
 <p><b>NUEVO CAUCA</b>  <small>ASOCIACIÓN PLURIPARTIDARIA PARA EL FUTURO</small></p>	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p>Consortio</p>  <p><b>CCA</b> <small>CONSULTORIA</small> <b>plyma</b>  <small>PLANES Y MANEJOS AMBIENTALES</small></p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORIA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017


**PROYECTO: “PROYECTO SEGUNDA CALZADA POPAYÁN – SANTANDER DE QUILICHAO, UNIDAD FUNCIONAL 4, MONDOMO – SANTANDER DE QUILICHAO”**

**INFORME FINAL**

**VERSIÓN 1**

**ABRIL DE 2017**

<p><b>Elaborado por:</b>          Consorcio CCA CONSULTORIA-PLYMA</p>	<p><b>Revisado por:</b>          Grupo Técnico Principal</p>	<p><b>Aprobado por:</b>          Consorcio Nuevo Cauca</p>
<p><b>Fecha:</b>          Abril 2017</p>	<p><b>Fecha:</b>          Abril 2017</p>	<p><b>Fecha:</b>          Abril 2017</p>

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

## TABLA DE CONTENIDO

2	GENERALIDADES .....	2.1
2.1	ANTECEDENTES.....	2.1
2.1.1	Solicitud de pronunciamiento ante la ANLA .....	2.2
2.1.2	Respuesta de la ANLA .....	2.2
2.1.3	Recomendación del Estructurador Integral .....	2.8
2.1.4	Gestión ante la Corporación Autónoma Regional .....	2.8
2.1.5	Gestión ante las Personerías Municipales de Santander de Quilichao y Popayán. .....	2.9
2.1.6	Explotación de fuente de materiales .....	2.10
2.1.7	Permiso de recolección con fines de elaboración de estudios ambientales ....	2.10
2.1.8	Análisis sobre el proceso de consulta previa .....	2.10
2.2	ALCANCE .....	2.12
2.2.1	Limitaciones y/o restricciones del EIA.....	2.14
2.3	METODOLOGIA.....	2.14
2.3.1	Áreas de influencia .....	2.14
2.3.2	Caracterización del área de influencia .....	2.18
2.3.2.1	Medio Abiótico.....	2.18
2.3.2.2	Medio Biótico .....	2.54
2.3.2.3	Medio Socioeconómico .....	2.93
2.3.2.4	Servicios ecosistémicos .....	2.106
2.3.3	Zonificación ambiental.....	2.107
2.3.3.1	Zonificación del medio físico .....	2.109
2.3.3.2	Zonificación del medio biótico .....	2.113
2.3.3.3	Zonificación del medio socioeconómico y cultural .....	2.114
2.3.3.4	Zonificación de Sensibilidad ambiental general.....	2.118
2.3.3.5	Áreas o elementos con sensibilidad dominante o especial.....	2.119

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

2.3.3.6	Zonificación de sensibilidad ambiental final .....	2.121
2.3.4	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.....	2.121
2.3.5	Evaluación ambiental.....	2.122
2.3.5.1	Identificación y Evaluación de impactos ambientales .....	2.122
2.3.5.2	Identificación de acciones impactantes .....	2.122
2.3.5.3	Identificación de componentes ambientales susceptibles a recibir cambios o impactos .....	2.123
2.3.5.4	Cualificación y cuantificación de los impactos .....	2.123
2.3.5.5	Análisis de impactos y sus efectos .....	2.126
2.3.6	Zonificación de manejo ambiental.....	2.127
2.3.7	Evaluación económica ambiental.....	2.128
2.3.7.1	Valoración monetaria de los impactos más relevantes .....	2.129
2.3.7.2	Descuento del flujo de beneficios y costos .....	2.129
2.3.7.3	Aplicación de los criterios de decisión .....	2.130
2.3.7.4	Análisis de sensibilidad .....	2.131
2.3.8	Planes y Programas .....	2.132
2.3.8.1	Plan de Manejo Ambiental .....	2.132
2.3.8.2	Otros Planes y Programas .....	2.137
2.3.9	Geodatabase .....	2.142
2.3.9.1	Modelo de datos.....	2.142
2.3.9.2	Captura de la información .....	2.149
2.3.9.3	Metadatos .....	2.149
2.3.9.4	Simbología .....	2.150
2.3.10	Equipo de trabajo .....	2.150

### LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Actividades del proyecto .....	2.15
---	------


	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Tabla 2.2 Impactos ambientales a tenidos en cuenta para la delimitación del AI .....	2.16
Tabla 2.3 Fotografías aéreas utilizadas .....	2.18
Tabla 2.4 Criterios para evaluar calidad visual del paisaje.....	2.21
Tabla 2.5 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.....	2.23
Tabla 2.6 Rangos establecidos para determinar el grado de conectividad los ecosistemas naturales de tipo boscoso identificados .....	2.27
Tabla 2.7 Recipientes empleados y preservación de las muestras.....	2.31
Tabla 2.8 Especificaciones técnicas del análisis en el laboratorio.....	2.34
Tabla 2.9 Categorías de tamaño a evaluar .....	2.57
Tabla 2.10 Parámetros estadísticos.....	2.65
Tabla 2.11. Esfuerzo de muestreo de la comunidad de aves mediante redes de niebla. ....	2.70
Tabla 2.12. Esfuerzo de muestreo de la comunidad de aves mediante transectos de observación. ....	2.71
Tabla 2.13. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la herpetofauna. ....	2.75
Tabla 2.14. Esfuerzo de muestreo para mamíferos voladores en el área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao. ....	2.77
Tabla 2.15. Medidas morfométricas para la determinación taxonómica de mamíferos voladores.....	2.78
Tabla 2.16. Esfuerzo de muestreo para trampas Sherman en el registro de mamíferos pequeños del área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao. ....	2.79
Tabla 2.17. Esfuerzo de muestreo para cámaras trampa utilizadas en el registro de mamíferos medianos y grandes del área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao. ....	2.80
Tabla 2.18 Esfuerzo de muestreo mediante recorridos de observación para mamíferos medianos y grandes en el área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao. ....	2.81
Tabla 2.19. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la íctiofauna.....	2.85
Tabla 2.20. Técnicas de preservación, movilización y transporte para la ictiofauna.....	2.85
Tabla 2.21. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para fitoplancton.....	2.86



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Tabla 2.22. Técnicas de preservación, movilización y transporte para fitoplancton.....	2.86
Tabla 2.23. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para el zooplancton.....	2.87
Tabla 2.24. Técnicas de preservación, movilización y transporte para el zooplancton..	2.87
Tabla 2.25. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la comunidad bentónica. .....	2.89
Tabla 2.26. Técnicas de preservación, movilización y transporte para la comunidad bentónica.....	2.89
Tabla 2.27. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para el perifiton. ....	2.90
Tabla 2.28. Técnicas de preservación, movilización y transporte para el perifiton. ....	2.90
Tabla 2.29. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para las macrófitas.....	2.91
Tabla 2.30. Técnicas de preservación, movilización y transporte para las macrófitas...	2.91
Tabla 2.31. Obtención, consulta y análisis de información secundaria.....	2.93
Tabla 2.32. Obtención, consulta y análisis de información primaria. ....	2.94
Tabla 2.33. Escala de rangos de sensibilidad de acuerdo con los resultados del ICA-NFS .....	2.111
Tabla 2.35. Categorías de sensibilidad para el medio físico.....	2.113
Tabla 2.36. Niveles de sensibilidad para el medio biótico .....	2.113
Tabla 2.37. Niveles de sensibilidad para el medio socioeconómico .....	2.118
Tabla 2.38. Áreas o elementos de sensibilidad dominante o especial.....	2.120
Tabla 2.39 Criterios de evaluación .....	2.123
Tabla 2.40 Rangos de calificación y valoración de la importancia ambiental .....	2.125
Tabla 2.41 Interpretación del indicador VPN.....	2.130
Tabla 2.42 Interpretación del indicador RBC.....	2.131
Tabla 2.43 Ficha Programa de manejo ambiental.....	2.132
Tabla 2.44 Ficha Plan de Seguimiento y Monitoreo .....	2.134
Tabla 2.45. Categoría de la amenaza. ....	2.135
Tabla 2.46. Criterios para calificar la vulnerabilidad. ....	2.135
Tabla 2.47. Rangos de valoración de riesgo. ....	2.136



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Tabla 2.48 Equipo de trabajo principal..... 2.151

### LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama metodológico general para la delimitación de áreas de influencia 2.17

Figura 2.2 Categorías del índice de escasez ..... 2.40

Figura 2.3 Teoría de los ciclos crecientes en los sistemas de aguas subterráneas..... 2.42

Figura 2.4. Metodología de trabajo del componente hidrogeológico. .... 2.43

Figura 2.5 Diseño de ZODME de relleno ..... 2.45

Figura 2.6 Diseño de ZODME en ladera ..... 2.45

Figura 2.7 Diseño de ZODME en terraza ..... 2.46

Figura 2.8 Diseño de ZODME en dique o muro de pie..... 2.47

Figura 2.9 Diseño de las parcelas de 100 m x 10 m..... 2.57

Figura 2.10 Diseño de las parcelas de 50 m x 20 m ..... 2.58

Figura 2.11 Métodos más apropiados para la medición de los individuos ..... 2.59

Figura 2.12. Esquema tipo para el monitoreo de comunidades bentónicas..... 2.87

Figura 2.13. Forma correcta de realizar los raspados (barridos) en sustratos para el muestreo de perifiton. .... 2.89

Figura 2.14 Marco para vincular los ecosistemas y el bienestar humano..... 2.107


Figura 2.15. Rangos de sensibilidad ambiental general. .... 2.119

Figura 2.15. Rangos de Zonificación Ambiental Final. .... 2.121

Figura 2.16. Equivalencia entre categorías de sensibilidad ambiental y manejo ambiental. .... 2.128


Figura 2.17. Criterios generales para la selección del sitio a compensar. .... 2.140

Figura 2.18 Plantilla institucional de metadatos para aplicación al modelo de datos de la geodatabase, según Resoluciones 1415 de 2012 y 0188 de 2013 ..... 2.150

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

## LISTA DE FOTOS

Foto 2.1 Análisis fisicoquímico in situ y toma de muestras puntuales .....	2.33
Foto 2.2 Toma de muestras integrada .....	2.33
Foto 2.3 Lanzamiento de cuerda para instalación de parcelas.....	2.60
Foto 2.4 Medición y codificación de individuos.....	2.60
Foto 2.5 Trabajo en red de niebla para extraer un ave capturada en bosque de galería. .....	2.69
Foto 2.6 Registro visual de aves en un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales. .....	2.71
Foto 2.7 Captura de herpetofauna mediante búsqueda libre.....	2.74
Foto 2.8 Sapo identificado en campo ( <i>Rhaebo haematiticus</i> ). .....	2.76
Foto 2.9 Red de niebla para la captura de pequeños mamíferos voladores.....	2.77
Foto 2.10 Trampa Sherman instalada para la captura de pequeños mamíferos no voladores. .....	2.79
Foto 2.11 Armadillo ( <i>Dasyopus novemcinctus</i> ) registrado en una cámara trampa. ....	2.80
Foto 2.12. Nasa y Atarraya .....	2.82
Foto 2.13. Equipo típico para pesca eléctrica. ....	2.83
Foto 2.14. Muestreo comunidad íctica con electropesca.....	2.84
Foto 2.15. Muestreo con red para plancton.....	2.86
Foto 2.16. Muestreo de comunidad béntica. ....	2.88
Foto 2.17. Muestreo comunidad de perifiton. ....	2.90

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

## 2 GENERALIDADES

El presente documento tiene como finalidad determinar el grado de afectación ecológica y social derivados de las actividades del proceso de construcción del Proyecto Segunda Calzada Popayán – Santander de Quilichao, Unidad Funcional 4 “Mondomo – Santander de Quilichao”, del departamento del Cauca, en el que se involucren las actividades propias del estudio de impacto ambiental EIA, a partir de la relación causa-efecto de las actividades de construcción, en donde se prevé el uso, intervención o aprovechamiento de recursos naturales.

En la elaboración se utilizarán métodos cuantitativos y cualitativos para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental e identificar cuales acciones de los procesos durante la construcción generan impactos sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, con el fin de adoptar las medidas de corrección, prevención, control, mitigación y/o compensación según sea el caso.


Teniendo en cuenta las condiciones del proyecto y los lineamientos establecidos en los pliegos del contrato, el contexto regional y geográfico de la zona de estudio; este documento EIA se realizó en tres fases, Pre-campo, Campo y Post-campo.

- ✓ Pre-campo: se realizó recopilación de información secundaria, en las páginas web oficiales de los municipios del área de influencia del proyecto. Posteriormente se desarrolló un cronograma de actividades y planeación. Se coordinó entre el grupo interdisciplinario la forma operativa para el cubrimiento a lo largo del corredor vial, tanto en recursos humanos como físicos.
- ✓ Campo: se realizaron visitas de campo desde el 16 de febrero de 2016 al 30 de abril, haciendo el reconocimiento y levantamiento de la línea base, con el propósito de recolectar información de primera fuente, tomar registros fotográficos, reuniones con la comunidad y otros datos en el área de influencia del proyecto.
- ✓ Post-campo: Para la elaboración de éste documento se revisó, ordenó y clasificó la información recolectada en las etapas de pre-campo y campo; retomando y ajustando información tanto documental, verbal y cartográfica que pudiera en algún momento dado servir para la elaboración del documento EIA.

### 2.1 ANTECEDENTES

A continuación, se desarrollan todos los aspectos relevantes del proyecto previo a la elaboración de EIA, por lo tanto, es de tener en cuenta que los aspectos en este ítem desarrollados obedecen a información en FASE II y pueden ser diferentes a la información relacionada en el capítulo 3. Descripción del proyecto.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

### 2.1.1 Solicitud de pronunciamiento ante la ANLA

En marzo de 2013, se presentó a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA la solicitud para determinación si el proyecto, obra o actividad, requiere o no de la elaboración y presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA para la “Construcción Segunda Calzada” adosada a la vía existente, entre Santander de Quilichao – Popayán, informando que se proyecta la optimización vial por los pasos urbanos en los sectores denominados: Santa Rita (Km 2), Piendamó (Km 23), Tunía (Km 27), Pescador (Km 43), Mondomo (Km 55), Quinamayo (67) y El Tajo (Km 69); sector que hace parte de la Ruta 25, codificada por el INVIAS en la red vial nacional “Regional Cauca”.

### 2.1.2 Respuesta de la ANLA

En abril de 2013, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, mediante la comunicación escrita 4120-2-13437, expresa:

*... En tal sentido, es necesario que la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, presente el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que se debe efectuar de acuerdo con las características abióticas, bióticas y socioeconómicas del área del proyecto, considerando los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia VI-TER-1-01 para la Construcción de Proyectos Viales, disponibles en la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales “ANLA”, link: Normativa / Documentos Estratégicos / Términos de Referencia.*

- Caracterización del Área de Influencia

*Con base a la información aportada por el solicitante y la consultada por el grupo de evaluación de la ANLA, a continuación, se presenta el análisis técnico de la necesidad o no de presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA desde cada uno de los medios abiótico, biótico y social:*

- Medio Abiótico

*El proyecto que en su concepto inicial es la construcción de la segunda calzada adosada a la existente entre Santander de Quilichao y Popayán, por las condiciones topográficas de la zona y las acciones antrópicas predominantes, contempla ajustes en el alineamiento del corredor vial presente por lo cual no se cumplirá en su totalidad con el concepto de construcción de una segunda calzada adosada a la existente; de forma puntual de ello se tiene:*

*De los 74 km del total del corredor vial, 21,9 km relacionados con el paso por centros poblados (7) se realizará en variantes (lo que la ANI llama optimización del trazo), es decir, el 30% del trazo vial del proyecto contempla la construcción de las dos calzadas por fuera del actual corredor vial.*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*Se reportan, sin cuantificar, varios tramos continuos de cierta longitud con radios reducidos y curvas consecutivas, inferiores a 50 m, cuando las condicionantes de diseño para la operación a 70 km/h no las permiten; ello generará cambios en los alineamientos de la calzada existente y la segunda proyectada como adosada.*

*De los 74 km del total del corredor vial, 5,5 km (corresponden al 3% del trazo total) presentan pendientes superiores al 7%, las cuales en un corredor vial con velocidad de diseño de 70 km/h no son viables; en este caso, bien se puede solucionar las pendientes mediante cortes y llenos, que afectarán la calzada existente y la nueva proyectada de forma adosada, o se podrán manejar con cambios de alineamientos para tener mayor desarrollo vial (mayor Longitud), y con ello menores pendientes.*

*Por lo anterior, al tener que más del 30% del trazo vial no respetará el corredor vial existente, para esta Autoridad en aras de la definición de los Términos de Referencia, contemplará el proyecto como de construcción de las dos calzadas, independiente del tipo de estudio ambiental finalmente requerido, una vez se analicen de forma integral los tres medios (abiótico, biótico y social).*

*Teniendo como base la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura, se tiene que la vía actual presenta tramos puntuales de altas pendientes y zonas montañosas, que pueden generar condiciones de inestabilidad de taludes, ante la ampliación del corredor vial y la consecuente construcción de la segunda calzada en zonas de cortes, o por la construcción de las dos calzadas en al menos el 30% del trazo vial del proyecto, que obligan a la adopción de medidas de manejo y control ambiental específicas y puntuales.*

*De forma específica para las variantes, se observa en las localidades de Piendamó y Mondomo que los trazados se localizan en el costado contrario de la zona donde se presentan los relieves escarpados, mientras que en los demás centros urbanos (Santa Rita, Tunía, Pescador, Quinamayo y Tajo) este factor no tuvo incidencia en la ubicación de las variantes. Es decir, los planteamientos de la ANI para las variantes a los centros poblados contemplaron las condiciones topográficas de la zona, buscando con ello reducir los movimientos de tierra de gran magnitud y la generación de factores desestabilizantes del suelo.*

*En el mapa de la ANI adjunto al documento presentado para este concepto, se observa una densa red de drenaje a lo largo del corredor vial existente, asociado al desarrollo del proyecto en zona de montaña, lo cual no generaría diferencias significativas en un planteamiento de alternativas para el desarrollo vial del proyecto, a excepción del paso por la población de Quinamayo, donde la ubicación de la variante por el costado izquierdo propuesta por la ANI reduce considerablemente el número de cauces a interceptar. La condición de drenaje de la zona para el proyecto señala la necesidad de diseñar estructuras*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*hidráulicas con la suficiente capacidad hidráulica para garantizar un adecuado funcionamiento y reducir las probabilidades de inundaciones y/o avalanchas.*

*De lo anterior se establece que es necesario para cada una de las optimizaciones viales (variantes en centros poblados y realineamientos puntuales del trazo vial existente), que se identifiquen las obras de drenaje a construir y la posible afectación sobre los cuerpos de agua de acuerdo a sus condiciones actuales. Se recomienda especial atención en los cruces sobre los ríos Piendamó, Quinamayo y Páez, cuyas intervenciones obligan a la construcción de puentes, para los cuales se deberá utilizar tecnología constructiva y equipos que permitan la ejecución de la obra con la menor afectación de sus cauces y rondas.*

*Se adelantó igualmente la revisión de las bases de datos con que cuenta esta Autoridad, tales como el Sistema de Información Geográfico (SIG WEB ANLA) y otras de uso público como Tremarctos Colombia, entre otros, con los cuales se establece la ausencia de condicionantes ambientales para el medio abiótico que justifiquen el planteamiento de alternativas para el desarrollo del proyecto vial, pues el mismo en su mayoría respeta el corredor vial existente y cruza por zonas ya intervenidas.*



*Por todo lo anterior, de acuerdo a la descripción de las anteriores condiciones físicas, las cuales se presentan de manera homogénea en el área de influencia del proyecto, desde el componente abiótico no se considera necesario presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, por el contrario, debe continuarse con el Estudio de Impacto Ambiental - EIA, buscando con el diseño vial reducir o minimizar al máximo las afectaciones de los componentes del entorno.*

*- Medio Biótico*

*Siguiendo el trazado de la vía del proyecto denominado Segunda Calzada Santander de Quilichao - Popayán en la imagen de satélite de Google Earth, se identifican coberturas intervenidas que corresponden a áreas de pastos limpios, mosaicos de pastos con espacios naturales, pastos arbolados y pastos enmalezados, con lo cual se infiere que la biodiversidad actual asociada a estas se ha visto sustancialmente reducida por la intervención antrópica.*

*A pesar de lo anterior, al correr la herramienta de alertas tempranas Tremarctos se identifica a lo largo de la segunda calzada Popayán - Santander de Quilichao y de los pasos urbanos, traslape con la capa de áreas de distribución de especies sensibles de fauna, correspondiendo principalmente al grupo de las aves y algunos anfibios (...).*

*Es así como al tratarse de un área que ya presenta la intervención de la vía existente, ya se causó un impacto por fragmentación de coberturas, con lo cual no es recomendable la selección de una alternativa diferente a la opción de que sea adosada a la actual a excepción de los pasos urbanos por áreas ya intervenidas como las plantea la ANI, ya que*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*se puede disminuir aún más la conectividad entre coberturas afectando especialmente la movilidad de especies de anfibios, reptiles y mamíferos.*

*En cuanto a las variantes de los centros poblados, en su mayoría no presentan intervención de áreas con vegetación arbórea ya que las coberturas cercanas a la vía actual son muy intervenidas, sin embargo se recomienda evitar al máximo el aprovechamiento de individuos arbóreos aislados presentes en las coberturas de pastos que puedan servir como perchas, atendiendo a la importancia biológica de la zona para las aves; y en caso de que se requiera, estimar en el uso y demanda de recursos forestales la compensación de los individuos aprovechados.*


*Por otro lado, la consulta en la herramienta de alertas tempranas Tremarctos y el SIG WEB de la ANLA, no se presenta traslape del trazado de la vía con figuras especiales de manejo como Reservas Forestales de ley 2da. Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, áreas protegidas reportadas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas y reservas naturales de la sociedad civil, sin embargo en el estudio ambiental finalmente definido, se debe realizar la verificación de este tipo de traslapes, especificando la fuentes de información y haciendo especial énfasis en categorías del nivel regional y local, incluyendo suelos de protección reportados en los Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial (lo anterior teniendo en cuenta que las figuras de escala local y regional pueden presentar actualizaciones que no se reflejen de manera inmediata en instrumentos de escala nacional como los consultados).*

*Adicionalmente, es importante resaltar que el trazado de la vía Popayán - Santander de Quilichao presenta traslapes con polígonos de la capa de prioridades de conservación a escala nacional 1:500.000, los cuales corresponden al tipo de ecosistema que se encontraba antes de la intervención antrópica y corresponden al Zonobioma Alterno Hígrico y Subxerofítico Tropical (...).*

*Con base en el anterior análisis, se considera desde el medio biótico que no es necesaria la realización de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas, ya que el trazado contemplado para la doble calzada implicaría la afectación de coberturas que ya presentan intervenciones antrópicas por estar cercanas a la vía existente, con lo cual otra alternativa más distanciada conllevaría la afectación de coberturas que presenten un mayor grado de naturalidad, generando mayores impactos a este medio.*

*- Medio Socioeconómico*

*A partir de la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI y la consulta realizada a través de los portales web de los diferentes municipios y de sus Planes Básicos de Ordenamiento Territorial, o para el caso de Popayán el Plan de Ordenamiento Territorial, se logró establecer que a nivel general la propuesta presentada para el adosamiento y optimización de la vía que de Santander de Quilichao conduce a Popayán,*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*contempló el análisis de factores relevantes de orden social. A continuación, se describen las características generales de la propuesta:*

*a) Los usos del suelo establecidos por cada municipio para el área de trazado de la propuesta vial, en todos los casos corresponden a zonas calificadas como reserva vial y compatible con usos industriales o de servicios.*

*b) Con respecto al trazado propuesto para el paso de los centros urbanos, se observa que en todos los casos las áreas de expansión urbana de estos municipios o corregimientos, se localizan al costado contrario de la zona donde se ha propuesto la vía - variante.*

*c) La propuesta de trazado para todo el corredor compromete el reasentamiento de viviendas dispersas a lo largo del mismo, por lo cual con el desarrollo de la segunda calzada adosada a la existente se debe buscar reducir dicha afectación, alternando de ser posible, los costados respecto a la vía existente por los cuales se desarrolle la nueva calzada. Es de resaltar que, para el caso del paso por los centros poblados, el trazado se proyecta por las zonas de menor densidad poblacional.*

*d) Otro factor importante lo constituye el hecho de no comprometer de manera visible territorios correspondientes a comunidades indígenas, pese a la gran influencia y significativa presencia de dichos pueblos en esta zona del país.*


*e) Para el caso del paso por los centros poblados, se evidencia a través de las imágenes proporcionadas por el solicitante, que ante un trazado de la vía adosada a la existente se generaría más impacto sobre la población asentada en las márgenes de estos corredores, por el inminente reasentamiento involuntario. La ANI contempla dentro de estos casos puntuales alternativas de trazado por alguno de los costados de estas poblaciones, que evidencian la gestión para minimizar los impactos por reasentamiento.*

*A nivel general se observa que las actividades relacionadas con la segunda calzada adosada a la vía existente, comprometerán directamente la reubicación de infraestructura dispersa ubicada en los costados de la vía, razón por la cual se demandará por parte de esta Autoridad, para cualquiera de los casos, la caracterización de esta población y la formulación de un plan de reubicación o reasentamiento con participación de la población en mención.*

*Para el trazado propuesto en los pasos por los centros poblados de Quinamayo, El Tajo y Mondomo, municipio de Santander de Quilichao, Pescador, municipio de Caldono, Tunía y casco urbano del municipio de Piendamó y Santa Rita, corregimiento de Popayán, a continuación, se resallan los aspectos de orden social más significantes:*

*(...).*

*Se observa en la Figura (...) que el centro poblado de Santa Rita se localiza al costado derecho de la vía actual, así mismo, sobre este corredor se identifican construcciones*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*dispersas a lo largo de la vía, esta característica conlleva a que la alternativa más viable para trazado a nivel social, se constituya en la proyección de la vía al costado izquierdo de la actual, conforme lo plantea la ANI.*

(...).

