy Soraida	1.085.263.256	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Ruales Torres Emilsen Vianey	59.314.958	Tecnología en Formación	San Juan de Pasto
	Torres Cerquera Lucy	40.077.531	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
PROFESIONALES FORESTALES	Hormaza Guevara Lisseth Yurany	37.086.048	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Amaguaña Moreno Christian Robinson	1.087.959.116	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Caicedo Leyton Lizeth Natalia	1.087.408.826	Ingeniera Forestal	San Juan de Pasto
	Ceballos Ceballos Erika Alejandra	1.085.281.180	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Muñoz Acosta Hernán Efraín	1.088.972.251	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Muñoz Ceballos Jairo Alonso	1.085.278.910	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Muñoz Ramírez Stephanny Lucia	1.085.287.606	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Ramos Tulcán Johana Catherine	1.085.284.663	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Rosero Córdoba David Alexander	13.072.097	Ingeniera Agroforestal	San Juan de Pasto
	Villota Villota Jaime Augusto	1.085.283.973	Ingeniería Forestal	San Juan de Pasto
	Zambrano Romero Christian Ricardo	1.085.276.964	Ingeniero Agroforestal	San Juan de Pasto
	BIOLOGOS EPIFITOS	Forero Cano Andrés Mauricio	10.601.703.653	Biología
Gómez Millan Diego Armando		80.926.341	Tecnología en Gestión Agropecuaria	Bogotá D.C.
AUXILIARES FORESTALES	Naspiran Villota Harold Jonny	1.087.959.377	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Ocaña Alvarado Sara Milena	1.085.294.546	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
<b>ÁREA BIÓTICA - FAUNA</b>				
COORDINADOR BIÓTICO - FAUNA	Torres Martínez John Fredy	7.438.179	Biología	San Juan de Pasto
BIOLOGOS	Almarío Vacuero Leidy Johana	1.117.523.729	Biología	San Juan de Pasto
	Astorquiza Onofre Juranny Milena	59.311.550	Biología	San Juan de Pasto
	Castillo Chingal Karen Lizeeth	1.085.286.282	Biología	San Juan de Pasto
	Rosero Mora Yuri	37.087.813	Biología	San Juan de Pasto
	Caro Cruz Flor Alicia	52.834.191	Biología	San Juan de Pasto

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

**INFORMACIÓN DEL CONSULTOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL EIA  
PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA-PASTO, SECTOR PEDREGAL CATAMBUCO  
GEMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S.**

CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	DOCUMENTO	PROFESIÓN	LUGAR DE RESIDENCIA
	Pérez Villota José Ernesto	1085262036	Biología	San Juan de Pasto
	Rodríguez Caicedo Roberth Adrián	52.076.610	Biología	San Juan de Pasto
<b>ÁREA SOCIOECONÓMICA</b>				
COORDINADORES SOCIALES	Murillo Tinoco Erika Del Pilar	52.177.323	Sociología. Especialización Análisis de Política Pública	Bogotá D.C.
	Palomenque Manyoma Carmen Elisa	66918123	Economía	Bogotá D.C.
	Parrado Gamba Carlos	79.127.745	Trabajo Social	Bogotá D.C.
PROFESIONALES SOCIALES	Díaz Erazo Betty Mercedes	27.296.366	Antropología	San Juan de Pasto
	Enríquez Rivera Viviana Marcela	1.085.277.386	Trabajo Social	San Juan de Pasto
	Meza Bastidas María Nelly	59.828.627	Administración De Empresas	San Juan de Pasto
	Riascos Casanova Dally Nancy	59.831.097	Sociología	San Juan de Pasto
	Torres Caicedo Estefany Susana	1.085.270.431	Sicología	San Juan de Pasto
	Torres Hernández Mery Estefanía	1.085.258.842	Sicología	San Juan de Pasto
	Toro Arias Andrés Felipe	1'053.765.131	Sociología	San Juan de Pasto
	Díaz Vivas Ruth Viviana	1.085.246.050	Sicología	San Juan de Pasto
	Álvarez Benavides Felipe Esteban	1.085.275.901	Estudiante	San Juan de Pasto
AUXILIARES SOCIALES	Apraez Narvaez Luis Carlos	1.085.297.763	Licenciatura en Ciencias Naturales	San Juan de Pasto
	Arizala Guerrero Leiner	1.087.189.695	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Cabrera Barona Sandra Patricia	59.821.193	Sociología	San Juan de Pasto
	Coral Coral Jerónimo	12.752.038	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Duarte Chávez Daniela Margarita	1.085.287.963	Sociología	San Juan de Pasto
	Fuertes Romero Karina Leonela	1.085.265.844	Ingeniería en Producción Acuícola	San Juan de Pasto
	Guerrero Guerron Leidy Viviana	1.085.277.018	Geografía	San Juan de Pasto
	Guerrero Riascos Angie Katheryn	1.085.283.635	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	León Cabrera Danny Juszeff	108.522.133	Pregrado	San Juan de Pasto
	Mena Obando María Fernanda	1.004.189.482	Psicología	San Juan de Pasto
	Muñoz Ramírez José Luis	1.085.272.746	Licenciado e Educación Básica	San Juan de Pasto
	Muñoz Risueño Alejandra Del Pilar	27.094.930	Psicología	San Juan de Pasto
	Muñoz Rodríguez Julio Cesar	1.085.267.705	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Narvárez Dorado Darío Fernando	1.085.291.506	Derecho	San Juan de Pasto
	Ordoñez Ortiz Andrés Javier	1.085.274.501	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Piarpusan Pismac Daira Lucy	59.825.424	Administración Financiera	San Juan de Pasto
	Portilla Chávez Diana Lizeth	1.123.303.140	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Portilla Jiménez Amanda Andrea	59.830.466	Sociología	San Juan de Pasto
	Tovar Obando Ana Catherine	1.085.292.680	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Vallejo Almeida Yeison Andrés	1.086.136.586	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Luna Mesías Ricardo Edmundo	98.387.818	Administración Pública	San Juan de Pasto
	Portilla Erazo Ángela Milena	1.085.301.882	Geografía	San Juan de Pasto
	Wilmer Darío Rodríguez	1.085.291.498	Social	San Juan de Pasto
Riascos María Cielo	1.085.249.954	Sicología	San Juan de Pasto	
<b>ÁREA SIG</b>				
COORDINADORA ÁREA SIG	Guerrero Benavides Vanessa	1.085.267.377	Geografía	San Juan de Pasto
PROFESIONALES SIG	Cabrera Carlos	1.085.252.599	Geografía	San Juan de Pasto

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

**INFORMACIÓN DEL CONSULTOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL EIA  
PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA-PASTO, SECTOR PEDREGAL CATAMBUCO  
GEMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S.**

CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	DOCUMENTO	PROFESIÓN	LUGAR DE RESIDENCIA
	Erazo Montenegro Yanira Yoli	1.085.264.525	Geografía	San Juan de Pasto
	García Zambrano Pedro Fernando	13.070.028	Geografía Aplicada	San Juan de Pasto
	Perez Parra Sandra Milena	1.030.601.485	Ingeniería Topográfica	Bogotá D.C.
	Piratova Silva Michael Roger	1.024.514.148	Geografía Msc. Ordenamiento Urbano regional	Bogotá D.C.
AUXILIARES SIG	Benavides Bolaños Dany Arbey	1.085.252.313	Geografía	San Juan de Pasto
	López Lagos Diana Carolina	1.085.269.947	Geografía	San Juan de Pasto
<b>ÁREA DE INGENIERIA CIVIL</b>				
COORDINADORA INGENIERÍA CIVIL	Erazo Mafla Cruz Janneth Lucia	1.085.283.788	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
PROFESIONALES INGENIERA CIVIL	Delgado Bravo Maya	1.081.593.654	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
	Arcos Trejos Karen Ximena	1.085.277.833	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
	Bastidas Guascas Carlos Alberto	1.085.274.479	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
	Diaz Vargas Jorge Alexander	87.061.355	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
AUXILIARES DE INGENIERIA	Musicue Alan Fernando	1.123.327.077	Ingeniería Civil	San Juan de Pasto
	López Mera Verónica Andrea	1.087.406.479	Ingeniera Civil	San Juan de Pasto
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL</b>				
EVALUADOR ECONÓMICO	Marín Marín Wilmer José	80.108.651	Economía. Especialización Evaluación Social de Proyectos	
<b>LABORATORIO</b>				
LABORATORIO	Barrera Villareal Jorge Enrique	1.140.841.362	Ingeniería Mecánica	San Juan de Pasto
	Davalos Romero Jaime Andrés	94.387.526	Tecnólogo en Gestión de Producción Agropecuaria	San Juan de Pasto
	Duarte Chávez Duvian David	1.129.495.930	Ingeniería Industrial	San Juan de Pasto
	Palacios Hernández Sirly Lolany	55.305.251	Biología	San Juan de Pasto
	Rivera Flores Jerry Johan	1.048.291.511	Tecnología En Salud Ocupacional	San Juan de Pasto
	Sadder Nixon	1'143.447.598	Ingeniería Industrial	San Juan de Pasto
<b>AUXILIARES DE CAMPO</b>				
AUXILIARES DE CAMPO	Astaiza Calvache José Rolando	10.754.234	Básica Secundaria	San Juan de Pasto
	Burbano Pizarro Carlos Fernando	98346724	Básica Primaria	Yacuanquer
	Burbano Pizarro Rubén Darío	1087958551	Básica Primaria	Yacuanquer
	Cano Ceballos Carlos Yexsi	98.436.610	Bachiller Agropecuario	Yacuanquer
	Chávez Riascos Luis Hernando	98.345.722	Básica Primaria	Yacuanquer
	Erazo Popayán Gerardo Agustín	5379516	Docente	Yacuanquer
	García Arellano Hugo Albeiro	1089292971	Bachiller Académico	San Juan de Pasto
	Gómez Gómez Luis Hernando	1087959364	Básica Primaria	Yacuanquer
	Insuasty Riascos Hugo Heraldo	1087958596	Básica Primaria	Yacuanquer
	Meneses Sánchez Mario Andrés	87.061.037	Tecnología en Producción Ganadera	Anganoy
	Quejuan José Carlos	98.345.624	Básica Primaria	Yacuanquer
	Riascos Chávez Diego Fernando	1087960216	Básica Primaria	Yacuanquer
	Riascos Chávez Juan Carlos	1087958540	Básica Primaria	Yacuanquer
	Riascos Riascos Liliana Maricela	1.087.958.899	Básica Secundaria	Yacuanquer
	Riascos Torres Luis Eudoro	5.379.401	Básica Primaria	Yacuanquer
Rodríguez Toro Álvaro Javier	12.969.289	Bachiller	San Juan de Pasto	

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10 Julio de 2017

**INFORMACIÓN DEL CONSULTOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL EIA  
PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA-PASTO, SECTOR PEDREGAL CATAMBUCO  
GEMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S.**

CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	DOCUMENTO	PROFESIÓN	LUGAR DE RESIDENCIA
	Rojas Sánchez Eladio	1.123.205.960	Producción en Especies Menores	San Juan de Pasto
	Rúales Erazo Jonathan Byron	1.085.284.224	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Villota Portillo Jhon Jairo	1.087.959.511	Ingeniería Agroforestal	San Juan de Pasto
	Villota Urbina Juan Carlos	1.086.223.452	Bachiller Académico	Yacuanquer
<b>APOYO ADMINISTRATIVO - ÁREA ADMINISTRATIVA SEDE SAN JUAN DE PASTO</b>				
COORDINADORA ADMINISTRATIVA	Burgos Rodríguez Lucia Constanza	59.819.214	Economía	San Juan de Pasto
AUXILIAR DE ADMINISTRACIÓN	Meneses Morillo Julieth Marcela	1.085.270.465	Tecnología en Contabilidad y Finanzas	San Juan de Pasto
PROFESIONALES SISO	Hernández Benavides Byron Javier	87.068.127	Ingeniería Ambiental	San Juan de Pasto
	Ortiz Arturo María Constanza	59.815.811	Ingeniería de Alimentos	San Juan de Pasto

Fuente: Géminis Consultores Ambientales S.A.S 2016