*El casco urbano del municipio de Piendamó constituye el caso más visible de afectación sobre la población si la vía propuesta se desarrollara por el margen derecho de la vía actual o por el mismo corredor vial existente, con lo cual la variante propuesta por la ANI al costado occidental es la más recomendable, tal como se puede apreciar en la anterior Figura (...).*

(...).

*Tal como se observa en la Figura (...), el centro poblado del corregimiento de Tunía se desarrolla en una mayor proporción hacia el margen izquierdo de la vía actual, allí se ubica el centro de servicios (iglesia, parque principal, inspección de policía, puesto de salud, establecimiento de servicios, etc.); adicionalmente y una vez consultado el PBOT del municipio de Piendamó, se estableció que el área de expansión de este centro poblado se ubica también hacia el costado izquierdo de la vía existente.*

(...).

*Para el caso del corregimiento de Pescador, se plantea el trazado de la vía por el margen derecho, en virtud a que el crecimiento poblacional se encuentra proyectado por el costado izquierdo del centro poblado, tal como se puede apreciar en la Figura (...).*

*En el caso del corregimiento de Quinamayo, la vía se propone por el costado izquierdo del corregimiento y corresponde a la zona menos poblada, es importante resaltar que por el costado contrario (derecho) se identificaron más intercepciones a vías interveredales y la ubicación del principal corredor de servicios sociales del sector (Ver Figura ...).*


(...).

*Para el caso del paso por el corregimiento de El Tajo, el plantear la optimización de la vía por el margen izquierdo demandaba para la interconexión con la vía actual la afectación de un mayor número de construcciones, tal como se puede apreciar en la Figura (...).*

(...).

*Y para el paso por el corregimiento de Mondomo, se evidencia en la Figura (...) la presión del proceso de asentamiento y crecimiento poblacional por el costado izquierdo, contrario al corredor propuesto por la ANI. (...).*

*En virtud de lo expuesto anteriormente, y a la luz de la información presentada y tomada para consulta, se considera que la propuesta vial presentada por la Agencia Nacional de*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*Infraestructura - ANI, representa a nivel social, la alternativa más viable y menos perjudicial para la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto. ...*

### **2.1.3 Recomendación del Estructurador Integral**

De acuerdo con la respuesta de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA, el Futuro Concesionario deberá realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), de conformidad con los Términos de Referencia VI-TER-1-01 para la Construcción de Proyectos Viales, disponibles en la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales “ANLA”, [www.anla.gov.co](http://www.anla.gov.co), link: Normativa / Documentos Estratégicos / Términos de Referencia; y a las definiciones sobre el Estudio a presentar, contenidas en la Comunicación 4120-2-13437.

### **2.1.4 Gestión ante la Corporación Autónoma Regional**

En el mes de septiembre de 2012, se realiza por correo físico el envío de la comunicación a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, solicitando la siguiente información:

- ✓ Existencia y estado de procesos sancionatorios relacionados con las obras viales que se hayan o estén adelantando en jurisdicción de cada una de las Corporaciones
- ✓ Existencia de parques naturales, zonas de reserva forestal, DMI, zonas de interés ambiental, zonas de la reserva civil, y cualquiera que aplique en jurisdicción de cada una de las Corporaciones



De lo solicitado, se generan las siguientes respuestas por parte de la Corporación, de acuerdo con:

- ✓ **Corporación Autónoma Regional del Cauca: respuesta 120-12-18603 de fecha 09 de noviembre de 2012:**

*... “En atención y dando aplicabilidad a la normatividad preexistente en el ordenamiento Jurídico y en especial a los preceptos fundamentales de la Constitución Política de Colombia, frente a las peticiones respetuosas, doy contestación de la misma dentro del término legal, de la siguiente manera:*

*Comendidamente me permito informar que en lo referente al punto uno (1) de su petitorio debo manifestarle que: Debidamente revisada la Tabla Dinámica de Sancionatorios a cargo de la Oficina Asesora Jurídica, no se encontró procesos activos o archivados, relacionados con las Obras Viales en el sector Santander de Quilichao (Departamento del Cauca) e Higerón, población limítrofe con el Departamento de Nariño.*

*De la misma manera debo manifestarle que frente al punto dos (2) de su respetuosa petición; revisados nuestros archivos en el sistema de información geográfico de la Corporación solamente se encontró información referente a zonas de reserva forestal, PNN y Humedales.*

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

*Las zonas de reserva de la Sociedad Civil son declaradas por la Unidad Especial de Parques Naturales Nacionales por lo que cualquier información en este tema debe solicitarle a PNN.” ...*

✓ **Corporación Autónoma Regional del Cauca: respuesta 120-12-18605 de fecha 09 de noviembre de 2012:**

*... “1- Debidamente revisada la Tabla Dinámica de Sancionatorios a cargo de la Oficina Asesora Jurídica, no se encontró procesos activos o archivados, relacionados con las obras viales en el sector Santander de Quilichao (Departamento del Cauca) e Higuera, población limítrofe con el Departamento de Nariño.*

*2- Revisados nuestros archivos en el sistema de información geográfico de la Corporación solamente se encontró información referente a zonas de reserva forestal, PNN y Humedales.*

*Las zonas de reserva de la Sociedad Civil son declaradas por la Unidad Especial de Parques Naturales Nacionales por lo que cualquier información en este tema debe solicitarle a PNN.*

*La anterior información se localizó en un mapa del departamento del Cauca escala 1:400000 y le será enviada junto con la presente en medio Magnético (formato png), para su conocimiento e información.” ...*

**2.1.5 Gestión ante las Personerías Municipales de Santander de Quilichao y Popayán**


Se realiza por correo físico el envío de las comunicaciones a las Personerías Municipales de Santander de Quilichao y Popayán, solicitando la siguiente información:

- ✓ Existencia y estado de procesos sancionatorios relacionados con las obras viales que se hayan o estén adelantando en jurisdicción de cada una de las Corporaciones
- Existencia de parques naturales, zonas de reserva forestal, DMI, zonas de interés ambiental, zonas de la reserva civil, y cualquiera que aplique en jurisdicción de cada una de las Corporaciones

✓ **Respuesta de la Personería Municipal de Santander de Quilichao:**

*... “En atención a su requerimiento realizado en el oficio del asunto, me permito informarle que este despacho no tiene conocimiento sobre la existencia y estado de procesos sancionatorios relacionados con las obras viales que se hayan o estén adelantando en el sector comprendido entre Santander de Quilichao y Mojarra. En cuanto a la existencia de parques naturales, zonas de reserva forestal, DMI, zonas de interés ambiental, zonas de la reserva civil, le sugiero remitirse a la CRC Cauca, que es la entidad competente para darle tal información.”*



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ **Respuesta de la Personería Municipal de Popayán:**

...“Comprometidos con el propósito de la promoción y guarda de los Derechos Humanos, la protección del interés público y la vigilancia de quienes desempeñan funciones públicas, me permito informarle que en virtud de lo señalado en el artículo 21 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, mediante oficios PM-No. 02944 y PM-No. 02945 del 18 de octubre de 2012, el Doctor JULIÁN ANDRÉS VELASCO ALBÁN Personero Municipal de Popayán (E), ofició a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC y a la dependencia local de Parques Nacionales Naturales, con el fin de solicitar la información por usted requerida.

*Una vez los mismos sean allegados a esta entidad, serán remitidos a usted para los fines pertinentes.*

**2.1.6 Explotación de fuente de materiales**

El proyecto no contempla inicialmente la explotación de fuentes de materiales, dentro del trámite de licenciamiento ambiental, los materiales se adquirirán de terceros que cumplan con lo dispuesto en el Decreto 74 de 27 de junio de 2013, la resolución 705 de 28 de junio de 2013 y sus modificaciones.

**2.1.7 Permiso de recolección con fines de elaboración de estudios ambientales**


La empresa Planes y Manejos Ambientales (PLYMA) S.A, cuenta con permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales para realizar en todo el territorio nacional y por una vigencia de dos (2) años, según Resolución 0395 del 09 de abril de 2015, la cual fue modificada según Resolución 0201 del 29 de febrero de 2016 con el fin de incluir las metodologías de caracterización de los grupos biológicos de vegetación terrestre (parcelas circulares), epifitas no vasculares y flora litófito (ver anexo 2.1 Permiso de estudio).

Igualmente, el 09 de febrero de 2016, se da inicio al trámite sobre el reporte de inicio de actividades del proyecto a la ANLA (ver anexo 2.3 Reporte inicio actividades).

**2.1.8 Análisis sobre el proceso de consulta previa**

Como es de conocimiento de la comunidad en general la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, adjudicó a Nuevo Cauca S.A.S., el contrato de concesión para la construcción de la segunda calzada entre Popayán - Santander de Quilichao, corredor estratégico que mejorará la movilidad y competitividad de la región suroccidental del país, así como la conexión con Ecuador.

Ahora bien, de conformidad con el Artículo 7, Numeral B, de la Ley 1682 de 2013 “POR LA CUAL SE ADOPTAN MEDIDAS Y DISPOSICIONES PARA LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y SE CONCEDEN FACULTADES EXTRAORDINARIAS”,

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

se estableció que las entidades públicas y las personas encargadas de la estructuración de los proyectos de infraestructura de transporte vial, deberán identificar en el área de influencia del proyecto la existencia o no de comunidades étnicas.

En cumplimiento de esta obligación legal el estructurador del proyecto procedió a elevar requerimiento a la Dirección de Consulta Previa, Adscrita al Ministerio del Interior a fin de determinar la existencia o no de comunidades étnicas, ubicadas en la zona de influencia. Con base en los Shapes (y demás documentación vigente) del proyecto aportados por el solicitante, el Ministerio procedió a emitir la certificación (ver anexo 2.2 Certificado Mininterior) número 856 “*Sobre la presencia o no de comunidades étnicas en las zonas de proyectos, obras o actividades a realizarse*” en donde se estableció “Que no se registra la presencia de Comunidades Indígenas, ROM y Minorías en el área del proyecto”. (Subrayados y Cursivas por fuera de los textos).

Pese a lo anterior la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, al revisar y analizar las características particulares del Proyecto, junto con la información aportada por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, considero necesario adelantar un Estudio de Impacto Ambiental, instrumento indispensable para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren de licencias ambientales, en el cual se analizarán los medios Bióticos, Abióticos y Socioeconómicos que conforman la zona de influencia del corredor concesionado.

El trazado inicial del Proyecto **NO** compromete los territorios correspondientes a Comunidades Indígenas, ROM y Minorías Étnicas, pese a la gran influencia y significativa presencia de estos pueblos en el Departamento del Cauca. El Concesionario entregará al Interventor los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico para todas las Unidades Funcionales dentro de los doscientos diez (210) días contados a partir de la suscripción del Acta de Inicio (Numeral 6.1 A, parte general del contrato de concesión). Para la elaboración de los insumos técnicos el Concesionario Nuevo Cauca S.A.S., ha procurado implementar las medidas del caso diseñadas para minimizar los impactos por reasentamiento, proyectando el trazado sobre zonas de menor densidad poblacional, arbórea e hídrica.

Aunado a lo anterior, para contrarrestar los efectos adversos, relacionados con el traslado involuntario, asociados con las actividades constructivas del proyecto, se cuenta con las herramientas contenidas en: **Resolución 077 de 2012**: “*Por medio de la cual se establecen los lineamientos de Gestión Social, para la elaboración y ejecución de planes de reasentamiento poblacional involuntario a unidades sociales ocupantes irregulares de terrenos requeridos para proyectos de infraestructura*”; **Resolución 545 de 2008**: “*Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios*”.

En la formulación del EIA, se debe acreditar la participación de la comunidad del área de influencia, así como para la radicación del EIA ante la ANLA, se requiere de la presentación

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

de los Documentos Anexos según artículo 24 del Decreto 2041 de 2014, entre los que se debe entregar, Certificado del Ministerio del Interior sobre presencia o no de comunidades étnicas, documento que será emitido con fundamento en el trazado definitivo del proyecto.

Realizadas las anteriores precisiones y aclaraciones, podemos concluir sin temor a equívocos, que la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI y el Concesionario Nuevo Cauca S.A.S., han obrado de conformidad con la legislación vigente aplicable al caso, respetando los derechos fundamentales que le asisten a los grupos étnicos, ajustando su conducta al principio de legalidad, sobre el cual deben erigirse las actuaciones administrativas, obrando de buena fe e integrando a los diferentes actores que pueden involucrarse con el desarrollo del proyecto de la Segunda Calzada entre Popayán y Santander de Quilichao.


Sin embargo, con el avance de los estudios previos y la definición más detallada de los diseños del proyecto, se encontró que en la zona estaban asentadas dos comunidades que se encuentran organizadas como Concejos Comunitarios de afrodescendientes: el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Cuenca del Río Páez-Quinamayó –CURPAQ- y Zanjón de Garrapatero. Es de mencionar que también durante las labores de caracterización social, el Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Cuenca del Río Páez-Quinamayó –CURPAQ- informó a la empresa Nuevo Cauca que no continuarían participando en las actividades asociadas al Estudio de Impacto Ambiental. Entre tanto, la empresa Nuevo Cauca S.A. solicitó a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales su concepto técnico en cuanto a la posible aplicabilidad de un documento PAGA para la Unidad Funcional 4, a lo que se dio respuesta con el Concepto técnico 58901 de noviembre del año 2016, de donde se desprende una nueva área de influencia para el Estudio de Impacto Ambiental que incluiría al consejo comunitario CURPAQ mas no al consejo de Zanjón de Garrapatero.

Frente a la solicitud realizada sobre un nuevo concepto en relación a la presencia de comunidades étnicas dentro del área de estudio, el 21 de febrero de 2017 el Ministerio del Interior, a través del certificado 0068, define PRIMERO que para el presente proyecto no aplica el proceso de Consulta Previa con comunidades indígenas, pues se encuentran por fuera del polígono, SEGUNDO define que SI requiere Consulta Previa con las comunidades afrodescendientes ubicadas en el área de influencia del proyecto.

Los documentos citados se pueden consultar en el Anexo 5.3.10\_Oficios, en Anexo 5.3\_Medio socioeconómico

## **2.2 ALCANCE**

El documento del Estudio de Impacto Ambiental se presenta conforme el contenido dispuesto por los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la Resolución 0751 de 2015, la cual sustituye los términos

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

de referencia acogidos por la Resolución 0111 del 28 de enero 2015 y esta a su vez sustituye los términos de referencia acogidos por las Resoluciones 1289 de 2006, 1283 de 2006 y 1559 de 2009.

En la elaboración del EIA se busca racionalizar el uso de los recursos naturales renovables, el medio ambiente y los recursos culturales, para la prevención, mitigación, corrección y compensación de los riesgos e impactos ambientales negativos, que pueda ocasionar la operación del futuro proyecto y potenciando los impactos positivos.

Igualmente, se busca generar la menor afectación ambiental posible sobre los medios físico, biótico y socioeconómico, para lo cual se emplean los recursos tecnológicos disponibles y se valora la sensibilidad ambiental al momento de definir el Proyecto.



Los diseños del proyecto, se presentan a nivel definitivo, indicando las principales características de los diferentes programas, obras o actividades del proyecto, tales como: la localización, disposición y el dimensionamiento general de las obras. Para el área de influencia se ha obtenido información primaria, obtenida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, tal como se indica en el Capítulo 5 sobre la caracterización del área del proyecto; además se emplearon fuentes secundarias.

Se presentan los impactos, identificándolos, dimensionándolos y evaluándolos cualitativamente y cuantitativamente para establecer el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y las comunidades (incluyendo los impactos asociados a la prestación de servicios ecosistémicos).

Se proponen las medidas de manejo para todos y cada uno de los impactos identificados, se establece el conjunto de estrategias, programas y/o proyectos estructurados en un Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual se formula a nivel de diseño e incluye la justificación, impacto tratado, etapa de aplicación, objetivos, metas, actividades, lugar de aplicación, población beneficiada, indicadores de eficiencia y efectividad, responsables, tecnologías a utilizar, resultados a lograr, costos y cronogramas de inversión y ejecución.

Se describen los mecanismos, espacios y procedimientos empleados para propiciar la participación de las comunidades afectadas, explicando los procesos participativos, de información y consulta de los impactos generados por el Proyecto y las medidas propuestas.

Se identifican los actores sociales del área de influencia (organizaciones comunitarias, entidades territoriales, grupos e instituciones, agencias ambientales, ONG, etc.) incluyendo todos los grupos potencialmente afectados por los posibles impactos ambientales significativos que puedan recaer sobre las comunidades cercanas al Proyecto.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Se identifican todos los programas y proyectos públicos y privados de carácter ambiental, social, económico, cultural y de infraestructura que se están desarrollando en el área de influencia del Proyecto, ya sean de orden Nacional, Departamental y/o Municipal, para evaluar la compatibilidad y buscar estrategias de armonización, articulación y coordinación interinstitucional cuando proceda.

Se realiza la evaluación económica de los impactos ambientales relevantes que se puedan presentar en el área de influencia del Proyecto, para lo cual se lleva a cabo la identificación y cuantificación física y monetaria de los beneficios y costos relevantes derivados de cambios en los bienes y servicios ambientales producidos por los recursos naturales renovables y el medio ambiente, para la cual se aplica la metodología propuesta en la resolución 1478 de 2003.

### **2.2.1 Limitaciones y/o restricciones del EIA**

No se presentaron limitaciones ni restricciones de fondo dentro del levantamiento de la información del EIA, excepto en algunos predios en los que los propietarios se reusaron a entregar información o no permitieron el acceso a estos.

### **2.3 METODOLOGIA**


A continuación, se describe la metodología desarrollada para la elaboración del EIA, en la cual se incluyeron procedimientos de recolección, procesamiento y análisis de la información tanto primaria como secundaria.

Para la elaboración del presente EIA se siguieron los términos de referencia específicos expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la Resolución 0751 de 2015 (el cual sustituye los términos de referencia acogidos por la Resolución 0111 del 28 de enero 2015 y este a su vez sustituye los términos de referencia acogidos por las Resoluciones 1289 de 2006, 1283 de 2006 y 1559 de 2009), para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental EIA, en Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles.

#### **2.3.1 Áreas de influencia**

De acuerdo con la definición de los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, *“el área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios”*.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la configuración del área de influencia para la elaboración de un Estudio de Impacto ambiental (EIA), debe ser argumentada de manera detallada y su delimitación debe realizarse con base en la trascendencia y el

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

alcance de los impactos ambientales y sociales a generarse durante la pre-construcción y construcción.

Para la delimitación del área de influencia se tuvieron en cuenta las posibles afectaciones sobre los diferentes componentes de los medios biótico, abiótico y socioeconómico y una estimación de su trascendencia geográfica para las diferentes etapas del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, inicialmente se identificaron las diferentes actividades del proyecto en cada una de sus etapas, tal como se presenta en la Tabla 2.1.


**Tabla 2.1. Actividades del proyecto**

FASE	ACTIVIDAD
PRE-CONSTRUCTIVA	Socialización y acercamiento con comunidades
	Adquisición de predios y servidumbres
	Instalación de infraestructura temporal
CONSTRUCTIVA	Contratación de mano de obra
	Contratación de bienes y servicios
	Desmante y limpieza del corredor vial
	Movilización de equipos, materiales, escombros y personal
	Demoliciones
	Excavaciones
	Cierre parcial de la vía
	Almacenamiento de materiales de construcción
	Conformación de terraplenes
	Conformación de la sub-rasante, base y sub-base granular y capa asfáltica
	Operación instalaciones temporales
	Construcción de puentes y viaductos
	Construcción casetas de peajes, zonas de pesaje.
	Manejo de taludes
	Construcción de obras hidráulicas (cunetas, alcantarillas y box coulverts)
	Manejo y disposición de material sobrante y escombros (ZODMES)
	Señalización horizontal y vertical
	Desvinculación de mano de obra
Finalización de contratos de adquisición de bienes y servicios	
Desmantelamiento de infraestructura temporal	
Recuperación de áreas afectadas (revegetalización de taludes y áreas intervenidas)	

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-Plyma, 2016.

Como parte integral del área de influencia se tuvieron en cuenta las vías de acceso a utilizar por el proyecto, para lo cual se utilizará la calzada existente (vía panamericana actual) como vía de acceso al proyecto. No se plantea construir vías auxiliares o de apoyo para la fase de construcción del proyecto.

Una vez definidas las actividades y su respectivo alcance, se definieron los impactos ambientales y socioeconómicos, teniendo en cuenta los componentes y medios que



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

configuran la oferta ambiental del área de estudio y para los cuales se definirá la trascendencia geográfica.

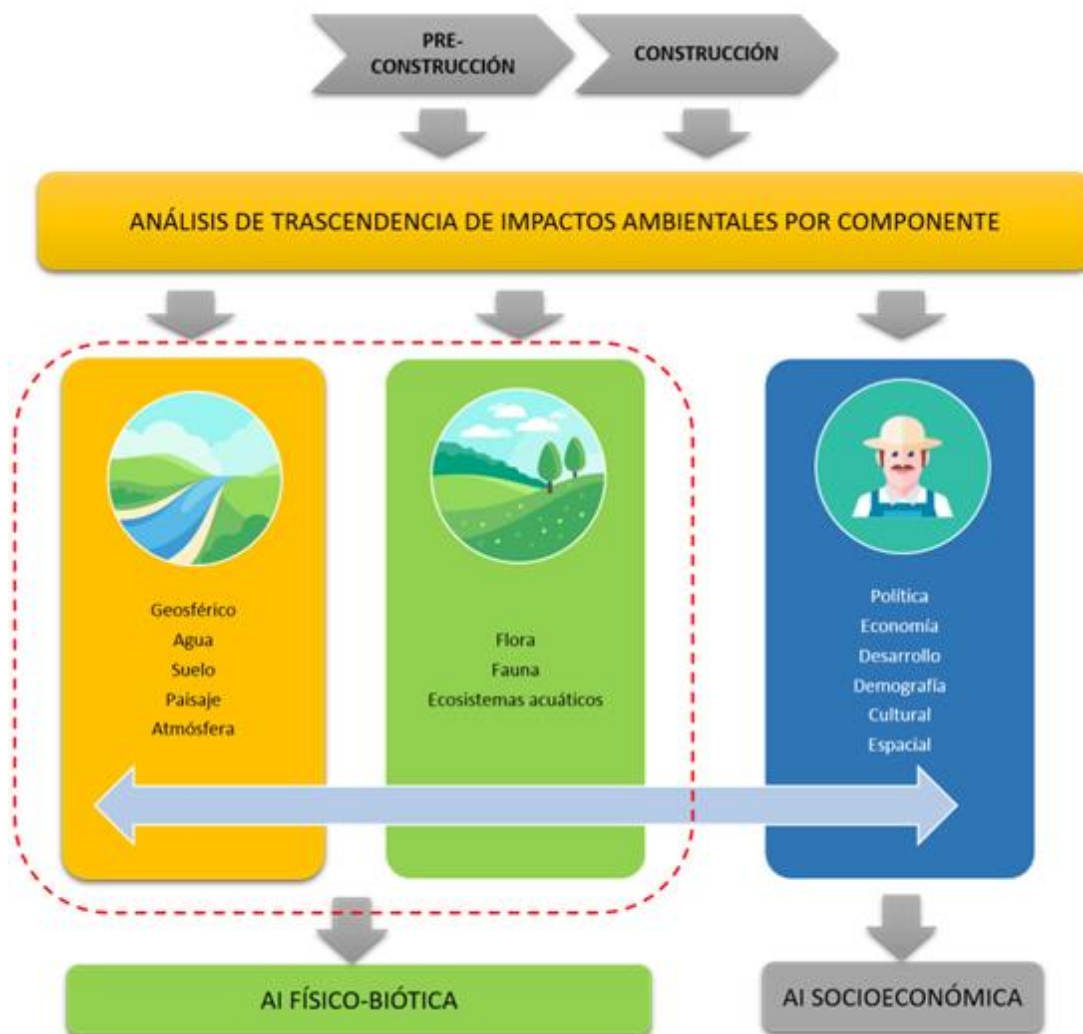
**Tabla 2.2 Impactos ambientales a tenidos en cuenta para la delimitación del AI**

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTOS
ABIÓTICO	GEOSFÉRICO	Modificación de la estabilidad del terreno
		Modificación de las geformas del terreno
		Pérdida del suelo
		Cambio en las propiedades físicas y químicas de los suelos
	PERCEPTUAL	Alteración del paisaje
	AGUA	Variaciones en las características físico-químicas y microbiológicas del agua superficial.
		Alteración de la disponibilidad del agua superficial
		Variaciones en las características físico-químicas y microbiológicas del agua subterránea.
		Alteración de la disponibilidad del agua subterránea
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases y material particulado
Alteración en los niveles de presión sonora		
BIÓTICO	ECOSISTEMA	Pérdida de hábitats y coberturas vegetales
		Alteración de la flora terrestre
		Modificación de las poblaciones de fauna terrestre
		Modificación de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas
SOCIOECONÓMICO	SOCIOECONOMICO-CULTURAL	Cambios en la dinámica poblacional
		Afectación de las condiciones de morbilidad de la población
		Cambio en la vulnerabilidad de población desplazada, retornada o en proceso de retorno
		Alteración de las dinámicas de movilidad, vías de comunicación y conectividad intra e interveredal
		Cambio en los índices accidentalidad vial
		Alteración en la prestación y calidad de servicios públicos y sociales
		Cambio en la dinámica de empleo
		Cambio en los usos del suelo
		Alteración en la dinámica socioeconómica del eje de la vía
		Cambio en las actividades productivas
		Modificación del nivel de ingresos de la población
		Cambio en los patrones culturales de las personas
		Afectación de sitios de importancia recreativa y cultural
		Pérdida o deterioro del patrimonio arqueológico, histórico o arquitectónico
		Desplazamiento involuntario de población
		Potenciación de conflictos sociales
Potenciación de acciones colectivas y organizaciones sociales		

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-Plyma, 2016.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017


A través de la integración de los resultados obtenidos con el análisis de los criterios anteriormente expuestos, se delimitan espacialmente las áreas de influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, cuyo proceso metodológico se presenta de manera general en la Figura 2.1.



**Figura 2.1 Diagrama metodológico general para la delimitación de áreas de influencia**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-Plyma, 2016.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

El análisis espacial realizado para la delimitación del AI del proyecto, fue realizado a través de un sistema de información geográfica (SIG) y como insumo básico para el análisis espacial se utilizaron las siguientes capas:

- ✓ Cartografía básica a escala 1:25.000 con base en información de la CRC e IGAC,
- ✓ Imágenes satelitales,
- ✓ Imágenes Lidar,
- ✓ Control de campo

La imagen Lidar e imágenes de satélite también fueron utilizadas para la delimitación de coberturas vegetales y cuerpos de agua presentes.

## **2.3.2 Caracterización del área de influencia**

### **2.3.2.1 Medio Abiótico**

A continuación, se describe la metodología específica que se empleó para la caracterización de la oferta ambiental de cada uno de los componentes y factores que se identificaron en el área objeto de estudio y podrían ser afectados por la ejecución del Proyecto.

#### 2.3.2.1.1 Geología

La metodología empleada consistió en el análisis y clasificación de información preexistente, trabajo de campo, incluyendo descripción macroscópica de muestras tamaño puño, descripción geológica de los núcleos obtenidos en los diferentes sondeos, aspectos geomorfológicos y las características geotécnicas los diversos estudios de laboratorios de suelos, para precisar en detalle la geología de cada unidad funcional, la cual condiciona la viabilidad del proyecto. Esta temática se abordó mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

#### A. Revisión bibliográfica

Se recopiló toda la información correspondiente al área en estudio y estudios previos que se citan a continuación:

- ✓ Estudios correspondientes a fase I y fase II.
- ✓ Planchas geológicas: 320, Buenos Aires, Escala 1:100.000. Ingeominas, 1999. 321, Santander de Quilichao, Escala 1:100.000. Ingeominas, 1999. 342, Popayán, Escala 1:100.000. Ingeominas, 1999. 343, Silvia, Escala 1:100.000. Ingeominas, 2003.
- ✓ Fotografías aéreas que se listan en la Tabla 2.3

**Tabla 2.3 Fotografías aéreas utilizadas**

Cuadrante	Vuelo	Sobre	Fotografías	Año
N5	M550-50-59	412	7323 - 7334	1959
N6	M550-50-59	413	7336 - 7356	1959

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Cuadrante	Vuelo	Sobre	Fotografías	Año
N6	C2397-34-89	35385	34-53	1989

Fuente: Fandiño S.A.S.- Infraestructura

#### B. Estudio geológico de detalle del alineamiento

Se realizaron recorridos de campo, siguiendo la vía actual y caminos existentes para el correspondiente levantamiento geológico mediante estaciones, para evaluar las características de las unidades y la elaboración de los mapas geológicos del corredor vial. Además, se realizó la evaluación del grado de influencia de los procesos exógenos, como el estado de erosión en los taludes expuestos.

También se realizó la identificación de fuentes de materiales, zonas aprovechables de materiales y áreas de disposición de materiales estériles.

- Caracterización geológica de los materiales en afloramiento

El estudio para la geología detallada se realizó mediante descripción litológica de muestras tamaño puño, mediciones directas de los diferentes afloramientos, correlaciones lito estratigráficas que permitieron hacer una unificación con las fases anteriores y estudios del programa de prospección geotécnica en ejecución simultánea a las respectivas visitas de campo.

- Elaboración de mapas y perfiles

A partir de la integración de la información geológica de superficie y exploración geotécnica, se presenta mapa y perfil geológico de la zona del proyecto.

##### 2.3.2.1.2 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas se obtuvieron a partir de la interpretación de la geología y los procesos morfodinámicos de la zona del trazado vial Popayán – Santander de Quilichao; se utilizó fotografías aéreas, modelo de elevación digital del terreno DEM a escala aproximada 1:75.000 y ortofotos, teniendo como soporte los mapas geológicos del INGEOMINAS (planchas 342, 320, 321 y 343).

Las Unidades Geomorfológicas para el Área de Influencia de la Unidad Funcional 4, se determinaron a partir de los siguientes criterios:

La conformación del Mapa Fotogeológico a escala 1:17000 con control de campo integra toda la información consecuente con los rasgos extraídos fotolitológica y estructuralmente de las fotografías aéreas estereoscópicas a escala 1:34000 y del DEM, los cuales fueron plasmados sobre las bases topográficas del IGAC en 1:25000.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017


Para la estructuración de dicho mapa se utilizó el procedimiento de metodología interpretativa, el cual incluye las siguientes fases:

- ✓ Conformación de la cartografía base de referencia (unión en mosaico de las planchas topográficas a escala 1:25.000).
- ✓ Interpretación fotogeológica a nivel de semidetalle: Consistió en el reconocimiento de unidades fotolitológicas y morfoestructuras, tomando como referencia los levantamientos geológicos de las unidades del Cenozoico en el valle del Cauca - Patía en el departamento del Cauca realizado por el INGEOMINAS a finales de los años 90s hasta el 2002. Teniendo en cuenta esta información oficial en el presente estudio se adoptaron las siguientes nomenclaturas estratigráficas: La Formación Esmita para identificar rocas sedimentarias estratificadas probablemente de grano fino, El Stock de La Chapa para las rocas ígneas que intuyen la Formación Esmita en el Cerro y la Cuchilla La Chapa y la Formación Popayán con sus diferentes miembros para los depósitos volcano-sedimentarios y cenizas de caída aérea que se encuentran rellenando la cuenca interandina Cauca – Patía entre Popayán y Mondomo.
- ✓ Interpretación de fotografías aéreas: Incluyó la definición y delimitación de las principales unidades fotolitológicas, tomando como base los criterios de morfología, red de drenaje, densidad del drenaje, grado de incisión del drenaje, tono, textura de la roca, grado de estratificación y resistencia de la misma y su alteración en relación con el tipo y patrón de drenaje predominantes.
- ✓ Observación de las características morfoestructurales del terreno: Permitió definir la disposición estructural de las unidades fotolitológicas, así como las interrupciones generadas por las diferentes clases de fallas observadas fotogeológicamente sobre el área, como producto de una tectónica regional.
- ✓ Identificación de procesos morfodinámicos: El proceso de fotointerpretación también tuvo en cuenta la identificación de los procesos de erosión y remoción en masa que pudieran tener una influencia sobre el trazado de la vía Popayán – Santander de Quilichao. Para su identificación se buscó en las fotografías aéreas indicios como coronas de deslizamiento, cárcavas, surcos, erosión remontante, socavación lateral, geoformas anómalas dentro de las unidades fotogeológicas indicativas de posibles depósitos de deslizamiento.

### 2.3.2.1.3 Paisaje

#### A. Cuenca visual

Para el análisis de visibilidad del paisaje se empleó como metodología la obtención de la cuenca visual, la cual se define como la zona que es visible desde un punto (Aguilo, 1981; citado por Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1992). Este concepto se puede ampliar a un conjunto de puntos que constituyen una unidad u objeto, como es el proyecto

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

de estudio y busca conocer los objetos visibles y los no visibles cuando miramos un paisaje desde un punto determinado.

Para la generación de las cuencas visuales se empleó un modelo digital de elevación, y así evaluar el impacto que tendrían las obras de infraestructura de la pequeña central hidroeléctrica desde la visibilidad generada principalmente en el sentido occidente-oriente, y en segundo lugar en el sentido contrario.

Se identifican los píxeles dentro del DEM, que son observables desde uno o varios puntos. Cada pixel en el objeto de salida recibe un valor que indica cuantos puntos de observador pueden ser vistos desde cada localización. Si se tiene un solo punto de observador los píxeles observables tienen un valor de uno y los píxeles no observables un valor de cero.

Se analizan las características referidas a la topografía; es decir, a la superficie física del terreno donde se asentará el proyecto y su impacto sobre la cuenca visual desde distintos puntos de observador ubicados sobre los cuatro puntos cardinales y se hace el análisis para el área de influencia del proyecto. Los puntos del observador fueron elegidos teniendo en cuenta que el área del proyecto es el objeto de contemplación y que los observadores podrían estar ubicados en cualquier parte a su alrededor. Se seleccionaron los cuatro puntos cardinales considerando que si un observador se ubica en los cuatro puntos obtiene una visión general de toda el área de estudio. Estas características son: la distribución en el espacio o en el plano de las superficies vistas y de las ocultas.



#### B. Calidad paisajística

El paisaje visual se ha establecido como un recurso del medio físico, donde los valores estéticos cobran relevancia en el ámbito cultural y recreativo. De otro lado, el territorio posee cualidades intrínsecas provenientes de sus elementos naturales y antrópicos que son percibidos por el observador (Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1992).

La calidad visual del paisaje para el área de estudio se estableció a partir de la utilización de un método de valoración indirecto, a partir de los componentes del paisaje. Los criterios de valoración fueron definidos por Bureau of Land Management (1980); citado por Ministerio de Obras Públicas y Transporte (1992). Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia (Tabla 2.4).


**Tabla 2.4 Criterios para evaluar calidad visual del paisaje.**

Criterio	Valoración		
	Bajo	Medio	Alto
Morfología	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma.	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas)

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

<i>Criterio</i>	<i>Valoración</i>		
	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
	1	Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales  3	Relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas Presencia de algún rasgo muy singular y dominante (p.e. glaciar) 5
Vegetación	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación  1	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos  3	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante 5
Agua	Ausente o inapreciable  0	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje  3	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo 5
Color	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados  1	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste el suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante 3	Combinaciones de color intensas y variadas Contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve 5
Fondo escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto  0	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto 3	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual 5
Rareza	Bastante común en la región  1	Característico, aunque similar a otros en la región  2	Único o poco corriente o muy raro en la región Posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional 6
Actuaciones humanas	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica  0	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual 0	Libre de actuaciones estéticamente no deseables o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual 2

Fuente: Bureau of Land Management, 1980.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Según la suma total de los puntos se determinan las clases de calidad visual (ver Tabla 2.5).

**Tabla 2.5 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.**

Clase	Descripción	Puntaje	Valoración
A	Áreas que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado	19 – 33	Alto
B	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros	12 – 18	Medio
C	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada	< 11	Bajo


Fuente: Bureau of Land Management, 1980.

### C. Fragmentación

El continuo crecimiento demográfico ha generado una constante intervención de los ecosistemas naturales, que con el tiempo se traducen en pérdida de hábitat de especies y de biodiversidad. Los procesos de fragmentación aunados a las actividades antrópicas son considerados los principales agentes transformadores del paisaje, en donde la composición, estructura y función de un ecosistema natural se ha alterado, provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan (Rudas, 2007).

Con el ánimo de estudiar los cambios generados en el paisaje, Forman y Godron (1986) proponen como elementos básicos estructurales del paisaje, la matriz, parche o manchas y los corredores. La matriz corresponde o a la cobertura que demuestra mayor conexión entre sí, adquiriendo un papel dominante en el funcionamiento del paisaje. Los parches hacen referencia a áreas no lineales relativamente homogéneas y los corredores, son un elemento estructural y funcional de un paisaje, definido como una franja angosta y alargada de forma y dirección variable que atraviesa una matriz y difiere de ella.

Los cambios producidos sobre el paisaje son analizados por medio de la ecología del paisaje, la cual tiene como objetivo conocer la estructura espacial, el funcionamiento y los cambios que se producen sobre los elementos naturales que hacen parte del territorio. Una de las principales causas de los cambios del paisaje está atribuidas al crecimiento poblacional y a la extensiva deforestación, que en los paisajes tropicales ha dado lugar a un mosaico de vegetación nativa en una matriz de tierra bajo diferentes tipos de uso humano, como pastos y cultivos (Saunders *et al.*, 1991, Urbina-Cardona *et al.*, 2006). Estos procesos de deforestación traen consigo la fragmentación de hábitats, el cual es el proceso mediante el cual un área relativamente continua de hábitat es fracturada en pequeñas parcelas o fragmentos (Dooley y Bowers, 1998) con consecuencias deletéreas para la mayoría biota presente en coberturas nativas. Este proceso reduce el área total cubierto por la vegetación natural, esto puede resultar en la extinción de algunas especies (Murcia, 1995).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

El objetivo principal, es determinar los efectos de la fragmentación y conectividad de las coberturas boscosas presentes en el área de estudio. Para su consecución, se presentan los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Obtener y analizar las métricas a nivel de clase para los escenarios sin proyecto y con proyecto.
- ✓ Analizar el grado de fragmentación y conectividad de las coberturas boscosas presentes en el AID del proyecto para los escenarios sin y con proyecto.
- ✓ Identificar las coberturas boscosas que presenten mayor área núcleo.
- ✓ Analizar la forma de los fragmentos de las coberturas boscosas para los escenarios planteados y conocer sus implicaciones sobre la biodiversidad.

Como base principal para el análisis de fragmentación y conectividad de las coberturas boscosas presente proyecto, se tuvo en cuenta el mapa de coberturas de la tierra generado por parte del equipo forestal. Este mapa de coberturas con sus respectivas nomenclaturas, se elaboró siguiendo los parámetros establecidos en la metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia (2010). Seguido a lo anterior, la digitalización y espacialización de las coberturas de la tierra, se realizó por medio de los sistemas de información geográfica, los cuales se rigen bajo los términos de referencia.

Las coberturas de la tierra usadas para el presente documento, se presentan de forma integral, jerárquica y sintética, teniendo como mínimo el nivel de detalle tres (3) de la categorización propuesta para la leyenda nacional.



- Cálculo de las métricas de fragmentación y conectividad

Las métricas de análisis serán obtenidas a partir del software especializado en el análisis de la ecología del paisaje V-late (Versión 1.1), el cual corresponde a una extensión del programa ArcGis 10.1. Dicho software procesa y arroja datos con relación al área, número de fragmentos, forma, tamaño, borde, a nivel de clase de cobertura para cada remanente boscoso en el área de estudio.

Las métricas de fragmentación y conectividad informan sobre la composición, riqueza, y distribución, de los elementos del paisaje que hacen parte de un territorio definido. Los resultados arrojados por las métricas, determinan la dinámica de los elementos que hacen parte del paisaje y de los diferentes procesos ecológicos al interior de los ecosistemas, por lo cual, se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones políticas para el manejo de los recursos naturales.

- Análisis para los escenarios sin y con proyecto

En primera instancia, se realiza el análisis de fragmentación y conectividad en un escenario sin proyecto, donde únicamente se contemplan las actividades económicas y dinámicas naturales como principales factores transformadores del paisaje. Posteriormente, se realiza

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

la superposición del trazado del proyecto sobre las coberturas boscosas identificadas, en cual se analizó, como la presencia de este incide sobre la transformación de los ecosistemas naturales que hacen parte de paisaje y las posibles implicaciones que genera sobre la biodiversidad de la zona de estudio. Para conocer estos efectos, fueron analizados y comparados los resultados arrojados por las métricas del paisaje en cuanto a la (fragmentación y conectividad) para los escenarios sin y con proyecto. Dichos cálculos se obtienen y describen a continuación.

- *Área por clase*

El área por clase es una medida analizada en hectáreas de la composición total del paisaje, en las que se incluyen los ecosistemas que contienen características artificiales y naturales. Este cálculo se realizó a partir de la sumatoria de extensión de cada uno de los de los ecosistemas presentes en la zona de estudio.

$$TCA = \sum_{j=1}^a a_{ij} \left( \frac{1}{10.000} \right)$$

Dónde:

**aij** = área (m<sup>2</sup>) del parche

**TCA** = área total analizada, cuando toda ésta consiste de un solo parche del tipo de clase de ecosistema considerado.

- *Numero de parches*

Es una medida de la subdivisión o fragmentación de los parches de una clase de ecosistema dada en el área analizada. La variación en el número de parches por clase es importante en diversos estudios ambientales, puesto que a partir de estos se puede inferir sobre el estado de conservación del área y así mismo reconocer, determinar y predecir procesos naturales que ocurren en una zona de interés.


$$NP = n_i$$

**NP** = 1 cuando el área analizada contiene sólo un parche del tipo de hábitat considerado.

**ni** = Es igual al número de parches del tipo de hábitat-clase correspondiente.

Intervalo: NP ≥ 1.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- *Índice de forma (MSI)*

Las formas compactas son más efectivas en la protección de los recursos interiores contra los efectos deletéreos del ambiente exterior (Forman, 1995). Así mismo, las variaciones en formas de los parches tienen un efecto sobre la biodiversidad de la zona ya que afecta directamente los movimientos y flujos entre ecosistemas adyacentes.

Este índice evalúa la forma paisaje, es decir a nivel de parche individual, con relación a los resultados obtenidos al formular la siguiente ecuación:

$$F = P / (2\pi \sqrt{A / \pi})$$

Dónde:

A es el área del parche en (m<sup>2</sup>).

P perímetro del parche (m).

El índice de forma tiene un valor 1 cuando el polígono mantiene una forma regular, por tanto puede interpretarse como un (nodo o parche) y a medida que aumenta su valor, directamente incrementa la complejidad de la forma del polígono (enlace). Estos resultados en relación con su área, composición florística y a la capacidad de movimiento de las especies, son útiles para representar y describir cuantitativamente un paisaje como un conjunto de parches o enlaces de las unidades de hábitat interconectadas.

- *Área Core (Área Núcleo Efectiva)*

El área CORE es la superficie interior correspondiente a cada fragmento, integra el tamaño del parche, la forma y el efecto de la distancia del borde en una sola medida (Mcgarigal, 2014). Esto significa que por ejemplo parches pequeños con mayor complejidad de forma tienen menor área CORE. Para estimar el área CORE se estableció un buffer de -50m para determinar que parches de vegetación contaban con área núcleo efectiva.

D. Contexto paisajístico (conectividad ecológica)

El análisis de la conectividad ecológica se realizó con base la información consignada en la Metodología general de estudios ambientales (2010) y el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad (2012), donde el contexto paisajístico se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos de la misma o diferente clase.

Para su valoración y espacialización se empleó la siguiente ecuación, teniendo como referencia base, una franja de 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico. La valoración y espacialización de estos dos criterios será provista en la información de ecosistemas de la línea base de los estudios ambientales, de conformidad con los requerimientos contenidos en los términos de referencia respectivos (ver Tabla 2.6).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**CP = AN/ATF**

**CP:** Contexto paisajístico

**AN:** Área natural dentro de la franja

**ATF:** Área total de la franja.

**Tabla 2.6 Rangos establecidos para determinar el grado de conectividad los ecosistemas naturales de tipo boscoso identificados**

Índice CP	0 – 0,1	0,10 – 0,4	0,40 – 0,8	0,80 – 0,9	0,90-1
Conectividad	Mínima	Media	Moderada	Fuerte	Extrema
Fragmentación	Extrema	Fuerte	Moderada	Media	Mínima

Fuente: Autoridad de Licencias Ambientales ANLA.

#### 2.3.2.1.4 Suelos y uso de la tierra

Para la determinación de las unidades cartográficas y características generales de los suelos del área de influencia se revisa la información disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC 2007) y se levantan perfiles de suelo en campo con su posterior análisis físico - químico en laboratorio.

En primer lugar, se lleva a cabo una visita para el trabajo de campo, cuyo objeto es la descripción de perfiles y el muestreo de suelos del AID para el análisis de laboratorio.

Previo al muestreo en cada sitio, se realiza el trámite de ingreso a cada predio, lo cual consiste en un consentimiento predial informado, que está constituido por un documento físico (consentimiento) donde se describen las condiciones del predio, concluidas las actividades. Las herramientas y equipos empleados para el muestreo, consisten en barreno, palustre inoxidable y palas para excavación manual y toma de las muestras (NTC 4113-2). El personal a cargo está conformado por un ingeniero especialista en suelos, un auxiliar de campo y un trochero.

Para cada sitio de muestreo se establece un protocolo de acuerdo con las condiciones técnicas previamente establecidas. Luego se realizan calicatas a una profundidad entre 1 y 2 m. Cada punto de muestreo se georreferencia y se describen elementos de unidad fisiográfica, relieve, pendiente, topografía, vegetación, uso actual del suelo, evidencias de erosión, inundaciones y drenaje. Además se hace la descripción precisa de cada perfil con énfasis en la profundidad efectiva, medida desde la superficie del suelo (registrando aparte el espesor del horizonte O), y limitante de profundidad. Para cada horizonte se toman in situ algunas características del suelo como nombre, espesor, límites, color Munsell, estructura (tipo, clase y grado), consistencia, porosidad, raíces (tamaño y cantidad), actividad de macroorganismos y formaciones especiales.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

En cada perfil se toman muestras de cada horizonte de interés, de abajo hacia arriba, de aproximadamente 1 kg de peso cada una. Estas muestras son remitidas al laboratorio de la Universidad Nacional sede Medellín, para los análisis fisicoquímicos.

Entre las propiedades determinadas en campo se encuentran:

- ✓ Textura (al tacto).
- ✓ Definición de estructura (por observación).
- ✓ Profundidad efectiva (limitantes).
- ✓ Color (con la tabla Munsell).
- ✓ Porosidad (por observación).
- ✓ Reacción al NaF.

En el laboratorio se analizaron las siguientes propiedades:

- ✓ Textura (método del hidrómetro).
- ✓ pH (método potenciométrico).
- ✓ Contenido de materia orgánica (método Walkley y Black).
- ✓ Capacidad de intercambio catiónico (sumatoria de bases intercambiables más acidez intercambiable).
- ✓ Miliequivalentes (100 g de suelo)-1 de Ca, Mg, K, (Extracción con acetato de amonio normal y neutro).
- ✓ Miliequivalentes (100 g de suelo)-1 de Al (Extracción con KCl 1N).
- ✓ Partes por millón de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (método Bray II).

Con los resultados del laboratorio y la descripción de campo, se establecen las condiciones actuales de los suelos muestreados, sus limitaciones y sus procesos pedogenéticos. A partir de esta información se determinan los usos potenciales del suelo de acuerdo con la metodología propuesta por el IGAC.


#### A. Uso actual del suelo

Para determinar el uso actual del suelo se toma la información básica del mapa de coberturas terrestres elaborado con base en la nomenclatura CLC Colombia (Corine Land Cover, 2010), y el mapa de uso actual elaborado por el IGAC, 2007. Esta información se complementa con observaciones de campo.

#### B. Uso potencial del suelo

El uso potencial o capacidad de uso se realiza mediante el criterio de sostenibilidad elegido para el subcomponente pedosférico establecido por la metodología del IGAC, 2007, el cual hace referencia al correcto uso de las tierras, aprovechándolas según su potencialidad.

Los indicadores que se tienen en cuenta en el proceso de evaluación de las tierras, de acuerdo con esa metodología, son: clima (precipitación y temperatura), pendiente, erosión,



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

drenaje natural, inundabilidad o encharcamiento, pedregosidad y/o rocosidad, profundidad efectiva, fertilidad, salinidad y acidez.

### C. Conflictos de usos del suelo

Para definir el conflicto se realiza la comparación de los mapas de uso actual y cobertura del suelo y capacidad de uso del suelo. De este análisis se identifican 3 clases de conflictos, subdivididos en tipos de intensidad de acuerdo con la mayor o menor discrepancia en el uso. La evaluación que permite establecer el uso adecuado (sin conflicto), conflicto por subutilización y conflicto por sobreutilización; cada uno calificado por su grado de intensidad: ligero, moderado, severo.

- ✓ Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A): bajo esta categoría se califica las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible. El uso actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes.
- ✓ Tierras con conflictos por subutilización (S): calificación dada a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles. Se diferencian tres tipos de intensidad:
  - **Subutilización ligera (S1):** tierras cuyo uso actual es muy cercano al uso principal, por ende a los usos compatibles, pero que se ha evaluado como de menor intensidad al recomendado.
  - **Subutilización moderada (S2):** tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras.
  - **Subutilización severa (S3):** tierras cuyo uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles de la capacidad de uso de la tierra de uso principal recomendada.
- ✓ Tierras con conflictos por sobreutilización (O): calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas. Se diferencian tres tipos de intensidad:
  - **Sobreutilización ligera (O1):** tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.
  - **Sobreutilización moderada (O2):** tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- **Sobreutilización severa (O3):** tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles, la clase de la capacidad de uso de la tierra principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.

Las zonas con las categorías de conflictos por uso del suelo por sobreutilización o subutilización se representaron y delimitaron cartográficamente.

#### 2.3.2.1.5 Hidrología

Inicialmente se hizo una caracterización de la red hidrográfica superficial de la zona, los patrones de drenajes y se definieron las características físicas de las cuencas de interés; luego se analizó la información hidrológica disponible, se construyó el ciclo anual de caudales y se analizó su comportamiento frente al ciclo de precipitación de la zona de estudio.

A partir del análisis de registros históricos de series de precipitación y caudal se estimaron los caudales medios espacialmente distribuidos, usando la metodología del balance hídrico a largo plazo.

De igual forma se realizó la estimación de caudales máximos asociados a diferentes periodos de retorno, de acuerdo a las características de cada cuenca; para las cuencas instrumentadas se realizó un análisis de distribución de frecuencias, para las cuencas con áreas inferiores a 2,5 km<sup>2</sup> se emplearon los métodos Racional, de McMath y Burkli-Ziegler; por su parte para las cuencas con áreas entre 2,5 y 20 km<sup>2</sup> se empleó el método del NRCS (SCS); de igual manera se usó la metodología del NRCS para la estimación de caudales máximos para las cuencas con más de 20 km<sup>2</sup>, sin embargo se realiza el tránsito de las crecientes mediante el software HEC-HMS; por último se realizan las estimaciones de los caudales para las cuencas menores empleando el método racional.


Por su parte para la estimación de los caudales mínimos se emplea la metodología de regionalización de características media, basado en las ecuaciones que se presentan en el atlas hidrológico de Colombia para la zona de interés.

Posteriormente se realizó la identificación de la dinámica fluvial y de las zonas con potencial de recarga por precipitación en la zona de estudio.

#### 2.3.2.1.6 Calidad del agua

##### A. Descripción general de las muestras

Las muestras fueron recolectadas por el personal de Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., siguiendo las especificaciones establecidas en el método SM 1060/05 “Collection


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

and Preservation” del *Standard Methods*, Ed. 22 de 2012. Para la toma de las muestras se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Recipientes: La preparación de los recipientes utilizados para la recolección de las muestras se realizó según los procedimientos establecidos en el laboratorio de aguas, siguiendo las especificaciones del *Standard Methods* ed. 22th (2012) la rotulación de los envases se realiza antes de cada muestreo, teniendo cada rótulo como mínimo la siguiente información: lugar y fecha de muestreo, hora, parámetro a evaluar, preservación y personal encargado.
- ✓ Preservación: La preservación de las muestras se realizó con reactivos grado analítico. Las muestras que no necesitan preservante, se refrigeraron inmediatamente. En la Tabla 2.7 se detallan los recipientes y la preservación de las muestras (ver Tabla 2.7).

**Tabla 2.7 Recipientes empleados y preservación de las muestras.**

Parámetro	Volumen (ml)	Recipiente	Preservación	Tiempo de almacenamiento
<b>Análisis in situ</b>				
Oxígeno disuelto	25	Vidrio	No requiere	<i>In situ</i>
pH	25	Plástico/vidrio	No requiere	<i>In situ</i>
Conductividad eléctrica	25	Plástico/vidrio	No requiere	<i>In situ</i>
Sólidos disueltos totales	25	Plástico/vidrio	No requiere	<i>In situ</i>
Temperatura del agua	25	Vidrio	No requiere	<i>In situ</i>
<b>Análisis de Laboratorio</b>				
Alcalinidad Total	200	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	24 horas
Cloruros	200	Plástico/vidrio	Ninguno	28 días
Coliformes fecales y totales	100	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	12 horas
DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	1000	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	24 horas
Detergentes (SAAM)	250	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	48 horas
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	100	Plástico/vidrio	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> con pH <2; Enfriar ≤ 6°C	7 días
Dureza Total	100	Plástico/vidrio	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> pH <2. Refrigerar	6 meses
Fenoles Totales	500	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C, Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH<2	28d hasta la extracción, después de la extracción 2d
Grasas y aceites	1000	V boca ancha	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HCl pH < 2. Refrigerar	28 días
Mercurio	500	Plástico/vidrio	HNO <sub>3</sub> pH <2. Refrigerar	6 meses

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



Parámetro	Volumen (ml)	Recipiente	Preservación	Tiempo de almacenamiento
Metales	1000	Plástico/vidrio	HNO <sub>3</sub> pH <2. Refrigerar	6 meses
Nitratos y nitritos	100	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	48 horas
Nitrógeno total	500	Plástico/vidrio	Adicionar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> con pH <2; Enfriar ≤ 6°C	28 días
Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales	1000	Plástico	Enfriar ≤ 6°C	2 -7 días
Sulfatos	100	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	28 días
Turbidez	100	Plástico/vidrio	Enfriar ≤ 6°C	48 horas

Fuente: Chemilab S.A.S., 2016

## B. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo realizado a las aguas superficiales del área de influencia del proyecto fue de tipo integrada en la profundidad y en la sección transversal, siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM; Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. A continuación, se describe el protocolo:

- ✓ Medición in-situ de oxígeno disuelto mediante una sonda medidora de oxígeno y test Winkler.
- ✓ Medición in-situ de pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica y temperatura del agua mediante medidor multiparámetro Hanna (ver Foto 2.1).
- ✓ Toma de muestras puntuales para los análisis de: DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno), coliformes fecales y totales, grasas y aceites,
- ✓ Toma de muestras integrada para los análisis de: acidez total, alcalinidad total, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, color real, cromo total, DQO (Demanda Química de Oxígeno), dureza cálcica, dureza total, fenoles totales, fósforo total, mercurio total, níquel total, nitrógeno total, plata total, plomo total, selenio total, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, turbidez y zinc total (ver Foto 2.2).
- ✓ Preservación (acidulación) de las muestras que lo requieren y refrigeración.
- ✓ Envío de las muestras al laboratorio CHEMILAB para análisis

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Foto 2.1 Análisis fisicoquímico in situ y toma de muestras puntuales**

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2016




**Foto 2.2 Toma de muestras integrada**

Fuente: Biota Consultoría y Medio Ambiente S.A.S., 2016

**C. Análisis de laboratorio**

Los análisis se realizaron siguiendo las especificaciones de las normas técnicas descritas en la Foto 2.2



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**Tabla 2.8 Especificaciones técnicas del análisis en el laboratorio.**

Parámetro	Método	Técnica	Límite de cuantificación	Unidades
Acidez Total	SM 2310 B	Volumétrico	2.54	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Alcalinidad total	SM 2320 B	Volumétrico	6,04	mg/L
Arsénico Disuelto	SM 3114 C	AA - Generación de hidruros	0.01	mg As/L
Bario Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 D	AA - Llama directa	0,5	mg/L
Cadmio Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 D	AA - Llama directa	0,05	mg/L
Cobre Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 D	AA - Llama directa	0,1	mg/L
Coliformes Fecales	SM9223 B	Sustrato definido Colilert	1 NMP/100mL	NMP
Coliformes Totales	SM9223 B	Sustrato definido Colilert	1 NMP/100mL	NMP
Color Real (filtrado, aguas superficiales y potables)	SM 2120 C	Colorimetría	5	UPC
Conductividad	SM 2510 B	Electrometría	1	uS/cm
Cromo Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 D	AA - Llama directa	0,1	mg/L
DBO <sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días - Luminiscencia	5	mg O <sub>2</sub> /L
DQO rango alto (demanda Química de Oxígeno)	SM 5220 D	Reflujo cerrado y Colorimetría	30	mg O <sub>2</sub> /L
Dureza Cálcica	SM 3500 Ca B	Volumétrico	4	mg/L
Dureza Total	SM 2340 C	Volumétrico con EDTA	4	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Fenoles totales	SM 5530 B, D	Colorimetría	0,1	mg/L
Fósforo total	SM4500-P B, E	Digestión - colorimetría con Ácido Ascórbico	0,07	mg/L
Grasas y Aceites	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría infrarroja	0,2	mg/L
Mercurio Total	SM 3112 B	AA - Vapor Frío	0,002	mg Hg/L
Níquel Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 B	AA - Llama directa	0,2	mg Ni/L
Nitrógeno total	SM 4500-Norg C, 4500-NH <sub>3</sub> B,C	Digestión - kjeldhal	3,4	mg/L
Oxígeno disuelto	ASTM D 888-09 METODO C	Luminiscencia	0,1	mg/L
pH	SM 4500 H+B	Electrometría	N.A.	Unid. de pH

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Parámetro	Método	Técnica	Límite de cuantificación	Unidades
Plata Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 B	AA - Llama directa	0,05	mg/L
Plomo Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 B	AA - Llama directa	0,5	mg/L
Selenio Total	EPA 7742, SM 3114 C	AA - Generación de hidruros	0,05	mg/L
Sólidos disueltos totales	SM 2510 B	Electrometría	1.0	mg/L
Sólidos sedimentables	SM 2540 F	Cono Imhoff	0,1	mL/L
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	Gravimetría	10	mg/L
Temperatura	SM2550 B	Termométrico	N.A.	oC
Turbidez	SM 2130 B	Nefelometría	1	NTU
Zinc Total	SM 3030 E modificado, SM 3111 B	AA - Llama directa	0,05	mg/L

Fuente: Chemilab S.A.S., 2016

#### 2.3.2.1.7 Usos del agua

Para el tema relacionado con usos y usuarios del recurso hídrico, se presenta una metodología que basada en las normas técnicas de diseño y evaluación de sistemas de acueductos (Resolución 1096 del 2000 por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 y la Resolución 2320 del 16 de diciembre de 2009 que cambia y modifica algunas disposiciones del RAS 2000), que permitirá definir el alcance en lo concerniente a los usos del agua.

En primera instancia, se hace necesario desarrollar un trabajo de campo que permita la identificación de los diferentes grupos de usuarios del recurso agua en la zona de estudio, los cuales se ubicarán en tres categorías a saber:

- ✓ Sistema de acueducto legalmente concesionados (Ley 142 de 1994)
- ✓ Usuarios concesionados (concesiones de aguas vigentes otorgadas por la CAR correspondiente)
- ✓ Usuarios no concesionados (sin permiso alguno para la captación y toma del recurso hídrico)

De este modo, los respectivos análisis de estimación de población y cálculo de dotaciones y demandas se aplicará a los sistemas de acueducto, a grupos de usuarios con concesión y al total de usuarios que realizan su abastecimiento a partir de conexiones artesanales que no poseen concesión ni permiso ambiental alguno, clasificados éstos como usuarios no concesionados, con lo cual se cubrirá entonces el total de la población asentada en el AID y se tendrá por consiguiente, certeza de las condiciones actuales en lo que respecta a la evaluación de la oferta hídrica para los predios ubicados en la zona de estudio.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

#### A. Actividades preliminares y trabajo de campo

Se recolectará información tanto primaria como secundaria a nivel social, técnico y de infraestructura, que permita identificar por parte del equipo interdisciplinario, los siguientes aspectos:

- ✓ Sistemas de acueducto legalmente constituidos, número e identificación de usuarios con concesión por parte de la CAR correspondiente, número e identificación de usuarios con abastecimiento sin concesión ni permiso ambiental.
  - ✓ Información base de cada uno de los sistemas de acueducto (número de usuarios, registros de mediciones macro y micro de por lo menos un año, estructuras que componen el sistema, datos de aforos en captación, entre otros).
  - ✓ Identificación de consumidores clasificados como gran consumidor.
- Recolección de información primaria

Se recolectará información en campo mediante la aplicación de una encuesta elaborada para la caracterización de usos y usuarios del agua, con la cual se pretende obtener los datos requeridos para el cálculo de proyecciones de población y cálculo de demandas. La recolección de dicha información permitirá crear una base de datos que contendrá el 100% de la información recolectada en campo, generándose así datos actuales en términos de cantidad y % de usos del agua.

- Recolección de información secundaria



Se solicitará a la Corporación Autónoma Regional o a quien corresponda, información precisa sobre las concesiones de aguas vigentes a la fecha, expiradas y en trámite que correspondan a la zona del AID definida.

Se recogerá la información disponible en la unidad o junta administradora del sistema de acueducto, la cual estará conformada por un inventario de la infraestructura, datos de macro y micro medición (de los últimos 12 o 6 meses) o en su defecto aforo del tanque de almacenamiento, número de usuarios abastecidos a la fecha, capacidad máxima disponible, caudal captado en bocatoma en caso de contar con sistemas de aforo en este punto del sistema, tipo de abastecimiento, años de operación y horas de abastecimiento al día.

Se recolectarán los datos demográficos de la población, en especial los censos de población del DANE, SISBEN y otros censos disponibles de suscriptores de acueducto y otros servicios públicos de la localidad.

- Recolección de información hidrológica

De los estudios hidrológicos del proyecto o de estudios anteriores se tomarán como referencia los caudales medios, mínimos y máximos de las fuentes y/o cuencas

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

abastecedoras identificadas en el AID, la factibilidad de la recarga de acuíferos e identificación y caracterización de posibles fuentes alternas para los sistemas que requirieron de su inclusión.

**B. Determinación de parámetros básicos según normativa vigente, para diagnóstico actual**

- Asignación del nivel de complejidad

Se definirá el nivel de complejidad para cada el sistema de acueducto y sistema no convencional con concesión, todo ello según lo reglamenta el capítulo A.3 del RAS 2000 en sus artículos 11, 12 y 13 (ver Tabla A.3.1 Titulo A RAS 2000). La clasificación del proyecto en uno de estos niveles dependerá del número de habitantes en la zona (población servida), capacidad económica y el grado de exigencia técnica que tenga el sistema.

**C. Determinación de dotaciones y demandas actuales**

- Cálculo de la dotación neta actual

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

La estimación de la dotación neta actual para cada uno de los sistemas de acueducto, sistemas no convencionales con concesión y usuarios sin concesión, se realizará a partir de la información de registros históricos (información secundaria (B.2.4.2 Titulo B RAS 2000)) o en su defecto, se estimará la dotación neta por comparación con poblaciones similares (B.2.4.3 Titulo B RAS 2000), y en caso de no contar con ninguna de estas dos opciones, se procederá a establecer una dotación neta máxima (Resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009, artículo 1 tabla 9).



- *Corrección de la dotación neta actual*

Se aplicarán las correcciones de dotación según cada sistema de acueducto y sistemas no convencionales con concesión (B.2.2.4 Titulo B RAS 2000).

- *Cálculo del porcentaje de pérdidas técnicas actuales*

Se hace necesaria la estimación del porcentaje (%) de pérdidas técnicas de cada sistema de acueducto, sistemas no convencionales con concesión y usuarios sin concesión (Literal B.2.5 Titulo B RAS 2000).

Cuando se cuente con los registros históricos de datos de macro y micromedición se hará un cálculo promedio de pérdidas técnicas del sistema, es decir, la diferencia entre el volumen de agua medida que sale de la PTAP o del tanque de almacenamiento y el volumen de agua entregado a la población medido en cada acometida (Literal B.2.5.4 Titulo B RAS 2000).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

En el caso que no se tuvieran registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible dependerá del nivel de complejidad del sistema (Tabla B.2.4 Título B RAS 2000), pero en ningún caso sobrepasará el 25% según lo establece la resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009 (artículo 1).

- *Cálculo de la dotación bruta actual*

Se calculará a partir de la dotación neta corregida y el porcentaje de pérdidas técnicas (Literal B.2.6 Título B RAS 2000).

• *Cálculo de demandas actuales*

Se calculará para cada sistema de acueducto, sistemas no convencionales con concesión y usuarios sin concesión el caudal medio diario, este corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año (Literal B.2.7.1 Título B RAS 2000).


El caudal máximo diario será calculado para cada sistema de acueducto y sistemas no convencionales. Éste corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año (Literal B.2.7.2 Título B RAS 2000). El cálculo del coeficiente multiplicador k1 está sujeto al nivel de complejidad (Tabla B.2.5 Título B RAS 2000). También se calculará el caudal máximo horario para cada sistema de acueducto y sistemas no convencionales, el cual corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año (Literal B.2.7.3 Título B RAS 2000). El cálculo del coeficiente multiplicador k2 está sujeto al nivel de complejidad (Tabla B.2.6 Título B RAS 2000).

- *Identificación de grandes consumidores*

La identificación de los grandes consumidores se llevará a cabo considerando que su demanda supera o está muy cercana a los 3 L/s (260 m<sup>3</sup>/día), y que su influencia sobre la sostenibilidad de los sistemas de acueducto es importante a partir del punto de vista del volumen de agua disponible. Es de suma importancia, identificar y caracterizar este tipo de usuarios sea porque están atendidos dentro de un sistema de acueducto legalmente constituido o basan su abastecimiento a partir de conexiones a fuentes no concesionadas. Todo este proceso se hará enmarcado dentro lo referenciado en el literal B.2.7.6 del título B del RAS 2000.

- *Curva de variación horaria de la demanda actual*

Se establecerá la curva de demanda que define la variación del consumo a lo largo del día, con el fin de establecer la necesidad y la magnitud de un posible almacenamiento. Igualmente, estas curvas permiten conocer las horas de mayor y menor demanda por parte de la población, y sus consecuentes necesidades al día de hoy (Literal B.2.7.7 Título B RAS 2000). Esta curva de variación se realizará para los acueductos de mayor importancia y para aquellos que sus condiciones técnicas lo permitan.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

#### D. Índice de escasez

Es conveniente evaluar la relación existente entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominante en la cuenca. Esta relación es una medida de los aprovechamientos de agua con relación a la disponibilidad de agua. El índice de presión, o índice de escasez (de que trata el Decreto 155 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) responde a la siguiente ecuación:



$$IE = \frac{Demanda}{OfertaNeta} \times 100$$

En estos términos, el índice de escasez (IE) representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta). Es aplicable a todo territorio en que se pueda valorar las entradas y salidas de aguas superficiales. Y, tal como lo expresa el manual para su cálculo y análisis (IDEAM, 2004), adoptado por el Ministerio de Medio Ambiente (Resolución 0865 de 2004), en casos particulares puede ser evaluado “en sistemas de abastecimiento en los que sus fuentes abastecedoras pueden ser inconexas entre sí, pero en los cuales los elementos de entrada y salida de agua potencialmente aprovechable pueden ser cuantificadas”.

La oferta hídrica neta, se refiere al agua disponible una vez reducidas las demandas necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora (OEA, 2004), en términos prácticos, la reducción de la oferta hídrica total por causa de la calidad del agua y por caudal mínimo ecológico (República de Colombia, 2004).

Para estimar la demanda, solo se cuenta con el agua otorgada por concesiones para cada una de las subcuencas abastecedoras de los acueductos. Cabe anotar que el índice de escases se realizó tanto para las cuencas principales, como para las cuencas abastecedoras de los diferentes acueductos.


De acuerdo con la metodología IDEAM, 2004, el índice de escasez se puede definir el las siguientes categorías (ver Figura 2.2)

 <p><b>NUEVO CAUCA</b> ASPIRACIONES PARA EL FUTURO</p>	<p><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p>Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Categoría del índice de escasez	Porcentaje de la oferta hídrica utilizada	Explicación
Alto	> 40 %	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.
Medio	20 – 40%	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos
Moderado	10 – 20%	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo
Bajo	<10%	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico

**Figura 2.2 Categorías del índice de escasez**

Fuente: Metodología IDEAM, 2004

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



### 2.3.2.1.8 Hidrogeología

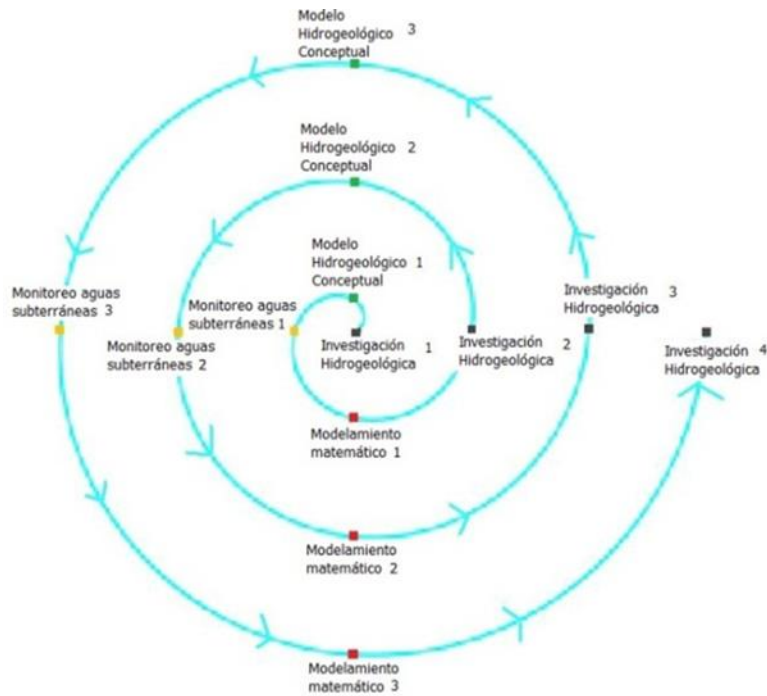
El presente estudio tiene como objeto identificar y caracterizar el agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona de estudio, con el fin de establecer una línea base de posteriores monitoreos en términos de calidad y cantidad, siguiendo los términos de referencia para Estudios de Impacto de Ambiental para proyectos de construcción de vías.

La metodología de un modelo hidrogeológico conceptual es un esquema lógico, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, que trata de predecir el comportamiento del flujo del agua, determinar recursos explotables y prever posibles impactos ambientales sobre el sistema de aguas subterráneas. Su objetivo es ser una herramienta de diseño que represente el estado hidrogeológico de un área definida de una manera simplificada y que describa la posible distribución del agua subterránea incluyendo las zonas de recarga, almacenamiento y descarga; éste tiene un valor predictivo muy útil al momento de manejar el recurso de agua subterránea.

Para la definición del componente hidrogeológico del presente estudio se tienen en cuenta aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, hidrogeológicos y climáticos. Es importante resaltar que estos modelos son dinámicos y a medida que se disponga de información nueva, se debe reevaluar y ajustar (Vélez, M. V., 2010). En la Figura 2.3 se puede observar un esquema adaptado de la teoría de círculos crecientes para el análisis hidrogeológico (IDEAM, 2004).





	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

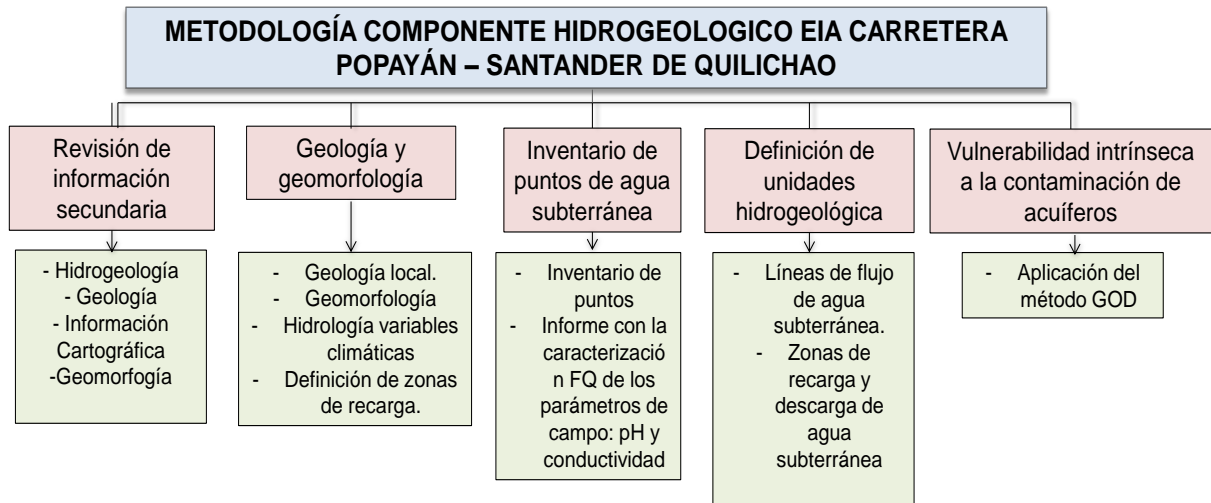


**Figura 2.3 Teoría de los ciclos crecientes en los sistemas de aguas subterráneas**

Fuente: Adaptado de IDEAM (2004).

A continuación se presenta el marco teórico de la metodología de trabajo que se desarrollará para la caracterización de la componente hidrogeológica del presente estudio (ver Figura 2.4)

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Figura 2.4. Metodología de trabajo del componente hidrogeológico.**  
Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA, 2016

#### 2.3.2.1.9 Geotecnia

Con el objeto de establecer las características geológico-geotécnicas de los materiales que conforman el área de estudio, se realizaron visitas a campo por parte de los especialistas mediante las cuales se planteó la exploración realizada.

##### A. Exploración del subsuelo.

La exploración del subsuelo es necesaria para el muestreo y la elaboración de los modelos geológicos geotécnicos y evaluación de la estabilidad de taludes. Para la nomenclatura de los sondeos se utilizó: S-T: Sondeo en Zona de Terraplén; STC: Sondeo en zona de Terraplén y Corte.

##### B. Exploración geotécnica convencional

Dentro del método convencional se utilizaron equipos de percusión y rotación hincando progresivamente los tubos de acero mediante golpes sucesivos en suelos arenosos y arcillosos hasta profundidades considerables donde se pudiera extraer parte del macizo rocoso o aglomerado evidenciado en zonas de corte estables.

##### C. Líneas de refracción sísmica

Se realizó exploración geofísica mediante líneas de refracción sísmica que permitió identificar la respuesta en la velocidad de la onda primaria, para los diferentes materiales del subsuelo.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

#### D. Selección de sitios de disposición de material sobrante

- **Análisis Topografía**

A partir de la topografía de detalle se realizó la evaluación, superponiendo la imagen satelital del área en estudio (ortofoto), identificando las fuentes hídricas (quebradas, ríos) y delimitándolas, así como zonas de pendiente baja.

A partir de la topografía de la vía se genera un modelo digital de elevación (DEM) para cada unidad funcional; en el software Arcgis 10.1, con el DEM, se genera la red de drenajes del área en estudio con ayuda de la herramienta Hydrology, Fill – Flow Direction. La red de drenaje indica las posibilidades de acumulación de agua del área a partir de la topografía, y proporciona información de esta que no se pueda observar en las fotografías aéreas.



Una vez generada la red de drenaje e identificado el relieve del área, se delimitan los polígonos que cumplan con las características necesarias para destinarlos como zonas de disposición de materiales, es decir que presenten bajas pendientes, que se encuentren a mínimo 30 m de distancia de viviendas, ríos y quebradas, esto con el fin de tener el menor impacto socio ambiental posible.

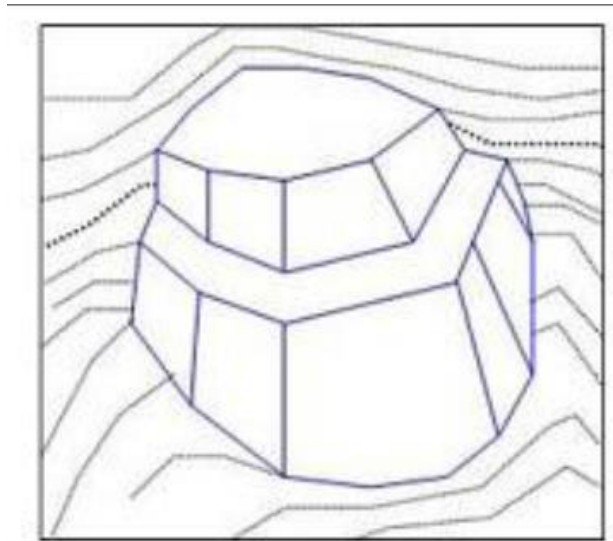
- **Exploración geológica**

En la exploración geológica se identificó la litología existente a través del corredor, además, las variaciones que presenta, la disposición de los taludes, los sitios inestables, se identificaron las zonas de disposición de materiales definidas previamente en la Fase II de este proyecto.

- *Tipos de Zodmes*

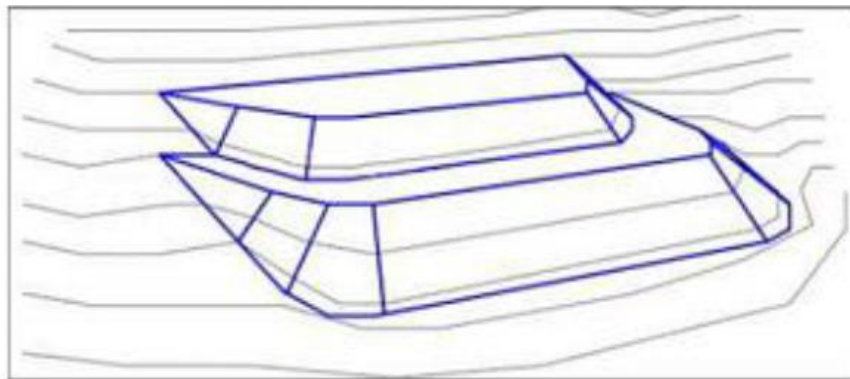
- ✓ **Zodmes de Relleno:** Este tipo corresponde a un depósito del material aprovechando los accidentes geográficos naturales que se encuentran en la cercanía. Solo es aconsejable para pequeñas dimensiones y cuando no existe riesgo de rodadura de fragmentos aguas abajo. Se caracteriza por presentar en cada momento un talud que coincide con el ángulo de reposo del material (ver Figura 2.5).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017





**Figura 2.5 Diseño de ZODME de relleno**  
Fuente: Informe de diseño Fase II

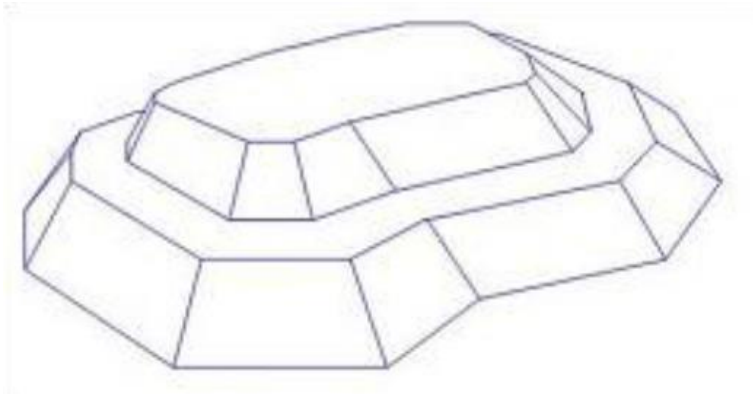
- ✓ **Zodmes de Ladera:** Permiten aprovechar las diferencias de cotas que se dan en la alta cordillera, también se conocen de ladera por su ubicación física en los cerros. Comúnmente se disponen los sobrantes en las laderas de los cerros circundantes a la construcción, más que nada por razones de simplicidad en la descarga, manutención y estabilidad, además que se encuentra disponible un mayor espacio para la actividad y ésta se puede realizar de una manera más uniforme (ver Figura 2.6).



**Figura 2.6 Diseño de ZODME en ladera**  
Fuente: Informe de diseño Fase II


	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

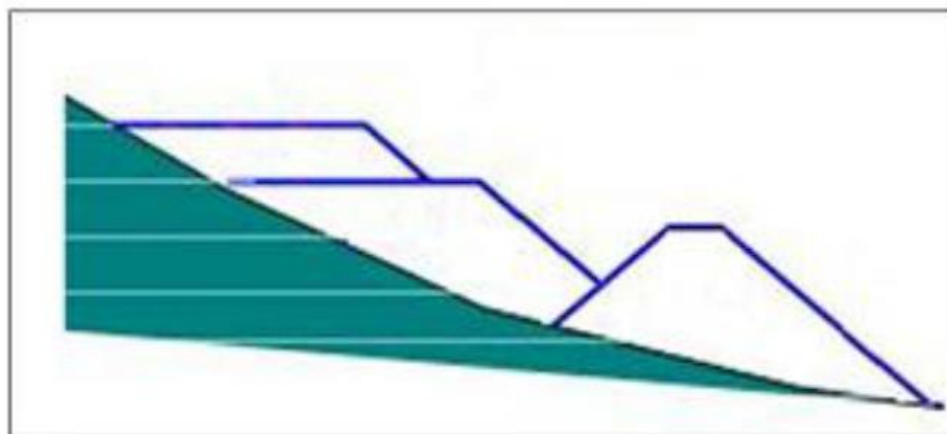
- ✓ **Zodmes de Terrazas:** Se realiza básicamente en sectores donde la topografía es regularmente plana. Existen casos en que no se dispone de laderas cercanas en que se puedan depositar los materiales, por lo que se debe recurrir a la construcción de pilas o terrazas de acopio. En este caso debe considerarse la construcción o habilitación permanente de accesos sobre la pila misma, a diferencia de la disposición en laderas en que parte de los accesos se habilitan en los mismos cerros (ver Figura 2.7).



**Figura 2.7 Diseño de ZODME en terraza**  
Fuente: Informe de diseño Fase II

- ✓ **Zodmes de Dique o Muro de Pie:** Cuando el material que se va a verter no es homogéneo y presenta diferentes litologías y características geotécnicas, puede ser conveniente el levantamiento de un dique o muro de pie con los materiales más gruesos y resistentes, de manera que actúen como muro de contención del respeto del material depositado. Esta secuencia constructiva es la que se suele seguir en aquellos sitios donde se extraen grandes cantidades de materiales arcillosos y/o finos, cuya disposición exigiría de otro modo grandes extensiones de terreno y presentaría un elevado riesgo de corrimientos, o cuando las condiciones de la base de apoyo no son buenas (ver Figura 2.8).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Figura 2.8 Diseño de ZODME en dique o muro de pie**  
Fuente: Informe de diseño Fase II

#### 2.3.2.1.10 Atmósfera



##### A. Meteorología

La estimación de los parámetros morfométricos de las cuencas de interés se realizará utilizando el software HidroSIG 3.1, desarrollado por un grupo interdisciplinario de los posgrados en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos y de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. HidroSIG 3.1 es un paquete computacional que modela geoespacialmente las variables hidrometeorológicas de interés, genera los MDE de las cuencas, y con el uso de diferentes algoritmos obtiene el balance hidrológico de largo plazo (caudales medios).

Con el MDE que será utilizado en la estimación de los diferentes campos morfo climáticos en la cuenca, el cual sumado a la información cartográfica del IGAC y los algoritmos implementados en HidroSIG 3.1 será procesado con objeto de obtener la información más confiable posible del área de interés, además de eliminar las zonas planas y los sumideros y de realizar la extracción automática de cuencas.

- Temperatura

En caso tal que exista una escasez de información en la cuenca, para conocer la variabilidad espacial de la temperatura se recurrirá a la estimación indirecta mediante la ecuación propuesta por Cenicafé (Chávez y Jaramillo, 1998). En esta metodología se regionaliza esta variable a partir de registros de temperatura media mensual en superficie para diferentes regiones geográficas en el país. La ecuación utilizada pertenece a la región Andina y es de la forma que se presenta en la ecuación (b).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

$$T_{media} = 29,42 - 0,0061 H \quad (b)$$

Donde,  $T_{media}$  es la temperatura media anual en (°C) y  $H$  es la altura sobre el nivel medio del mar en (m).

- Precipitación

Con la información hidrometeorológica obtenida para el estudio hidrológico, se procederá en caso de ser necesario a la reconstrucción de dichos datos, para hacerlo se utilizará un método que parte de los registros de las estaciones vecinas, utilizando la precipitación media anual como estándar de comparación (Vélez, 2000). Este método estima los datos faltantes en el registro de una estación, a partir de la ecuación (a), donde  $P_x$  es el dato faltante,  $N_x$  la precipitación media en la estación dada,  $P_n$  el registro existente en la fecha faltante de cada una de las estaciones vecinas y  $N_m$ , la media correspondiente a cada estación vecina.

$$P_x = \frac{N_x}{M} \left( \frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \dots + \frac{P_m}{N_m} \right) \quad (a)$$

- Evapotranspiración



La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del balance hídrico, y se define como la suma de la evaporación física de agua desde la superficie y la transpiración de las plantas y los seres vivos. En el balance de masas representa la cantidad de agua saliente del volumen de control hacia la atmósfera en forma de vapor de agua.

La dinámica de la evapotranspiración está condicionada por tres factores fundamentales: disponibilidad de agua, disponibilidad de energía para el cambio de estado del agua y condiciones atmosféricas propicias para el almacenamiento y transporte de vapor de agua.

Diferentes fórmulas han sido obtenidas en condiciones climáticas diferentes a las tropicales. A partir del estudio realizado por Barco y Cuartas (1998) se demostró que los cálculos más confiables para estimar esta variable eran Cenicafé y Turc, lo cual se ha ratificado en múltiples trabajos que se han desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (2003 y 2009).

La metodología de Cenicafé permite calcular la evapotranspiración potencial de forma sencilla, pues ésta solo depende de la elevación sobre el nivel del mar. La ecuación (c) fue producto de una regresión con los valores obtenidos de aplicar el método de Penman a los datos de las estaciones climáticas en Colombia.

$$E_{TP} = 1700,17 \exp(-0,0002 h) \quad (c)$$

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Donde,  $ETP$  es la evapotranspiración potencial (mm/año) y  $h$  es la elevación (m). La evapotranspiración potencial se transforma a evapotranspiración real mediante la expresión de Budyko, presentada en la ecuación (d).

$$ETR = \left( \left( ETP \cdot P \cdot \tanh \left( \frac{P}{ETP} \right) \right) * \left( 1 - \cosh \left( \frac{ETP}{P} \right) \right) + \left( \sinh \left( \frac{ETP}{P} \right) \right) \right)^{0.5} \quad (d)$$

Donde,  $ETR$  es la evapotranspiración real [mm/año],  $ETP$  es la evapotranspiración potencial (mm/año) y  $P$  es la precipitación media en la cuenca (mm/año).

#### B. Calidad del aire

Las evaluaciones de calidad del aire, se basarán en la metodología del Protocolo del Monitoreo y Seguimiento de Calidad de Aire Resolución 2154 de 2010; los parámetros de comparación se establecerán de acuerdo con lo relacionado en la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010. Ambas resoluciones del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.


- ✓ PST (Partículas suspendidas totales): Material Particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 100 micrómetros nominales.
- ✓ PM10 (Material Particulado Menor a 10 Micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales.
- ✓ SO<sub>2</sub> (Dióxido de Azufre): Es un gas incoloro con un característico olor asfixiante. Se trata de una sustancia reductora que con el tiempo, el contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre.
- ✓ NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno): Es un compuesto químico formado por los elementos nitrógeno y oxígeno, uno de los principales contaminantes entre los varios óxidos de nitrógeno.
- ✓ CO (monóxido de Carbono) El monóxido de carbono es un gas incoloro, sin olor ni sabor, no irritante, que se encuentra tanto en el aire puertadas adentro como al aire libre. Se produce de la combustión incompleta del carbón.

- Trabajo de campo

Para la realización de las mediciones se aplicarán los métodos US EPA:

- ✓ Muestreo y Análisis Gravimétrico de Material Particulado como PM10: USEPA e-CFR CFR título 40, Parte 50 Apéndice J: Low-Vol (Reference Method: RFPS-1298-125).
- ✓ PST método EPA e-CFR Título 40; Parte 50; Apéndice B: Alto volumen.
- ✓ Método de Pararosanilina. Toma de muestras para la determinación de SO<sub>2</sub>: USEPA e-CFR título 40, Parte 50 Apéndice A.
- ✓ Arsenito de Sodio: Toma de muestras para la determinación de NO<sub>2</sub>: USEPA -Nº. EQN-1277-026.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ USEPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja No Dispersiva. Tomando muestras en campo con bolsa tedlar por 8 horas.

Para las mediciones de material particulado se basará en:

- ✓ El volumen total de aire muestreado es determinado de la proporción de flujo volumétrico conocido y el tiempo expuesto. La concentración de material particulado en el aire se medirá como la masa total de las partículas acumuladas en el filtro, clasificado según el rango de tamaño, dividido por el volumen de aire de muestra. Esta concentración se expresará como microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- ✓ El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) serán 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 succionado entrará a través de un cono invertido de protección contra la lluvia, el cual está conectado a una sonda de polipropileno. Posteriormente, el aire pasará hacia un manifold de vidrio el cual se trifurca en tres salidas que van conectadas a los tubos de reactivos de absorción mediante mangueras flexibles de teflón.

Las estaciones de muestreo estarán ubicadas de acuerdo a la localización de las zonas de explotación y poblaciones vecinas con probabilidad de afectación. Es importante resaltar, que los datos obtenidos serán representativos para los días y condiciones de medición, y que las concentraciones de partículas pueden variar según las condiciones climáticas y en especial las direcciones del viento.

Para dar cumplimiento a la metodología estipulada en la Resolución 2154, se realizarán mediciones por 18 días durante 24 horas de medición, en cada uno de los puntos.

- Trabajo de laboratorio

Con los resultados entregados por el laboratorio y los datos registrados durante las evaluaciones, se procederá a realizar el cálculo de las concentraciones de material particulado.

Se calculará el promedio del flujo durante el periodo de muestreo realizando las correcciones para las condiciones de referencia de la EPA. Qstd.


$$V_{std} = Q_{ax}(P_{av}/T_{av})(T_{std}/P_{std})$$

Dónde:

Qstd = Flujo a condiciones de referencia EPA

Va = Volumen de referencia a condiciones ambientales

Pav = Presión barométrica durante el periodo de muestreo

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Conorcio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Conorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Conorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Tav = Temperatura ambiente promedio durante el periodo de muestreo K

Tstd = Temperatura estándar, 298 K

Pstd = Presión estándar 101.3 kPa (o 760 mm Hg)

$$\text{Concentración} = (Wf) \times 106 / Vstd$$

Dónde:

Wf, Wi = Peso final y peso inicial del filtro, g.

106 = conversión de g a µg.

Para la determinación de la concentración de gases, se tomará el valor reportado por el laboratorio y se dividirá por el volumen de aire muestreado a condiciones estándar.

Los datos obtenidos serán analizados en virtud de lo contenido en las normas de calidad del aire que están consignadas en la Resolución 610 de marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

### C. Ruido


Las mediciones se basarán en la metodología de la Resolución 0627 de 2006, en su capítulo II, evaluaciones de emisión de ruido. Esto con la finalidad de obtener valores de las condiciones actuales de la zona en cuanto a niveles de presión sonora, evaluando los niveles obtenidos como el ruido residual antes de la entrada en operación de la maquinaria y demás que se requiera en el proceso constructivo. Para la realización del trabajo se tomaron lineamientos básicos de la Resolución 0627 de abril de 2006.

- ✓ Capítulo I: Disposiciones generales
- ✓ Capítulo II: De la emisión de ruido
- ✓ Capítulo IV: De los equipos de medida y las mediciones
- ✓ Anexo 1: Definiciones
- ✓ Anexo 2: Determinación de los valores de ajuste K
- ✓ Anexo 3: Capítulo I de los procedimientos de medición de emisión de ruido
- ✓ Anexo 4: Presentación del informe

Se determinarán los niveles de presión sonora continua equivalente, expresados en decibeles (A) y en respuesta lenta (S).

- Trabajo de campo

Se requiere del uso de un sonómetro, el cual se compone básicamente de un micrófono y un convertidor de señal que pasa una señal física en una señal eléctrica, ésta última corresponde a los niveles de ruido, los cuales se muestran directamente en la pantalla del sonómetro.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Las mediciones de las condiciones meteorológicas, se realizarán con una estación meteorológica probablemente en versión inalámbrica, que cuente con juego integrado de sensores que combina un colector de lluvia, sensores de temperatura y humedad y un anemómetro, todos ellos integrados en un solo conjunto.

La ubicación de los equipos de medición, se realizará en la medida de lo posible conforme a lo descrito en el capítulo I del anexo 3. Procedimientos de medición para emisión de ruido de la Resolución 0627 de 2006 a 1.20 m de altura del nivel del piso.

El LEQ total se tomará por un periodo de una hora. La medición se realizará de manera continua en cada uno de los puntos, los diurnos entre las 6:00 y las 16:00, los nocturnos entre las 21:00 las 4:00 del día siguiente.

- Trabajo de laboratorio

Los cálculos realizados para presentar los resultados, son básicamente una resta aritmética entre el LEQtotal y el ruido residual. Si este valor supera los tres decibeles, se realizará una resta logarítmica entre estos mismos parámetros, lo que permite encontrar el nivel de emisión. Sin embargo, en esta evaluación específicamente, no se realizará la resta aritmética dado que por no contarse aún con operación de la fuente objeto de estudio, se considera que el nivel de ruido obtenido es el ruido residual base de la zona.

A cada uno de los valores obtenidos se les realizará la corrección por factores de ajuste K basados en los siguientes criterios:



Corrección de nivel KS se aplicará de la siguiente manera: Si el ruido proviene de las instalaciones de ventilación y climatización, bajas frecuencias:

- ✓ 5dB(A) en período diurno.
- ✓ 8dB(A) en período nocturno.

La corrección de nivel KR por horarios se aplicará de la siguiente manera: Si se desea calcular el nivel equivalente corregido ponderado por frecuencia A para el día y la noche LRAeq, dn, se deberá efectuar la medición nocturna de ruido de la fuente específica, si ésta funciona durante la noche, para tener en cuenta el grado de molestia que pueda causar a las personas, se hace una corrección por adición de 10 dB(A) para el período nocturno en el cual funcione la fuente específica.

La corrección de nivel KT toma en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes estos tonos.

- ✓ Por percepción nula de componentes tonales: 0 dB(A).
- ✓ Por percepción neta de componentes tonales: 3 dB(A).
- ✓ Por percepción fuerte de componentes tonales: 6 dB(A).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

La corrección de nivel KI toma en consideración los componentes impulsivos en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos.

- ✓ Por percepción nula de componentes impulsivos: 0 dB(A).
- ✓ Por percepción neta de componentes impulsivos: 3 dB(A).
- ✓ Por percepción fuerte de componentes impulsivos: 6 dB(A).

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

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

$$L = Lt - Ls$$

Dónde:

Lt es el nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono puro;

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

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

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

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

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



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

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

El ruido que se evaluará tiene componentes impulsivos si se perciben sonidos de alto nivel de presión sonora y duración corta. Para evaluar de manera detallada la presencia de componentes impulsivos se establecerá el siguiente procedimiento.

Para una determinada fase de ruido de duración  $T_i$  en la cual se percibe un ruido impulsivo:

- ✓ Se mide el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante  $T_i$ ,  $LA, T_i$ .

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Se mide el nivel de presión sonora ponderado A, determinado con la característica temporal Impulso (Impulse, en inglés), promediado en el tiempo  $T_i$ , LAI.

Se calcula la diferencia  $L_i = LAI - LA, T_i$ .

- ✓ Si  $L_i < 3 \text{ dB(A)}$ , no hay componentes impulsivos.
- ✓ Si  $3 \text{ dB(A)} - L_i - 6 \text{ dB(A)}$ , hay percepción neta de componentes impulsivos.
- ✓ Si  $L_i > 6 \text{ dB(A)}$ , hay percepción fuerte de componentes impulsivos.

Los estándares para comparación serán aplicados de acuerdo al uso del suelo del sector, teniendo presente si el ruido tiene incidencia en sectores con niveles más restrictivos y teniendo en cuenta los horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006.

### **2.3.2.2 Medio Biótico**

#### **2.3.2.2.1 Ecosistemas**

La identificación de los ecosistemas que hacen parte del proyecto se realizó a partir de la metodología planteada en el documento de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. (IDEAM, et al., 2007), a escala 1:10.000.


A continuación se describen las principales actividades que se llevaron a cabo para el análisis de los ecosistemas terrestres:

- ✓ Revisión de información secundaria

El objetivo principal de la revisión secundaria fue realizar un diagnóstico de tipo exploratorio del área de estudio, en donde se buscaron documentos y publicaciones científicas, trabajos de diferente índole realizados en la región por entidades de orden nacional, departamental y municipal, Esquema de Ordenamiento Territorial de los municipios de Amalfi, Gómez Plata y Guadalupe, cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, imágenes satelitales, documentación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, instituciones nacionales, entre otros

- ✓ Definición y delimitación de unidades florísticas

Para lograr una definición de los ecosistemas terrestres presentes en la zona de estudio, el primer paso fue delimitar espacialmente las diferentes unidades florísticas; esta delimitación se realizó en función de atributos climáticos (precipitación y temperatura), geopedológicos (suelo y geomorfología), altitud, zonificación hidrográfica y unidades de coberturas vegetales; el resultado del cruce espacial de toda esta información permitió definir en el mapa de unidades florísticas áreas puras y homogéneas las cuales fueron objeto de la caracterización florística. En los siguientes apartes se relaciona la metodología que se adoptó para conceptualizar espacialmente los diferentes atributos relacionados anteriormente.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ Identificación de las zonas de vida

Para la definición de zonas de vida se empleó la clasificación ecológica propuesta por Holdrige L., (1947), la cual se basa en parámetros de precipitación, temperatura y altitud.

✓ Definición y delimitación de biomas

Con el fin de llevar a cabo la identificación de Biomas a la escala del estudio se tomó como base la información del mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007) a escala 1:500.00.

✓ Delimitación e interpretación de las coberturas de la tierra

Inicialmente se realizó una delimitación preliminar, con base en información secundaria y la interpretación de la imagen satelital. La interpretación y digitalización de las unidades de cobertura se efectuaron directamente en pantalla, utilizando el software ArcGis 10.3 realizando una clasificación de tipo visual. Durante la interpretación se aplicaron reglas básicas de generalización, que permitieron decidir sobre polígonos que no cumplan el criterio de área mínima de mapeo establecida.

De igual manera se tuvieron en cuenta las reglas consideradas en el sistema Corine Land Cover Colombia y que hacen referencia a: delimitación, agregación y generalización de acuerdo con lo planteado por la metodología mencionada.

Posteriormente con la información recolectada en campo (puntos de control), se procedió a realizar los ajustes iniciales para la obtención final del mapa de coberturas.

✓ Identificación, sectorización y descripción de ecosistemas terrestres

Las unidades ecosistémicas que fueron determinadas dentro del área del proyecto, fueron el resultado del cruce espacial del mapa de unidades de geopedología, mapa de unidades climáticas, mapa de unidades de coberturas y mapa zonas de vida o formaciones vegetales.


A. Ecosistemas terrestres

- Flora

La caracterización de la cobertura vegetal se dividió en tres etapas principales, una etapa posibles puntos de muestreo y se concretaron detalles previos al trabajo de campo; otra donde se llevó a cabo la definición de los puntos de muestreo, el establecimiento de parcelas para caracterización y la toma de datos primarios; y una última etapa relacionada con el procesamiento y análisis de la información.

- *Etapas Precampo*

Como insumo base para localizar las unidades de muestreo (parcelas) para la caracterización forestal, se contó con el mapa actualizado de coberturas vegetales y usos

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

del suelo. El sistema de clasificación de las coberturas que se utilizó, corresponde al Corine Land Cover – Colombia, propuesta por IDEAM (2010). El sistema de clasificación se hizo hasta el nivel 3. En general se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Las definiciones específicas de los niveles de cobertura se acogieron a la versión más actualizada con que se cuente para el país<sup>1</sup>.
- ✓ El mapa de coberturas terrestres obtenido con la clasificación Corine Land Cover, hace referencia a características naturales y/o antrópicos de la cobertura del suelo, su espacialización se hizo según los términos de referencia para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles del año 2015. Es de aclarar que la elaboración del mapa de coberturas fue el insumo básico tanto para la planeación del inventario forestal, como para el estudio de paisaje. Este mapa se elaboró de forma preliminar a partir de la ortofoto adquirida por el consultor.

- *Etapa Campo*

- ✓ Obtención de volumen de aprovechamiento para fustales

Para el cálculo del volumen de aprovechamiento forestal, se realizó un censo de individuos arbóreos que presentaron un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 centímetros (fustales) en los sitios de remoción de cobertura vegetal usando el Buffer establecido por el Concesionario del Proyecto.



- ✓ Obtención de volumen de aprovechamiento para regeneración natural

Se realizó un muestreo estratificado al azar en los sitios de remoción de cobertura vegetal tomando a lo largo del corredor vial. Dicho muestreo presenta una confiabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 15%; para lo cual realizaron donde fue posible parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), para un total de dos en vegetación secundaria alta, en donde se registró información dasométrica de latizales (Diámetro entre 2,5 y < 10 cm) y se realizó conteo para brinzales (Diámetro < 2,5 cm).

- ✓ Caracterización de coberturas inventariables

Se realizaron 15 parcelas de caracterización al azar (5 para bosque de galería o ripario y 7 en Vegetación secundaria alta y 3 en Vegetación secundaria baja) que permitieron evaluar de una manera holística la composición florística y regeneración natural, incluyendo individuos en estado fustal, latizal y brinzal, que brindaron la información primaria para definir el estado sucesional de las coberturas asociadas al proyecto. La unidad de muestreo seleccionada fue de forma rectangular por ser la más práctica a utilizarse. Esta forma facilita

<sup>1</sup> A la fecha la información más actualizada corresponde al estudio elaborado por: IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 58 p.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017	

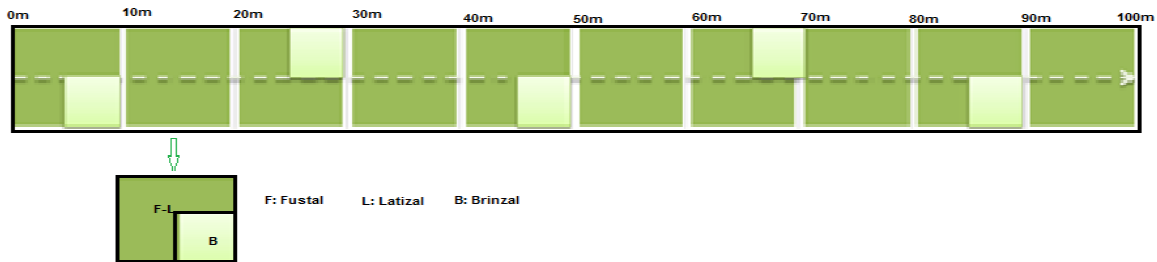
la evaluación de las variables realizando desplazamientos en línea recta sin hacer grandes desplazamientos laterales (Matteucci, S. 1982).

En la Tabla 2.9, se detallan las categorías de tamaño que fueron evaluadas y en la Figura 2.9 y la Figura 2.10, se observan los diseños de parcelas empleados:

**Tabla 2.9 Categorías de tamaño a evaluar**

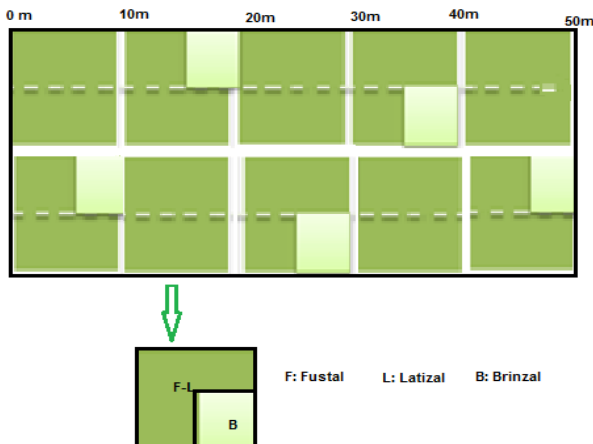
Cobertura	Categoría	Tamaño de la vegetación	Tamaño de parcela (m <sup>2</sup> )
Bosques	Fustal	DAP <sup>3</sup> 10 cm	1000
			(100 x10) (50 x 20)
Vegetación secundaria	Latizal	Diámetro entre 2,5 y < 10 cm	100(10 x 10)
Pastos arbolados	Brinzal	Diámetro < 2,5 cm	25 (5x5)
Pastos (Limpios-Enmalezados)	Porcentaje de cobertura por especie		1 (1 m x 1 m)

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016




**Figura 2.9 Diseño de las parcelas de 100 m x 10 m**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016





	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**Figura 2.10 Diseño de las parcelas de 50 m x 20 m**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016

✓ **Determinación de rutas de acceso**

Con base en la información cartográfica, la información que se obtuvo con los habitantes de la zona y la información recolectada en la salida de reconocimiento y evaluación del trazado inicial, se determinó la existencia de vías y caminos, por los cuales era posible acceder a las zonas deseadas y cubrir la mayor área posible.



✓ **Instalación y marcación de parcelas**

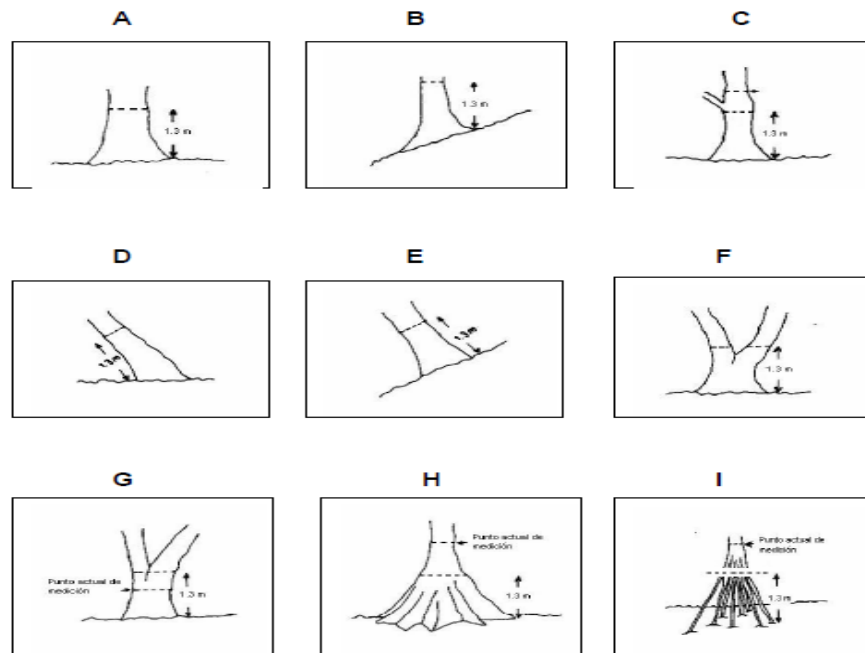
Los sitios muestreados se escogieron al azar para cada cobertura con el fin de dar mayor certeza a los datos de campo y de esta manera, lograr una información confiable acerca de la composición florística de las coberturas vegetales para cada una de las parcelas, en los formularios de campo se registró la información y localización general del sitio muestreado (fecha, localización, coordenadas geográficas). Los materiales y equipos utilizados en campo para el levantamiento de unidades vegetales fueron cintas métricas, GPS, formatos de campo, cámara fotográfica, decámetro, cuerda de señalización, pintura de aceite color naranja o roja.

La posición de todas las observaciones de campo fueron georeferenciadas (el punto inicial y final) con GPS permitiendo así referenciar con precisión los sitios en los mapas e incluso establecer los vínculos con los patrones espectrales (de tono, color y textura) de la imagen y de esta manera en la siguiente etapa poder refinar la interpretación visual de la misma.

Dentro de las parcelas se realizó una caracterización del 100% de las especies arbóreas. Los datos fueron consignados dentro de formularios diseñados para tal fin. En la toma de datos dentro de las parcelas se utilizó la cinta métrica para medir los CAP (circunferencia a la altura del pecho), los cuales fueron medidos a una altura de 1,30 m de la base de los árboles. Los datos registrados de altura de los individuos se realizaron de manera visual, lo cual generó un valor estimado de esta medida. Esta metodología se utilizó debido a las dificultades del terreno y a la presencia en el sotobosque de vegetación densa (Suarez, 2002). En la medición de la altura se distinguieron la altura total, la altura comercial y la altura hasta la base de la copa o de reiteración.

Para medir correctamente la circunferencia a la altura del pecho, se tuvo en cuenta el esquema mostrado en la Figura 2.11:

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017





**Figura 2.11 Métodos más apropiados para la medición de los individuos**

A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1.30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1.30 m. H: Árbol con presencia de contrafuertes. I: Árbol con raíces fúlcreas

Fuente: Adaptado de Condit (1995), Dallmeier et al., (1992) y FAO (1980).

En la Foto 2.3 y Foto 2.4 se detalla el procedimiento realizado en campo para la instalación de la parcela, donde se tomó un árbol como punto inicial de la parcela, y desde donde se lanzó la cuerda para el levantamiento de la información. Los individuos fustales, fueron marcados de forma consecutiva, dirigiendo el número hacia el eje principal de la parcela.

Cada parcela se denominó mediante la letra P de parcela, el número de ésta y el número del individuo a inventariar; ejemplo: P1-1 (parcela 1, individuo 1). Es de aclarar que este código fue marcado en el primer individuo (inicio de la parcela), los demás solo llevaron el número consecutivo.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Foto 2.3 Lanzamiento de cuerda para instalación de parcelas**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016




**Foto 2.4 Medición y codificación de individuos**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016

- ✓ Recolección de muestras botánicas

La diversidad y complejidad florística que presentan las coberturas en varias zonas del país, genera que en la fase de campo se colecten especies no identificadas. Para este

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

procedimiento se llevó a cabo la siguiente metodología (Adaptado de: Protocolo de manejo de colecciones de plantas vasculares proyecto “Desarrollando capacidades compartiendo tecnología para la gestión de la biodiversidad en Centroamérica”, 2008):

✓ Métodos de recolección

En muchos casos el éxito y la buena calidad del material colectado depende de tener los implementos necesarios, estos para este caso específico fueron:

- Alcohol al 95% diluido en agua hasta el 75%. Para cada bolsa de plantas se agregó ½ litro de la solución.
- Bolsas plásticas transparentes, de 60 x 75 cm, de calibre grueso (siete (7) milésimas), y un costal.
- Lápiz de cera.
- Papel periódico.
- Podadora de extensión, con una cuchilla cortadora.
- Podadora de mano.
- Rollo de cuerda para amarrar los paquetes de plantas.

Se desarrollaron dos métodos para coleccionar el material vegetal: el manual, que consistió en coleccionar las muestras directamente, siempre y cuando, las plantas no superaran la altura de una persona, y con una podadora de extensión, para especies arbóreas o epifitas que se encontraron en alturas no superiores a 10m.



- i. *Notas de campo: La información registrada para cada ejemplar contenía la siguiente información: localización de la muestra (vereda, municipio, departamento, coordenadas geográficas, cobertura vegetal), hábito y características de la planta que se pierden con el secado de la muestra, como colores de flores y frutos (en caso de encontrarse en estado fértil), exudado y olor.*

✓ Preparación del material en campo

Una vez recolectadas las muestras en campo, se procedió a colocarlas en un periódico, teniendo la precaución de que el espécimen no sobresalga y de esta manera cumplir con las normas científicas y estéticas de presentación. En la esquina del borde del periódico se escribió el número de colección de cada muestra. Se armaron paquetes con tres periódicos dobles en forma de T.

✓ Preservación en campo y transporte

Para preservar el material se utilizó alcohol de 95% diluido en una proporción de 71% de alcohol y 29% de agua. Esta solución se agregó a las muestras previamente introducidas

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

en bolsas plásticas, hasta que el periódico quedara totalmente húmedo. Finalmente se cerraban la bolsa herméticamente de manera que los vapores del alcohol no se escaparan. El transporte de las bolsas se realizó con precaución, cuidando de no ocasionar perforaciones o destrucción de las muestras.

- *Etapa final*

En esta etapa, se procedió a organizar y sistematizar la información recolectada en campo; con los puntos de control y parcelas realizadas, se procedió a efectuar la debida actualización y precisión de mapa de coberturas.

✓ Análisis de áreas sensibles

El mapa de ecosistemas sirvió de herramienta de evaluación para obtener el factor de compensación por pérdida de la biodiversidad. De igual forma se aplicó la Herramienta Tecnológica para el Seguimiento y Evaluación de la gestión y afectación de la biodiversidad TREMARCTOS, mediante la cual se valoraron preliminarmente los impactos que podría generar el proyecto sobre las áreas que presentan biodiversidad sensible.

✓ Caracterización de la vegetación



La descripción de las principales unidades de vegetación que se encontraron en el área del proyecto, tuvieron en cuenta la estructura horizontal vertical, y la composición florística de acuerdo a la siguiente metodología, dando así cumplimiento a lo exigido en los términos de referencia.

La palabra estructura se ha empleado en diversos contextos para describir agregados que parecen seguir ciertas leyes matemáticas; así ocurre con las distribuciones de diámetros normales y alturas, la distribución espacial de árboles y especies, la diversidad florística y de las asociaciones; por consiguiente puede hablarse de estructura de diámetros, de alturas, de copas, de estructuras espaciales, etc., por lo que resulta claro que el significado biológico de los fenómenos del bosque, expresados por formulaciones matemáticas, constituye la base fundamental de los estudios estructurales.

Con la información recopilada en campo se procedió a realizar el análisis composicional y estructural de la vegetación en los diferentes estados fustal, latizal y brinzal, evaluándose el comportamiento de las especies presentes en el área del proyecto.

○ Estructura horizontal:

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque y se evaluó a través de índices que expresan la ocurrencia y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- **El Índice de Valor de Importancia (IVI):** caracteriza la estructura horizontal del bosque y está dado por la suma de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa; el valor máximo de este IVI es de 300% y es alcanzado en estratos que presentan una sola especie.

$$I.V.I. = FR \% + AB \% + DO \%$$

Donde, FR% es la frecuencia relativa; AB% es la abundancia relativa y DO% es la dominancia relativa.

- **Frecuencia absoluta:** es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.

$$Fa = (No\ de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ que\ ocurre\ una\ especie / No\ total\ de\ unidades\ de\ muestreo) \times 100$$

I Fa=1-20 Muy poco frecuentes

II Fa=20.1-40 Poco frecuentes

III Fa=40.1-60 Frecuentes

IV Fa=60.1-80 Bastante frecuentes

V Fa=80.1-100 Muy frecuentes

- **La frecuencia relativa:** de una especie es la relación expresada en porcentaje entre la frecuencia absoluta y la sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies que aparecen en las parcelas.

$$FR \% = \frac{F.A.\ por\ especie}{\sum\ Total\ de\ F.A.} \times 100$$

Dónde, F.A. = Frecuencia Absoluta


F.R% = Frecuencia Relativa

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

$$Ar = (No\ de\ individuos\ por\ especie / No\ de\ individuos\ en\ el\ área\ muestreada) \times 100$$

- **La abundancia relativa:** se expresa en porcentaje y se define como la relación entre el número de árboles de cada especie y el número total encontrado en la muestra.

$$AB \% = \frac{N.A.\ por\ especie}{N.A.\ Total\ especies\ muestreadas} \times 100$$

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Dónde, N.A. = Número de árboles

A.B% = Abundancia

- **Dominancia absoluta:** es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.

*Da = ∑ de las áreas basales de todos los individuos de una especie tomados en la muestra.*

- **La dominancia relativa:** se expresa en porcentaje y está dada por la relación entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las áreas basales de todas las especies encontradas.

$$DO \% = \frac{A.B. \text{ de cada especie}}{A.B. \text{ Total especies muestradas}} \times 100$$

Dónde, A.B. = Área Basal

D.O%= Dominancia Relativa


- **Estructura total o diamétrica:** la estructura diamétrica del bosque se determinó en total y para las especies con diámetros medibles, para cada una de las muestras levantadas. Se agruparon los árboles inventariados en categorías diamétricas con intervalos fijos (10 cm.). La distribución en categorías diamétricas se dedujo tanto en número de especies como en porcentaje, considerando el número total de árboles encontrados igual al 100%.

○ **Estructura vertical**

La estructura vertical es la distribución de las especies en capas o estratos y su valoración se realizó a través de los parámetros de Ogawa, posición sociológica y las clases diamétricas en que se ubican los individuos de cada especie.

La estructura vertical se aborda desde la Concepción Estructural, definida según Whitmore (1992), a través del término estratificación, que se usa comúnmente para designar la separación de la altura total del árbol en varias capas o estratos, lo cual se hace extensivo a la conformación y distribución de las copas de los árboles de un bosque.

- **Distribución por clase altimétrica:** la distribución altimétrica se determina en total y para las especies fustales (diámetros mayor o igual a 10 cm). Se agrupan los árboles inventariados en categorías altimétricas con intervalos fijos (10 cm.). La distribución en categorías altimétricas se deduce tanto en número de especies como en porcentaje, considerando el número total de árboles encontrados igual al 100%.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017	


- **Estadígrafos muestreo estratificado en Regeneración natural:** Para las coberturas: Bosque fragmentado y Vegetación secundaria alta, se calculó el error de muestreo inferior al 15% con una probabilidad del 95%, teniendo en cuenta los siguientes parámetros que se registran en la Tabla 2.10.

**Tabla 2.10 Parámetros estadísticos**

Estadígrafo		Definición			Fórmula
Media aritmética		Es la medida de posición más común, llamada también promedio, o simplemente media.			$\bar{x} = \frac{\sum(x_i)}{n}$
Desviación estándar muestral		Esta medida caracterizó la dispersión de los individuos con respecto a la media, o sea que da una idea de si los individuos en una muestra están próximos a la media o están diseminados.			$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i)^2 - (\sum x_i)^2}{(n - 1)}}$
Coeficiente de variación		Ésta medida es muy útil para comparar la variación entre diferentes conjuntos de datos o de poblaciones.			$CV = \frac{S}{\bar{x}}$
Proporción		Es la relación entre el área de cada uno de los estratos (cobertura), en relación con el área total objeto de interés.			$P_j = \frac{N_j}{N}$
Volumen promedio ponderado		Hace referencia a la proporción por el volumen promedio.			$V_{st} = \sum (P_j * V_j) =$
Error estándar del volumen promedio		Mide el desvío de las medias muestrales respecto de la media poblacional.			$S_{xst} = \sum P_j^2 * S_{xi}^2$
Error de muestreo Relativo		Permite determinar los límites del intervalo de confianza de la media muestral y el valor de (t), que depende del nivel de confianza requerido para (n) número de parcelas y con esto hallar los grados de libertad.			$E = S_{xst} * t$
Límites de confianza		Proporciona la medida obtenida a partir de una muestra la cual difiere de la verdadera media poblacional.			$limite\ de\ confianza = \bar{x} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$
$x_i$	Cada uno de los datos observados	$P_j$	Proporción	S	Desviación estándar muestral Coeficiente de variación Error estándar de la muestra grados de libertad Error relativo
$n$	Tamaño muestral	$V_j$	Promedio m <sup>3</sup>	CV	
$\bar{x}$	Promedio	$S_{xst}$	Error estándar del volumen	Sx	
$S^2$	Varianza	$V_{st}$	Volumen promedio	t	
				E%	

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA., 2016, Tomado de Tapias, L. Álvaro, Elementos teórico prácticos de inventarios forestales. Universidad Nacional de Colombia. 2002



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ Perfil de vegetación

El perfil de vegetación es un esquema de una franja de bosque, que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y la cobertura. Para la elaboración de un perfil esquemático, se emplearon los registros obtenidos de los individuos de porte fustal, en un transecto dentro del bosque de 50 metros de largo y 10m de ancho.

Se tomó registro de la especie, la distancia en que se ubican los individuos con respecto al origen del transecto y la altura total.

Esta información se transfirió a una gráfica de barras, en donde se ubicó en el eje X los individuos y en el eje Y la altura de los mismos. Posteriormente y basados en bocetos realizados en campo, de las formas de las copas, se reemplazaron las barras por dibujos de árboles; estos esquemas, correspondieron a las características de los individuos, es decir, a su hábito de crecimiento (Villareal et al., 2004).

✓ Regeneración natural

La regeneración se evaluó con el índice de regeneración natural relativa; el cual determina la importancia de una especie según su presencia en las diferentes categorías de tamaño del sotobosque.

- **Análisis de regeneración natural:** se partió de la dinámica de la vegetación, considerada a los cambios fenológicos y climáticos de cada especie vegetal a través del tiempo. Para su evaluación se realizó inventarios florísticos de brinzales (B) y latizales (L), determinando la composición florística, abundancia y frecuencia (absoluta - relativa) el Índice de regeneración natural (IRN)
- **Coeficiente de mezcla:** es la proporción entre el número de especies encontradas por el total de árboles inventariados.

$$Cm = \frac{Nsp}{Nti}$$

Nsp = Número total de especies en el muestreo.

Nti = Número total de individuos en el muestreo.

✓ Diversidad

La diversidad alfa ( $\alpha$ ) de la comunidad estudiada se halló mediante los índices de Simpson y el índice de equidad de Shannon & Wiener de la siguiente manera:

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

○ Índice de Simpson (D):  $D = 1 - \sum ni^2$

Siendo: D: el índice de diversidad de Simpson ni: la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra (Magurran, 1988; Moreno, 2001)

○ Índice de equidad de Shannon & Wiener (H'):  $H' = - \sum ((ni/n) \ln ((ni/n))$

Siendo: H': el índice de diversidad de Shannon & Wiener

ni: Una relación de la riqueza (Rangel & Velázquez, 1997), expresada en la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

Los valores de diversidad obtenidos en el índice de Shannon & Wiener fueron interpretados a partir de la formula  $\ln(S)$ , donde  $\ln$  es el logaritmo natural y S es el número de especies registrado en la cobertura a la cual se le realizó el análisis.

- ✓ Grado de agregación de las especies: se determinó con la distribución espacial de las especies.

$$Ga = \frac{Do}{De} = \frac{\# \text{ total de árboles por sp}}{\# \text{ total de parcelas muestreadas}}$$

$$De = -\log_e\left(1 - \frac{f}{100}\right)$$

Donde

Do: Densidad observada


De. Densidad esperada

f: Frecuencia absoluta

- ✓ Análisis de amenaza de las especies

Para evaluar el nivel de amenaza de las especies encontradas en el inventario forestal, se realizó la respectiva consulta de la normatividad ambiental (Resolución 192 del 10 de febrero de 2014 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES y las listas rojas preliminares y libros rojos de plantas de Colombia del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).



Las categorías de riesgo y amenaza empleadas por el MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y el IAvH, son las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN. A continuación se presenta la definición de las categorías de la lista roja de la UICN:

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- En Peligro crítico (CR): cuando el taxón enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato.
- En Peligro (EN). Un taxón está “En Peligro” cuando no estando “En peligro crítico”, enfrenta un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano.
- Vulnerable (VU): cuando un taxón no estando ni “En Peligro crítico” ni “En Peligro” enfrenta de todas formas un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. Existen dos categorías que si bien no clasifican a las especies como amenazadas son muy importantes, pues alertan sobre su posible inclusión en las categorías antes mencionadas:
- Casi amenazado (NT): Cuando no satisface ninguno de los criterios para las categorías en amenaza (“En Peligro crítico”, “En Peligro” y “Vulnerable”), pero está cercano a calificar como “Vulnerable”.
- Preocupación Menor (LC). Un taxón está en la categoría de “Preocupación Menor” cuando no califica para ninguna de las siguientes categorías: extinto, extinto en estado silvestre, extinto a nivel regional, en peligro crítico, en peligro, vulnerable y casi amenazado. Generalmente se usa para organismos muy comunes o abundantes, y equivale a “Fuera de peligro”.

Por su parte los apéndices I, II y III de la CITES, son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

- ✓ Cálculo del área basal y volumen por hectárea
  - Área basal: es la suma de todas las secciones de los fustes mediante la fórmula  $\pi/4 \cdot D^2$  expresada en m cuadrados por unidad de área, donde D es el DAP diámetro del árbol a los 1,30 m.
  - Volumen: se obtuvo a partir del producto de la altura total (HT), área basal (G) y FM (0,7), donde FM corresponde a un factor mórfico del árbol, que para el caso de bosque natural es igual a 0,7.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- Fauna
  - Aves

Para determinar las especies de aves presentes en el área de influencia indirecta del proyecto se consultó a Ayerbe y cols, 2009 para el departamento del Cauca, y a Ayerbe y cols, 2008 para los municipios de Popayán, Cajibío y otros aledaños al sitio de estudio. Para el área de influencia directa, se siguieron las recomendaciones realizadas en los estudios de monitoreos ambientales del Instituto Alexander Von Humboldt (Villareal y Cols, 2006). Estos sugieren implementar diferentes métodos complementarios, que incluyen detecciones visuales y auditivas. Entre los métodos utilizados en este monitoreo se incluyen: censos visuales y registros auditivos y capturas por medio de redes de niebla (Foto 2.5). A continuación se describen los métodos implementados:





**Foto 2.5 Trabajo en red de niebla para extraer un ave capturada en bosque de galería.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

- ✓ Redes de niebla

Cuatro redes de niebla fueron instaladas durante dos días en cada una de las tres coberturas de muestreo. Las redes son de tipo ATX 12, de 12 metros de largo por 2.6 metros de ancho y ojo de 30 mm. Adicionalmente, se calcula el esfuerzo de muestreo, el cual se mide en horas-red, donde 1 hora-red equivale a una red de 12 x 2 metros abierta durante una hora. La fórmula para el cálculo es:

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

$$EM \text{ (horas-red)} = (\text{Total metros redes}/12 \text{ metros}) \times (\text{Total horas abiertas})$$

Se realizó un esfuerzo de muestreo de 48 horas/red por cobertura para un total de 144 horas/red para las tres coberturas, o 576 m<sup>2</sup> red por cobertura, lo que equivale a 1728 m<sup>2</sup> red en total para las tres coberturas (Tabla 2.11).

**Tabla 2.11. Esfuerzo de muestreo de la comunidad de aves mediante redes de niebla.**

Cobertura Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Horas	12	12	12
Número de redes	4	4	4
Esfuerzo horas-red	48	48	48
Esfuerzo m <sup>2</sup> red	576	576	576
<b>Total = 144 horas-red ó 1728 m<sup>2</sup>red</b>			


Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

Dichas redes se ubicaron a lo largo de caminos y filos de montaña en los bosques de galería o riparios, vegetación secundaria y en los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales. En cada sitio las redes estuvieron desplegadas simultáneamente durante un tiempo de 6 horas diarias, entre las 6:00 y las 09:00 horas y las 15:00 hasta las 18:00 horas. La revisión de las redes (para verificar si había aves atrapadas) se realizó en intervalos de media hora dependiendo de las condiciones climáticas.

Las aves capturadas se depositaron en bolsas de tela, se llevaron hasta una estación de trabajo ubicada no muy cerca de las redes y allí se inspeccionaron de cerca para tomar datos básicos como medidas morfométricas, peso, estado reproductivo, sexo, edad y alguna condición particular del plumaje y muda, así como los datos de la localidad (hábitat, coordenadas, altura, fecha y hora), lo anterior se realizó con el fin de identificar algunos aspectos ecológicos de la comunidad de aves.

La revisión de las redes se hace cada hora. En caso de que el día este muy caluroso (temperatura ambiente mayor a 32°C) se debe hacer con mayor frecuencia, y si llueve fuerte o por períodos prolongados de tiempo, éstas se cierran unas horas. Después de esto, los individuos fueron marcados cortando 1-2 mm de la rectriz 5 derecha que es la pluma de la cola más externa, pues esto, no le crea problemas de maniobra de vuelo a los animales. Lo anterior, se realizó para evitar sobre estimaciones de la abundancia. Finalmente, se tomó un registro fotográfico de cada uno y se liberó cerca de la zona de captura.

En caso de que algún animal muriera por accidente en la manipulación se sigue el método propuesto por Villareal et al (2006) y es depositado en la colección zoológica de la universidad correspondiente, avalada por el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). Las constancias de los depósitos se presentan ante la Autoridad Ambiental competente.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ Observaciones

Consistió en registrar todas las aves observadas (detección visual) y escuchadas (detección auditiva) durante recorridos libres realizados en cada sitio de estudio abarcando todos los hábitats presentes (Foto 2.6). Los trayectos fueron realizados entre 06:30 y las 08:30 horas y en las horas de la tarde entre 15:30 y 17:30 horas, coincidiendo con una mayor actividad de las aves. Para este tipo de observaciones se preestableció un sendero en cada una de las coberturas existentes en el área de influencia directa del proyecto, en donde se hicieron recorridos a una velocidad constante (1km por hora). También se realizaron muestreos en la noche para registrar aves de actividad nocturna mediante recorridos libres entre las 18:00 y las 20:00 horas. El esfuerzo de muestreo por este método fue de 18-27 horas en total (Tabla 2.12).




**Foto 2.6 Registro visual de aves en un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

**Tabla 2.12. Esfuerzo de muestreo de la comunidad de aves mediante transectos de observación.**

<b>Cobertura</b> <b>Ítem evaluado</b>	<b>Bosque de galería o</b> <b>ripario</b>	<b>Vegetación</b> <b>secundaria baja</b>	<b>Mosaico de pastos,</b> <b>cultivos y áreas naturales</b>
Tiempo de duración por transecto	3 horas	3 horas	3 horas

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Cobertura Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Número de transectos por cobertura	3	3	3
Esfuerzo por cobertura	9 horas	9 horas	9 horas
Total = 18-27h en recorridos libres			

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.


La detección visual se realizó con la ayuda de binoculares 10X42. Para cada observación se anotó la información de interés para los objetivos del presente estudio, por ejemplo hábitat donde fue observado el individuo, localidad, estrato de la vegetación, sexo, edad, comportamiento llamativo (defensa territorio, alimentación, reproducción), coordenadas, altitud, fecha, entre otros. Para la detección auditiva es necesario saber identificar las vocalizaciones de las especies en el campo, esta es una metodología muy útil para registrar las especies que son difíciles de observar pero que tienen un comportamiento vocal conspicuo. Además, es útil para obtener registros de especies en lugares donde la observación es difícil debido a la densidad de la vegetación o donde hay condiciones de poca luz. Este tipo de método permite obtener listas de especies lo más completas y representativas posibles.

Durante los recorridos se realizaron grabaciones auditivas de algunos individuos que se encontraban vocalizando y que a su vez se desconocía su identidad taxonómica, estas grabaciones se compararon posteriormente con bases de datos de sonidos existentes para Colombia y el neotrópico como el banco de cantos de amplia disponibilidad en internet (xeno-canto) para determinar su especie.

La identificaciones taxonómicas de aves se realizaron usando la guía de aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001; McMullan & Donegan, 2014) y la guía de aves de Suramérica (Restall y Cols, 2006) para las aves residentes, y para las aves migratorias se emplearon también guías ilustradas de aves de Norte América (Dunn & Alderfer 2006). La sistemática y nomenclatura actualizada se realizó siguiendo al comité Suramericano de las lista de Aves de Suramérica SACC (Remsen y Cols, 2015). Las aves amenazadas se identificaron según los listados más recientes de aves amenazadas de Colombia (Renjifo y Cols, 2002, 2014), así como los listados de la resolución 0192 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y El Estado de las Aves en Colombia (Proaves, 2014). Para la identificación y comparación de vocalizaciones se utilizó el banco de cantos xeno-canto, el cual se encuentra disponible en línea ([www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)).

#### - *Herpetofauna*

Los estudios en Herpetología incluyen información en dos grandes grupos de organismos, los anfibios pertenecientes a la clase Anfibia: orden Anura (ranas y sapos), Caudata

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

(Salamandras), y Gymnophiona (Caecilias); y la Clase Reptilia dentro de los cuales se identifican en Colombia el Orden Crocodylia (Cocodrilos), Squamata (Lagartijas y serpientes) y Testudines (tortugas) los cuales están presentes en la mayor parte del territorio Colombiano (Rengifo y Lundberg, 1999)

Para la caracterización del componente de Herpetofauna presente dentro del área de influencia se hizo una revisión exhaustiva de información sobre la fauna regional del área de influencia del proyecto, para ello se tuvo en cuenta los catálogos en línea del Sistema de Información de la Biodiversidad Colombiana (SIB, 2016), colecciones de referencia, museos especializados como el Museo de la Universidad de Antioquia (MHUA) y la Universidad del Cauca, la colección científica de la Universidad Nacional de Colombia (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>), así como información previa de Estudios de Impacto Ambiental y literatura científica publicada con listados de especies para la zona, y a Cardona et al, 2013.


Los resultados obtenidos mediante información secundaria fueron revisados y tratados siguiendo la nomenclatura binomial propuesta en Frost, 2016; Uetz y Hosek, 2016. Esta información se verificó a través de muestreos de campo en la zona de influencia biótica del proyecto, allí se realizaron observaciones indirectas (Encuestas) y observaciones directas (Muestreo) dentro del área de influencia directa. Toda la información obtenida se complementó con entrevistas a los habitantes locales con el objetivo de garantizar la mayor representatividad de especies.

La caracterización de herpetos se hace con base en la propuesta metodológica de Angulo et al., 2006. A continuación se detalla el método a desarrollar para este grupo.

- ✓ Búsqueda libre y sin restricciones o método de encuentros visuales (VES), Crump y Scott, 1994

Este es un método eficiente para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo posible y consiste en caminar a través de un área o hábitat por un tiempo predeterminado, las especies se buscan levantando las rocas, removiendo la hojarasca y troncos descompuestos, también, se examinan cuevas, raíces, fitotelmatas, es decir, el mayor número de microhábitats posibles (Foto 2.7). Los recorridos se hacen en dos transectos de 2000 m en cada una de las coberturas vegetales con mayor representatividad, identificadas en el área de influencia directa. Estas búsquedas se hacen en jornadas de 8:00 a.m. a 12:00 m. y entre las 18:00 a 22:00 por dos días consecutivos por cada una de las tres coberturas vegetales muestreadas (Tabla 2.13).



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Foto 2.7 Captura de herpetofauna mediante búsqueda libre.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

El esfuerzo de muestreo se midió en horas efectivas de campo-persona, de tal forma que arrojó un total de 32 horas por cobertura o 96 horas en total para todas las coberturas, en promedio, evaluadas por 2 personas. Los anfibios fueron capturados y manipulados siguiendo los protocolos de bioseguridad, fueron aislados en bolsas plásticas (previamente humedecidas) grandes e individuales para evitar la contaminación entre individuos y ninguna bolsa fue reutilizada después de entrar en contacto con el espécimen.

En caso de que los individuos no pudieron ser identificados en campo por medio de las claves dicotómicas y la toma de fotografías técnicas, se procedió a coleccionar un (1) espécimen por especie para poder realizar la identificación en un laboratorio, debido a que se requiere la observación de algunos caracteres bajo el estereoscopio, como por ejemplo la escamación o lepidosis, morfometría, dentición y protuberancias, entre otros. Igualmente, debido a que algunos de estos caracteres son internos, no se pueden observar con el animal vivo, ya que se puede presentar maltrato en el momento de la observación. Aquellos individuos que coleccionados fueron sacrificados aplicando un ungüento de xilocaina en la parte dorsal para los anfibios y xilocaina líquida por medio de una jeringa de insulina en el corazón para reptiles. Los individuos fueron almacenados por 24 horas en formaldehído al 10% y finalmente en alcohol al 70%, como lo recomienda Angulo et al., (2006).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**Tabla 2.13. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la herpetofauna.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Búsqueda libre y captura	2 transectos de 2000 m / cobertura vegetal	8 horas / día • transecto • cobertura (el esfuerzo de muestreo se reparten en horas diurnas y nocturnas) / 2 días por cobertura.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

Por último, los individuos colectados se depositarían en la colección zoológica de la universidad correspondiente, avalada por el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). Las constancias de los depósitos serán presentadas ante la Autoridad Ambiental competente.

✓ Transectos

Se hicieron recorridos a lo largo de una línea recta predeterminada, donde se contabilizaron los anfibios o reptiles observados. Se hizo al menos un transecto por hábitat, el cual midió aproximadamente 100 m de longitud y 2 m de ancho, cada transecto fue repetido varias veces, todo para completar la búsqueda libre. Este método fue apoyado con transectos de bandas auditivas, las cuales permiten contar los machos adultos que cantan o emiten vocalizaciones durante la búsqueda.

El esfuerzo de muestreo se hace contabilizando el tiempo de búsqueda por transecto, de esta manera se realizó un total de 36 horas y se realizaron grabaciones por un tiempo total de 6 horas.

Para las especies en las cuales no hubo confusión taxonómica, la determinación en el campo se realizó con base en la experiencia del investigador (Foto 2.8) y en el empleo de las claves taxonómicas, libros y guías taxonómicas de Lynch y Rueda (1998); Renjifo y Lundberg (1999); Lynch, 1999, Páez et al. (2002); Savage, 2002.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consortio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consortio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Foto 2.8 Sapo identificado en campo (*Rhaebo haematiticus*).**

Fuente: Consortio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

✓ Encuestas


Se realizaron encuestas a los campesinos, trabajadores y residentes locales con más de 30 años de estar viviendo dentro del área de estudio. Por medio de entrevistas semi-estructuradas y fotografías se identificaron las especies más comunes para la comunidad. Se anotó el valor ecológico, la importancia cultural, recreativa, económica y se reconocieron las especies que han disminuido o desaparecido con el paso de los años o durante actividades particulares llevadas a cabo en la región. Finalmente, se clasificó la cantidad de especies presentes de manera cualitativa como: abundantes, raros, escasos y el tipo de hábitat que frecuentan.

- *Mamíferos*

Para la caracterización de mamíferos se consideró a Ramírez & Pérez (2010) para establecer la lista posible de mamíferos del Área de Influencia Indirecta, y para la directa se siguió la propuesta metodológica de Sáenz (2010). Esta contempla la evaluación de mamíferos pequeños y grandes tanto terrestres como voladores. A continuación se describen los métodos utilizados:

✓ Redes de niebla (mamíferos voladores)

Para la captura de mamíferos voladores (quirópteros) se utilizaron 3 redes de niebla (12 m de largo x 2,5 m de ancho), las redes fueron abiertas en las noches e instaladas a nivel del suelo, a lo largo de senderos, atravesando quebradas, en vegetación abierta y en bosques con vegetación densa (Foto 2.9).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Foto 2.9 Red de niebla para la captura de pequeños mamíferos voladores.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.



Las redes se revisaron cada 30 minutos (Medellín et al., 1997) y se reubicaron cada noche para abarcar la mayor cantidad de área posible. Las redes se abrieron durante seis noches, dos noches por cada cobertura evaluada, desde las 18:00h hasta las 22:00h. Con esto, se sumó un total de 72 horas red o 864 m<sup>2</sup>red en cada zona (una hora red equivale a una red de 12 metros abierta durante una hora) (Tabla 2.14)

**Tabla 2.14. Esfuerzo de muestreo para mamíferos voladores en el área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao.**

Cobertura Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Horas	8	8	8
Número de redes	3	3	3
Esfuerzo horas-red	24	24	24
Esfuerzo m <sup>2</sup> red	288	288	288
<b>Total = 72 horas-red o 864 m<sup>2</sup>red</b>			

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

Los especímenes capturados se depositaban en bolsas de tela y eran llevados hacia una estación de muestreo donde cada individuo se extrajo y se le tomaron medidas morfométricas con un calibrador, de acuerdo con lo definido en la Tabla 2.15 (Medellín et al., 1997). Posteriormente, se identificó al nivel taxonómico más preciso con base en la experiencia del mastozoológico y las descripciones, claves y guías de Fernández et al (1988);

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Eisenberg (1989); Emmonns y Feer (1997); Linares (1986, 1998); Rodríguez et al (2006) y Muñoz (2001). Por último se liberaron en la misma área.

**Tabla 2.15. Medidas morfométricas para la determinación taxonómica de mamíferos voladores.**

Medida	Sigla
Medida de antebrazo	AB
Longitud de la cola	LC
Longitud cabeza-cuerpo	LCC
Longitud mayor del cráneo	LMC
Longitud de la oreja	LO
Longitud del pie	LP
Longitud total del animal	LT
Longitud de la tibia	Lt
Tercer metacarpal	3MC
Longitud del calcar	Lcal
Longitud del trago	Ltra
Longitud del uropatagio	Luro
Longitud de la hoja nasal	LHn

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.


Tanto en las trampas como en las redes, cuando un animal fue capturado, éste se extrajo con la ayuda de guantes de carnaza como protección y depositado en bolsas de tela para su posterior identificación y registro fotográfico.

Para los mamíferos medianos y voladores que no sea posible identificarlos a través de claves dicotómicas, se procedía a coleccionar un (1) espécimen por especie para poder realizar la identificación en un laboratorio. Esto debido a que, para la identificación de los mamíferos no voladores, se requiere la observación de algunos caracteres bajo el estereoscopio, como por ejemplo: el cráneo, la dentición, entre otros. Debido a que algunos de estos caracteres son internos, no se pueden observar con el animal vivo, ya que se puede presentar maltrato en el momento de la observación. Aquellos individuos que requirieran ser colectados, se sacrificarían aplicando xilocaína líquida por medio de una jeringa de insulina en el corazón. Los individuos serían almacenados por 24 horas en formaldehído al 10 % y finalmente en alcohol al 70 %.

Por último, los individuos colectados se depositarían en la colección zoológica de la universidad correspondiente, avalada por el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). Las constancias de los depósitos serán presentadas ante la Autoridad Ambiental competente.

- ✓ Trampas sherman (mamíferos terrestres y arborícolas pequeños)

Este método se emplea para la captura de pequeños mamíferos no voladores. Se instalan 30 trampas Sherman, dispuestas en transectos no lineales con 8-10 m entre cada trampa.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Se instalaron 10 trampas en cada cobertura de muestreo durante 6 días, para un total de 60 trampas-noche por cobertura o 180 trampas-noche para todas las coberturas (Tabla 2.16). Estas se ubicaron a nivel del suelo, cerca de refugios, en hojarasca, matorrales, caminaderos y sobre árboles a lo largo de transectos, con el fin de obtener representatividad de los pequeños y medianos mamíferos arbóreos y terrestres (Foto 2.10), modificando la metodología propuesta por Graipel et al., (2003). Como cebo se utilizó una mezcla de maní, esencia de vainilla y avena y fueron revisadas y cebadas nuevamente cada día entre las 7:00 y las 10:00 h.

Para los mamíferos no voladores pequeños y medianos, se tomaron medidas de la oreja, pata, cola y longitud total del cuerpo hasta la cola, para su identificación por medio de las claves de Emmons y Feer (1997), Voss y Emmons (1996) y Voss et al (2001).

**Tabla 2.16. Esfuerzo de muestreo para trampas Sherman en el registro de mamíferos pequeños del área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao.**


Coberturas Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Noches efectivas	6	6	6
Número trampas	10	10	10
Esfuerzo trampas-noche	60	60	60
Total=180 trampas-noche			

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.



**Foto 2.10 Trampa Sherman instalada para la captura de pequeños mamíferos no voladores.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ Cámaras trampa (Mamíferos grandes y medianos)

Se instalaron 4 cámaras digitales de rastreo Bushnell en aquellos lugares en donde se evidenció algún rastro, madriguera o indicio de un mamífero; Las cámaras fueron programadas para funcionar por un periodo de actividad de 24 horas, durante los días muestreados para la cobertura de bosque de galería o ripario (Tabla 2.17); no se instalaron cámaras trampa para evaluar las coberturas de vegetación secundaria baja y zonas abiertas de mosaico de pastos y cultivo por seguridad, ya que en éstos sitios quedaban muy expuestas, y existía la posibilidad de ser extraídas del lugar. Se utilizaron como atrayentes, latas de sardina estacadas a un palo y mantequilla de maní (Foto 2.11). El esfuerzo de muestreo fue de 24 días-trampa.

**Tabla 2.17. Esfuerzo de muestreo para cámaras trampa utilizadas en el registro de mamíferos medianos y grandes del área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao.**


Coberturas Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Noches efectivas	6	0	0
Número trampas	4	0	0
Esfuerzo días-trampa	24	0	0
Total=24 días-trampa			

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.



**Foto 2.11 Armadillo (*Dasypus novemcinctus*) registrado en una cámara trampa.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

✓ **Recorridos de Observación**

Se llevaron a cabo recorridos diurnos y nocturnos de longitud no definida, observando cautelosa y silenciosamente cualquier movimiento en el dosel de los árboles y sobre el suelo. Como no se instalaron cámaras trampa para evaluar la cobertura de pastos arbolados y zonas abiertas de mosaico de cultivo, se invirtió mayor esfuerzo en los recorridos de observación para éstas zonas (Tabla 2.18). Para los mamíferos encontrados, se tomaron los siguientes datos: fecha, hora, hábitos alimenticios, número de individuos, tipo de hábitat, estrato y especie.

**Tabla 2.18 Esfuerzo de muestreo mediante recorridos de observación para mamíferos medianos y grandes en el área de influencia directa del estudio de impacto ambiental doble calzada Popayán-Santander de Quilichao.**

Coberturas Ítem evaluado	Bosque de galería o ripario	Vegetación secundaria baja	Mosaico de pastos, cultivos y áreas naturales
Tiempo de transecto (Horas)	1	2	2
Número de transectos	4	4	4
Esfuerzo	4	8	8
Total=16 horas			

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA S.A., 2016.

**B. Ecosistemas acuáticos**

Se establece y se georreferencia las estaciones de muestreo para las fuentes de agua susceptibles de intervención (captaciones, vertimientos, entre otras).


- Trabajo en campo
  - Peces (*fauna íctica*)

La toma de muestras de la comunidad íctica se realiza en transectos de 100 metros por cada estación de monitoreo, empleando varios métodos de muestreo.

Antes de iniciar las labores de muestreo en campo, se realiza un recorrido de reconocimiento previo en todo el cuerpo de agua, con el fin de delimitar el área o zona de donde se toma la muestra (posición de GPS), realizando una descripción general del cuerpo de agua, teniendo en cuenta el tipo de sustrato, condiciones climáticas, tipo de vegetación en la ribera, velocidad de la corriente (según datos de aforo de caudal con correntómetro), posibles fuentes de contaminación, apariencia y calidad de agua (parámetros *in-situ*).

Se toma registro fotográfico del sitio de muestreo, aguas arriba, aguas abajo, margen izquierdo, margen derecho, y el hábitat que lo rodea para la posterior interpretación de los resultados y elaboración del informe.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Es importante tener en cuenta que la toma de muestras se realizan en dirección aguas abajo a aguas arriba, ya que esto evita el coleccionar organismos que posiblemente hayan sido desprendido desde aguas arriba.

✓ Nasa y atarraya

La nasa se utiliza para coleccionar especies de morfometrías medianas y pequeñas, realizando varios barridos en áreas de poca profundidad y en diversos microhábitats que se encuentren en el transecto (ver Foto 2.12). Por otro lado, se utilizan dos tipos de atarrayas (una con ojo de malla de 2,5 cm y otra de 1,5 cm). Se registra el número de lances de atarraya en cada estación, con el fin de afinar la estandarización del esfuerzo pesquero, dadas las diferencias de transparencia, profundidad, sustrato y abundancia de sitios reconocidos por los pescadores como propicios, si los hay, para efectuar los lances en cada estación.

En la medida de lo posible, cada arte de pesca se replicado en horario diurno y nocturno, con el fin de tener muestras de las especies que son activas tanto de día como de noche.



Nasa



Atarraya.

**Foto 2.12. Nasa y Atarraya**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

Los individuos capturados se reintegran a su medio natural, después de tomar fotografías y registrar los caracteres más distintivos (datos merísticos y morfométricos, así como coloración en cuerpo y aletas). Como complemento, se desarrollan encuestas a los pobladores de la zona, sobre la riqueza íctica del área. Aquellos individuos que no sean posibles de identificar in situ, se coleccionan y manipulan con cuidado para evitar su deterioro. Los peces se conservan completos y sin mutilaciones. Se evita romper las espinas de las

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

aletas en caso de que las haya, así como también tratar de que los peces con escamas no las pierdan por la manipulación excesiva.

✓ Pesca eléctrica


Este método consiste en la creación de un campo eléctrico en una zona del medio acuático, que modifica el comportamiento del pez existente y facilita su captura. En cada una de las estaciones de muestreo, se miden los parámetros básicos físico-químicos del agua (temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto). La medida de la conductividad es necesaria para graduar la intensidad del convertidor de corriente. Se sitúa el generador y el convertidor de corriente cerca de la orilla del río, en una localización adecuada que permita pescar desde aguas abajo del tramo hacia aguas arriba (ver Foto 2.13).



**Foto 2.13. Equipo típico para pesca eléctrica.**  
Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

Se conecta el cátodo (reja) al convertidor y se introduce en el agua (en un punto intermedio del tramo para limitar la fluctuación de la intensidad de la corriente). Seguido de esto se conecta la pértiga (ánodo) al convertidor de corriente con un cable suficientemente largo para cubrir toda la longitud del tramo, luego se situarán los depósitos contenedores de los peces y el material necesario para tomar las medidas biométricas en un sitio llano y sombreado. El equipo humano de pesca estará integrado por 2 a 4 personas. El técnico más experimentado conduce la pesca, es decir lleva la pértiga y va accionando está remontando el río (de abajo arriba); de este modo la turbidez provocada por el movimiento no afecta a la eficiencia de la pesca. Es conveniente moverse suavemente e ir barriendo con el ánodo todos los hábitats del ancho fluvial. Otro técnico o dos se sitúan detrás del portador de la pértiga con sacaderas, y recogen los peces, que aturdidos por la electricidad son arrastrados por la corriente fluvial.

Los peces capturados se depositan en cubos de plástico llenos de agua y se trasladan a los contenedores o viveros instalados en la orilla, a la espera de que se tomen las medidas

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

biométricas. Se controla la densidad de peces en los contenedores para que esta no sea excesiva y los peces se encuentren en buenas condiciones (renovar el agua, mantener el contenedor a la sombra, oxigenar el agua, etc.). No obstante, lo más práctico y que reduce al mínimo la mortandad, es la utilización de viveros sumergidos en el río (convenientemente alejados de la zona de pesca). Con el fin de facilitar la manipulación es conveniente usar un producto anestésico que los relaje y facilite el trabajo (Se usa MS-222 o eugenol). Se controla el tiempo de exposición al anestésico, dado que una exposición excesiva puede conducir a la muerte del ejemplar.




**Foto 2.14. Muestreo comunidad íctica con electropesca.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

Cada uno de los ejemplares capturados se identifica, contabiliza y se toma nota de: peso, longitud furcal o total y estado sanitario. Adicionalmente se realiza registro fotográfico representativo de los ejemplares capturados. Si existen dudas en la identificación de alguna especie, se conserva algún ejemplar (en hielo o fijado con formaldehído al 10 %) para su examen en el laboratorio. Para confirmar la edad se toman muestras de estructuras que permitan determinar este parámetro (p.ej. escamas). Finalmente los ejemplares ya medidos y pesados se introducen en otro contenedor de rejillas plásticas sumergidas, que permitan que el agua circule a través de este, evitando una densidad excesiva de peces que conduce a la desoxigenación rápida del agua. Esta práctica ayuda a la recuperación de los peces, en caso de haberse usado algún anestésico y en todo caso mejora el confinamiento.

El contenedor debe situarse fuera de la zona de pesca para evitar que los peces sean afectados nuevamente por la corriente eléctrica. Una vez finalizada la pesca en el tramo, se procede a reintegrar los peces al río, asegurándose que estén recuperados de la anestesia; para ello se elige una zona de corriente moderada cerca de la orilla (evitando la suelta en tramos de fuerte corriente). Adicionalmente se realiza una estimación de la

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

mortandad debida al muestreo (% peces muertos). En caso de necesitar la conservación de algún ejemplar para identificación, se usan los ejemplares que hayan podido resultar muertos. No se introduce ningún ejemplar vivo en el producto conservante, sino que se sede exceso hasta asegurar la muerte del ejemplar.

En la Tabla 2.19 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo.

**Tabla 2.19. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la ictiofauna.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Nasas	20 barridos con nasa (0.5 cm de diámetro de poro) en un transecto de 100 m por estación.	20 barridos con nasa en un transecto de 100 metros por estación (diurno y nocturno cuando sea posible)/ 1 día por estación.
Atarraya	20 lances de atarraya (ojo de malla de 1,5 cm y 2,5 cm) en un transecto de 100 m por estación.	20 lances de cada atarraya en un transecto de 100 metros por estación (diurno y nocturno, cuando sea posible)/ 1 día por estación.
Pesca eléctrica	Transectos de hasta 200 m por estación	2 transectos diurnos por estación.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

✓ **Preservación y transporte**

En la Tabla 2.20 se especifican los métodos de preservación y movilización, resaltando que los peces una vez capturados se fijan lo más pronto posible. Los individuos colectados se entregan a colecciones de entidades oficiales o universitarias.



**Tabla 2.20. Técnicas de preservación, movilización y transporte para la ictiofauna.**

Preservación	Movilización y transporte
En caso de que se deba sacrificar algún espécimen, se aplicará una sobredosis de xilocaína líquida. Los individuos se preservarán con Formaldehído al 10 %, que se incorpora a los tejidos por inyección directamente en la cavidad abdominal y en la musculatura de sus costados.	Frascos o bolsas plásticas con cierre hermético en alcohol al 70 %.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

- *Fitoplancton*

Para la toma de muestras de fitoplancton, se utiliza una red cónica, a través de la cual se filtran dos (2) muestras. No se remueve ni agitar bruscamente el agua, para evitar tomar sedimento del fondo o que éste se mezcle con el agua a filtrar. Esta red en su parte inferior tiene un colector en el cual se concentran los organismos. En la Tabla 2.21 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo (ver Foto 2.15).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Las muestras concentradas se fijan y preservan en frascos de plástico ámbar con solución Transeau y Lugol, se marca y tapa bien el recipiente y luego se embala para su transporte al laboratorio. Finalmente, las muestras se rotulan y sus datos se consignan en cadenas de custodia y formatos de campo. En la Tabla 2.22 se presentan los métodos de preservación y movilización para este grupo.

**Tabla 2.21. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para fitoplancton.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Red de fitoplancton	1 filtrado de 10 litros con red cónica de ojo de malla de 25 µm.	2 filtrados por estación / 1 día por estación

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

**Tabla 2.22. Técnicas de preservación, movilización y transporte para fitoplancton.**

Preservación	Movilización y transporte
1.5 ml de solución Transeau y 0.5 ml de Lugol.	Plástico ámbar 120 ml, en neveras con suficiente hielo.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.





**Foto 2.15. Muestreo con red para plancton.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

#### - *Zooplancton*

La colecta de las muestras se efectúan siguiendo una metodología muy similar a la de la toma de fitoplancton; se usa una red cónica, y aunque el volumen filtrado por muestra sea el mismo que para la toma de fitoplancton, la diferencia es que en este caso, se realiza tres

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

filtrados por estación, para un total de 30 litros de agua superficial. En la Tabla 2.23 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo.

Las muestras se depositan en frascos ámbar plásticos debidamente etiquetados. Para evitar la contracción o distorsión de las membranas celulares de los microorganismos, se adiciona a la muestra un agente narcótico. Una vez los microorganismos son adormecidos y pasados 30 minutos de haber adicionado los agentes narcotizantes (agua carbonatada), se agrega la solución fijadora (Solución Transeau: agua, etanol al 90 % y formol al 40 %, en proporciones 6:3:1 respectivamente). Finalmente, las muestras se trasladan al laboratorio para su posterior análisis. En la Tabla 2.24 se presentan los métodos de preservación y movilización para este grupo.

**Tabla 2.23. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para el zooplancton.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Red de zooplancton	1 filtrado de 10 litros con red cónica de ojo de malla 25 µm.	3 filtrados por estación/ 1 día por estación.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

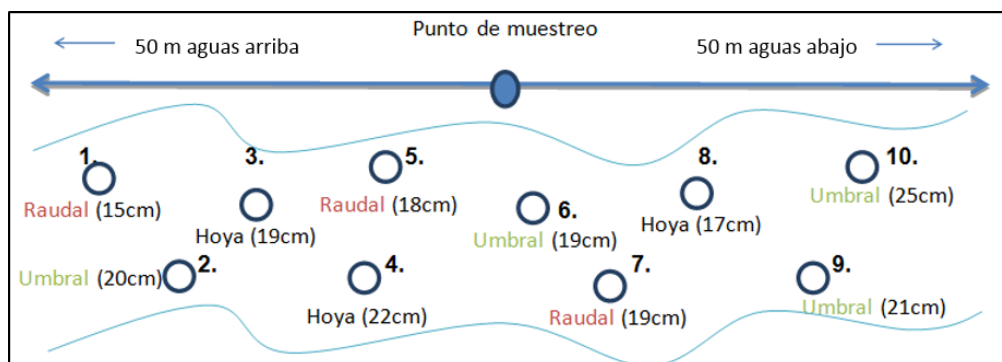
**Tabla 2.24. Técnicas de preservación, movilización y transporte para el zooplancton.**

Preservación	Movilización y transporte
5 ml de agua carbonatada, después de 30 minutos 1.5 ml de solución Transeau.	Plástico ámbar 120 ml, en neveras con suficiente hielo.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.



- *Bentos*

Para aguas poco profundas, se muestrearán por cada punto de monitoreo 100 metros lineales del cuerpo de agua, distribuidos equitativamente, aguas arriba y aguas abajo del punto definido (ver Figura 2.12).



**Figura 2.12. Esquema tipo para el monitoreo de comunidades bentónicas.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Una vez definido el tramo de 100 metros, se realizan entre 5 y 10 muestreos aleatorios, colocando la red Surber sobre el sustrato con la abertura en contra a la corriente; de esta manera, el material removido del sustrato es arrastrado hacia el interior del cono de la red, donde los sedimentos junto con los organismos quedan retenidos. El esfuerzo de muestreo se realiza teniendo en cuenta una distribución equitativa y la presencia de los diferentes tipos de ambientes como umbrales, hoyas y raudales, y su respectiva profundidad (ver Foto 2.16).

En cada punto escogido se coloca el marco de la red Surber, sobre el fondo a contracorriente; fijándose que la malla quede en posición aguas abajo sin dejar espacios entre el fondo y el marco de la red para evitar la filtración del agua. Se toma la muestra girando cuidadosamente con la mano todos los elementos que se encuentren dentro del marco de la red como: piedras, hojarasca, grava, arena, etc., hasta una profundidad entre 5 cm y 10 cm para desprender los animales que se encuentren en esa zona. Una vez recogida la muestra, se debe lavar dentro del cuerpo de agua muestreada, para eliminar el exceso de sedimento (ver Foto 2.16).

Se realiza una selección manual de los macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua muestreados para la conformación de un blanco; éste permite identificar de manera general algunos organismos presentes en el sistema y es de gran ayuda en el momento de analizar la composición de la muestra en el laboratorio.

En la Tabla 2.25 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo.




red Surber



con red D.

**Foto 2.16. Muestreo de comunidad béntica.**  
 Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017	

**Tabla 2.25. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para la comunidad bentónica.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Red Surber	1 barrido con red Surber (343 µm de ojo de malla y 90 cm <sup>2</sup> ) en un transecto de 100 m por estación	5 a 10 barridos en 100 metros lineales distribuidos aguas arriba y aguas abajo del punto de monitoreo/1 día por estación
Draga Tipo Ekman	1 lance de draga tipo Ekman (0,025 m <sup>2</sup> ) por estación.	3 muestras (dragados) / por estación, 1 día por estación.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

En la Tabla 2.26 se presentan los métodos de preservación y movilización para este grupo, el cual se realiza de igual forma para las dos técnicas de muestreo. A todas las muestras, se les realizará un registro, cumpliendo con los requisitos expuestos en los formatos de campo.

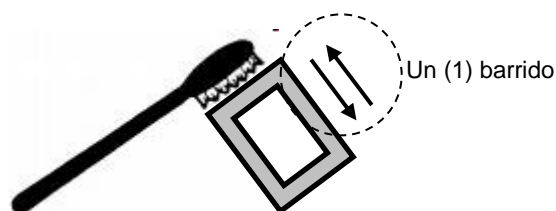
**Tabla 2.26. Técnicas de preservación, movilización y transporte para la comunidad bentónica.**

Preservación	Movilización y transporte
Solución Transeau y tinción con Rosa de Bengala.	Bolsas plásticas de seguridad, dentro de una nevera de icopor o recipiente limpio.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

- *Perifiton*


La composición de las comunidades de perifiton pueden variar en función del sustrato escogido, por lo tanto, la colecta de las muestras se efectúa raspando los sustratos sumergidos en los cuerpos de agua, como rocas, troncos y hojas. Para este propósito, se emplea como instrumento colector un cepillo y un área de raspadura o cuadrante de perifiton de 10 cm x 10 cm, quedando así un área primaria de muestreo de 6 cm<sup>2</sup>; es importante tener en cuenta, que un barrido se compone del raspado del sustrato ida y vuelta (ver Figura 2.13). La colecta se realiza sin discriminar ningún tipo de sustrato, los cuales luego se integran en una sola muestra por punto de monitoreo. En la Tabla 2.27 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo (ver Foto 2.17).



**Figura 2.13. Forma correcta de realizar los raspados (barridos) en sustratos para el muestreo de perifiton.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**Tabla 2.27. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para el perifiton.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Remoción cuadrante. por	Raspado de cuadrantes de 100 cm <sup>2</sup>	10 raspados por estación / 1 día por estación.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

Posteriormente, los microorganismos adheridos al instrumento son re suspendidos en un frasco de plástico ámbar con solución Transeau, al cual se le agregan unas gotas de Lugol para facilitar la identificación en el laboratorio. Las muestras se marcan y, se registran en las planillas de campo y almacenan en una nevera de icopor para su posterior traslado al laboratorio. En la Tabla 2.28 se presentan los métodos de preservación y movilización para este grupo (ver Foto 2.17).

**Tabla 2.28. Técnicas de preservación, movilización y transporte para el perifiton.**

Preservación	Movilización y transporte
10 ml de solución Transeau y 0,5 ml de Lugol (Re suspensión).	Plástico ámbar 120 ml, en neveras con suficiente hielo.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.



**Foto 2.17. Muestreo comunidad de perifiton.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- *Macrófitas acuáticas*

La toma de macrófitas acuáticas se realiza manualmente, utilizando cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> donde se trata de obtener una muestra representativa. Las muestras son extraídas con todas las estructuras posibles (raíces, hojas, etc.), lo cual facilite su identificación. Es de anotar, que se colecta un (1) representante de cada especie (completo con todas sus estructuras vegetativas), para su posterior análisis en laboratorio.

Las muestras se extienden en hojas de papel periódico y con la ayuda de un atomizador se rocía cada muestra con solución Transeau para su preservación, prensado y traslado al herbario.

En la Tabla 2.29 se presentan las técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para este grupo, y en la Tabla 2.30 se especifican los métodos de preservación y movilización.

**Tabla 2.29. Técnicas, unidades y esfuerzos de muestreo para las macrófitas.**

Técnica de muestreo	Unidad de muestreo	Esfuerzo de muestreo
Colecta manual	Cuadrantes de 1 m <sup>2</sup> / estación	Hasta 5 cuadrantes de 1 m <sup>2</sup> / punto de monitoreo.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

**Tabla 2.30. Técnicas de preservación, movilización y transporte para las macrófitas.**

Preservación	Movilización y transporte
Cada una de las muestras colectadas se deposita en bolsas plásticas, esto ayuda a que las muestras no se confundan y se pierdan estructuras importantes para su identificación. Posteriormente cada muestra se pasa a una hoja de papel periódico y se prensa. Finalmente, los paquetes prensados se alcoholizan con etanol al 70 %.	Cada uno de los paquetes prensados y alcoholizados, se depositan en costales sellados y marcados adecuadamente.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

- Fase de laboratorio

En esta etapa, se procede al análisis de las muestras colectadas en campo mediante la determinación de la composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas en los cuerpos de agua muestreados. La etapa de laboratorio es una de las más importantes por cuanto se obtienen los resultados de las comunidades monitoreadas.

El recuento e identificación de los organismos del plancton y el perifiton, se realiza con base en la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012). Se emplea un microscopio de luz compuesto, en un aumento de 10X y/o 40X y la ayuda de una cámara

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Sedgwick-Rafter, realizándose varios transectos visuales, desarrollando barridos en zig-zag tratando de abarcar toda la placa. Para la identificación y ubicación taxonómica de estas comunidades se utilizan claves taxonómicas especializadas.

Las muestras colectadas de macro-invertebrados acuáticos, se separan en tamices de diferente micraje (180 µm, 425 µm y 4.25 mm) y analizadas sobre bandejas esmaltadas blancas, cajas de Petri y portaobjetos, con ayuda de un microscopio de luz o estereoscopio (aumentos de 7.5X y 50X), según la necesidad. Para la identificación de la comunidad bentónica se utiliza bibliografía especializada.

Para las macrófitas acuáticas, su identificación se realiza a través de la observación de las estructuras vegetativas y florales de las plantas. Cuando es necesario se diseccionan las macrófitas con la ayuda de un estereoscopio (aumentos de 7.5X y 50X), pinzas y agujas finas; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association, AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 22 (2012) e Integrated Taxonomy Information System (ITIS).


Por último, la comunidad íctica se identificará teniendo en cuenta la merística y morfometría. La identificación se basa en claves y bibliografía especializada.

- **Análisis de datos**

Los datos obtenidos de las comunidades hidrobiológicas se recopilan en tablas primarias. Para el caso específico del perifiton, los resultados cuantitativos se expresan en organismos por centímetro cuadrado (org/cm<sup>2</sup>), teniendo en cuenta el área de sustrato del cual se extrae la muestra. Mientras que para el plancton en general (fitoplancton y zooplancton), los datos se reportan en número de organismos por mililitro (org/ml), de acuerdo con el volumen de agua filtrado en campo. Para el bentos, se tiene en cuenta el total de individuos contabilizados en cada taxón determinado y el área de muestreo (Red Surber), registrando de esta forma el total de individuos por unidad de área, en este caso por metro cuadrado (org/m<sup>2</sup>).

Con los resultados obtenidos de composición y abundancia de las comunidades perifítica, planctónica y bentónica, se calculan los índices de diversidad alpha (Shannon, uniformidad de Pielou y predominio de Simpson) y beta (Similitud Bray-Curtis), como un indicador de la calidad ambiental del agua.

Los datos obtenidos de las faenas de pesca se integran en bases de datos para luego ser analizados mediante tablas dinámicas, teniendo en cuenta la abundancia y riqueza por estación y acumulada. También se realiza una comparación de la composición registrada y la influencia de los esfuerzos y Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en dichos resultados. Las CPUE se establecen a partir del tiempo de faena y el número de lances respecto al número total de individuos capturados bajo las variables mencionadas.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Aquellas especies de mayor importancia se analizan a nivel de su abundancia y la relación con su ciclo de vida, ya sea de tipo residente o migratorio. Con las especies que presenten varios registros en sus tallas se establecen promedios de captura y se confrontan con tallas medias de madurez (TMM) encontrada en información secundaria para así determinar si el uso actual del recurso en el área monitoreada es el adecuado. Finalmente con los registros ícticos y encuestas se citan las especies con algún grado de vulnerabilidad según el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia y la Resolución 0192 de 2014 para así dar a conocer un manejo más adecuado sobre estas poblaciones (Mojica et al., 2002).

Para las macrófitas acuáticas, se realiza un listado con su composición, la descripción de cada una de ellas, su ecología e importancia para los ecosistemas acuáticos de la zona.

### 2.3.2.3 Medio Socioeconómico

A continuación se exponen de manera general los procedimientos y estrategias utilizadas en el medio socioeconómico para la formulación del presente EIA.

Es importante destacar que todos los procedimientos aplicados en el medio social se encuentran regidos por los principios de participación e información a las comunidades en el marco de la normativa existente para el desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental.



Considerando los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, se establecen metodologías para la recolección de información y formulación de los siguientes componentes:

- ✓ Participación y socialización en las comunidades.
- ✓ Componente demográfico.
- ✓ Componente espacial.
- ✓ Componente económico.
- ✓ Componente cultural.
- ✓ Componente arqueológico.
- ✓ Componente político organizativo.
- ✓ Tendencias del desarrollo.
- ✓ Información de población a reasentar.

En consideración de lo anterior, en la Tabla 2.31 y en la Tabla 2.32 se presenta la fuente de consulta y la información primaria y secundaria, considerada para caracterizar el medio socioeconómico.

**Tabla 2.31. Obtención, consulta y análisis de información secundaria.**

Documentación	Fuentes
Estudios existentes sobre el área de influencia.	Alcaldías municipales, Corporaciones Autónomas Regionales correspondientes.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Documentación	Fuentes
Documentos oficiales de las administraciones municipales.	Secretarías y/o dependencias de las alcaldías municipales.
Bases de datos, cifras y proyecciones.	Oficinas de SISBEN. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (Datos WEB). Secretarías y dependencias de las alcaldías municipales. Entes descentralizados.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

**Tabla 2.32. Obtención, consulta y análisis de información primaria.**


Actividad	Procedimiento
Avanzada y reconocimiento en el área de estudio.	Observación directa y charlas informales con los habitantes del Área de Influencia (AI), del proyecto.
Levantamiento de información socioeconómica.	Realización de encuestas estructuradas a la comunidad del AID: fichas veredales, fichas municipales, fichas socioeconómicas y cartografía social.
Identificación de impactos y propuestas de medidas de manejo ambiental.	Taller de identificación de impactos y propuestas de medidas de manejo por parte de la comunidad del AID.
Información y socialización del proyecto	Reuniones informativas y socializaciones a las autoridades locales y comunidades del área de influencia.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

En la investigación social moderna es cada vez más común la utilización de un enfoque mixto para la recolección de información, es decir, que posea elementos tanto cuantitativos como cualitativos que permitan la comprensión de la realidad territorial, reconociendo las múltiples conexiones de interdependencia que afectan a las poblaciones y que generan unas dinámicas particulares de cada territorio. Teniendo en cuenta lo anterior, se emplea una serie de técnicas e instrumentos para la recolección de información cuantitativa y cualitativa, diseñados para dar respuesta a los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

Desde el enfoque cuantitativo, el instrumento de recolección de información que se ajusta a las necesidades del proyecto, es la encuesta socioeconómica con preguntas cerradas y de múltiple respuesta, la cual es nombrada para el marco de este proyecto, como ficha de caracterización. Este instrumento busca explorar entre la población presente en el AID, la composición social del territorio, así como las dinámicas y configuraciones socio ambientales que allí se desenvuelven.

La ficha de caracterización organizada por categorías, abarca los elementos de sexo, edad, escolaridad, actividad económica, actividad familiar, trabajo, salud, necesidades básicas

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017


insatisfechas (NBI), oportunidades, dinámicas migratorias, dinámicas productivas de los predios, relación con el agua, entre otros elementos particulares de cada una de las dimensiones socioeconómicas.

Entre lo cuantitativo y lo cualitativo, se encuentran dos instrumentos metodológicos que se aplican mediante una forma mixta de recolección de información: la ficha veredal y la ficha municipal; ambas configuran un conjunto de instrumentos diseñados para caracterizar el territorio en todas sus dinámicas sociales, económicas, políticas, ambientales, espaciales y de infraestructura, además de objetivar la información existente sobre iniciativas de participación ciudadana y elementos asentados en los territorios. Es la forma de generalizar información específica sobre los lugares de ejecución del proyecto.

- ✓ **Ficha veredal:** “(...) permite recolectar información primaria a nivel veredal sobre aspectos de producción, comercialización, demografía, recursos hídricos, infraestructura y sociales” (IICA, OEA, 1987, p. 49). La información obtenida por medio de la aplicación de la ficha veredal es correspondiente con el conocimiento de líderes y habitantes de la vereda. El diligenciamiento se hace a través de la participación colectiva de estos líderes por medio de la convocatoria y asistencia a una reunión donde se exponen las principales características del lugar. La ficha veredal y municipal constituye un conjunto de instrumentos que permiten identificar las dimensiones socioeconómicas del territorio en estudio, así como las problemáticas y potencialidades del mismo.
- ✓ **Entrevista semiestructurada a profundidad:** como técnica cualitativa, se refiere a la situación en la que el entrevistador orienta un encuentro cara a cara con un actor relevante del AID, mediante una serie de preguntas simples, que van escalando en su nivel de complejidad, tratando de minimizar las interrupciones y siempre realizando un registro audiovisual de la entrevista (Münch y Ángeles, 2005). La entrevista, “(...) parte del supuesto de que cada actor social posee su propio sentido que se hace explícito en el discurso” (Galeano, 2004, p.189), de esta forma, entrega su visión personal sobre los temas indagados.
- ✓ **Observación participante:** “(...) los métodos de observación directa constituyen los únicos métodos de investigación social que captan los comportamientos en el momento en que se producen y en ellos mismos, sin la mediación de un documento o de un testimonio” (Quivy & Van Campenhoudt, 2001, p. 187). Para la elaboración del EIA, esta técnica del enfoque cualitativo, permite al profesional que se encuentra con las poblaciones, identificar formas de vida y de relacionamiento socio ambiental, que solo pueden ser comprendidos estando en el territorio.

#### 2.3.2.3.1 Participación y socialización con las comunidades

En el avance de los procesos de información y socialización del proyecto, dirigidos a las autoridades municipales, organizaciones sociales y pobladores del área de influencia, se realizan reuniones con los funcionarios de las administraciones municipales

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

correspondientes, con los miembros de las Juntas de Acción Comunal - JAC, líderes y comunidades en diferentes momentos:

- ✓ Primer momento: reunión informativa del proyecto y retroalimentación dirigida a miembros de las administraciones municipales y representantes de las JAC del área de influencia.
- ✓ Segundo momento: reuniones de socialización con las comunidades del área de influencia para dar a conocer el proyecto y desarrollar actividades participativas tendientes a la identificación de impactos y la caracterización de las comunidades.

Los acercamientos con las comunidades de las áreas de influencia del proyecto, se realizan de la siguiente forma:

**A. Primera salida de campo: avanzada y reconocimiento**

En esta salida de campo, el equipo profesional social del consultor, hace un primer acercamiento con los funcionarios de las administraciones municipales correspondientes, donde presentan el propósito del estudio.


Así mismo, se solicitó la información secundaria pertinente (documentos oficiales) a las secretarías y dependencias de las alcaldías municipales para el desarrollo del estudio, a través de la radicación de los oficios. También, se solicitan los datos de contacto de los funcionarios de las alcaldías y de los miembros de las Juntas de Acción Comunal de las veredas del área de influencia, con el fin de concertar la fecha, hora y lugar para la reunión informativa.

Igualmente, se realizó un recorrido general por el área de estudio para identificar los patrones de poblamiento, densidad poblacional, infraestructura social, entre otros y hacer contacto directo con algunos miembros de las JAC o líderes comunales del área de influencia, por medio de la observación directa y de charlas informales con los habitantes de la zona.

La salida de campo para la avanzada y reconocimiento del área de estudio se desarrolló durante tres días y se tomó el respectivo registro fotográfico del área de estudio.

**B. Segunda salida de campo: reunión informativa y retroalimentación**

La segunda salida de campo tuvo como propósito informar claramente a las autoridades municipales y representantes de las Juntas de Acción Comunal, JAC, sobre las características técnicas del proyecto. Además, recibir la respectiva retroalimentación para valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), los aportes recibidos durante esta reunión.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

C. Tercera salida de campo: reuniones de socialización, retroalimentación y recolección de información primaria

La tercera salida de campo tuvo como fin informar ampliamente a las comunidades del área de influencia, acerca del proyecto y establecer la respectiva retroalimentación para valorar e incorporar en el EIA los aportes recibidos durante este proceso. Además, se identificaron los impactos y propuestas de manejo ambiental desde las comunidades.

Así mismo, se diligenció la ficha veredal y se elaboró la cartografía social con la participación activa de cada una de las comunidades.

La convocatoria para la reunión de socialización se hizo de forma escrita, a través de los presidentes o miembros de la junta directiva de las JAC y se llevó a cabo el día, la hora y lugar acordado entre la empresa consultora y presidentes de las JAC de cada vereda.

Las personas convocadas para las reuniones de socialización corresponden a los miembros de las JAC, líderes y comunidad en general de cada una de las veredas del área de influencia del proyecto.

2.3.2.3.2 Componente demográfico

La relevancia que adquiere la encuesta como instrumento cuantitativo para la recolección de la información para los EIA, queda demostrada por ser el único instrumento aplicable en todas las unidades de vivienda afectadas directamente por el proyecto, en este sentido, es información recolectada directamente en el territorio proveniente de fuentes primarias. Así mismo, la primera parte de la encuesta contiene la información básica sobre la composición familiar, la unidad territorial y el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI), y pertenencia étnica, todo esto contribuye a poseer información de calidad para la categorización de la dimensión geográfica.


La investigación documental es más que relevante para la caracterización demográfica del territorio. La existencia de los EOT, POT o PBOT, los estudios realizados por diferentes instituciones y organizaciones presentes en la zona, entre otros, se constituyen en documentos clave, los cuales son apropiados y sistematizados con miras a generar un resultado lo más completo posible, en el análisis de la dimensión demográfica del territorio.

De otro lado, la aplicación de la ficha municipal y veredal constituyen una fuente fiable para la caracterización demográfica. Esto como resultado directo del levantamiento de información puntual sobre las condiciones sociales, económicas, ambientales y culturales de las comunidades del AID.

2.3.2.3.3 Componente espacial

La encuesta toma relevancia ya que permite el abordaje de la situación de servicios públicos y sociales en cada una de las viviendas existentes en el AID del proyecto, permitiendo el



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

levantamiento de información de primera mano sobre cobertura (acueducto, alcantarillado, energía, salud, educación, etc.).

La investigación documental como instrumento cualitativo es relevante para la caracterización de esta dimensión; los documentos más relevantes son PDD, PDM, EOT, POT o PBOT, pero también el acceso a base de datos existentes (Sisben), contribuye a realizar lecturas y análisis generales sobre el territorio. Básicamente, la caracterización del All, se realiza tomando como pilar la investigación documental. La ficha municipal, y sobre todo la ficha veredal, son instrumentos pertinentes para esta caracterización espacial, debido a que permiten una mirada general sobre el territorio. La ficha veredal, en específico, permiten la generación a posteriori de fichas de manejo que responden a los cambios reales causados por la puesta en marcha del proyecto.

#### 2.3.2.3.4 Componente económico

La encuesta y la investigación documental conforman los instrumentos principales para la caracterización de esta dimensión. La encuesta arroja información primaria sobre población económicamente activa, que apoya la comprensión del mercado laboral y permite la recolección de información sobre la estructura de la propiedad en el AID, ya que se identificaron, caracterizaron, y cuantificaron todos los predios con actividades productivas ubicados en el AID. La investigación documental, complementa esta información a través de la selección más apropiada de documentos existentes; los mencionados en las dimensiones anteriores (PDD, PDM, EOT, POT o PBOT), el acceso e interpretación de bases de datos del Sisben, además de documentos de investigación sobre el estado y avances de los objetivos de desarrollo del milenio en la región, favorecieron la comprensión y análisis de la dimensión económica tanto en AID como en All.

#### 2.3.2.3.5 Componente cultural

Esta dimensión se desarrolla combinando el análisis de información primaria recolectada en campo con información secundaria.

Se hizo necesaria la caracterización cultural de comunidades no étnicas, teniendo como punto de partida los siguientes aspectos:

- ✓ Identificación de las dinámicas de poblamiento y de las dinámicas culturales propias de las comunidades que integran el área de influencia del Proyecto.
- ✓ Identificación de los hechos históricos relevantes que hayan implicado cambios culturales, particularmente con efectos en sus estrategias adaptativas.
- ✓ Identificación de la capacidad que tienen las comunidades para asimilar o dar respuesta a valores culturales exógenos o ante nuevos hechos sociales que puedan conducir a un cambio cultural.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Caracterización de la apropiación de los recursos naturales por parte de los habitantes regionales: demanda, oferta, relación de pertenencia, usos culturales y tradicionales.

Igualmente se hizo necesaria la certificación de comunidades étnicas por parte del Ministerio del Interior y se encontró la ausencia de dichas comunidades, lo misma que para comunidades negras.

#### 2.3.2.3.6 Componente arqueológico

Las técnicas aplicadas para la recolección de la información se agruparon en dos tipos: de un lado, la revisión de toda la información escrita proveniente tanto de investigación arqueológica, de trabajos de investigación histórica, como de fuentes etnohistóricas. De otro lado, la recolección y procesamiento de las evidencias arqueológicas recuperadas en campo, mediante la aplicación de técnicas específicas de muestreo en campo y análisis en laboratorio.

##### A. Compilación y análisis de la información secundaria

Esta actividad implicó tres pasos sucesivos: generación de información básica (documentación técnica del proyecto), estudio del paisaje y análisis bibliográfico, y sectorización del potencial arqueológico del área de estudio. Inicialmente se llevó a cabo una mirada general del proyecto que permite adoptar una perspectiva global de las características físicas que lo componen, evaluando los acontecimientos y acciones susceptibles de producir alteraciones en el subsuelo, visto desde el ámbito de afectación sobre el paisaje.

En segunda instancia, se efectuó una revisión bibliográfica de la información disponible (arqueológica, etnohistórica y geográfica), que sirvió de base para el establecimiento de algunas de las principales problemáticas de investigación de la región, a ser utilizadas en la identificación de las unidades mínimas de paisaje de mayor probabilidad de hallazgos arqueológicos y susceptibilidad cultural en el área directa del proyecto. Labor desarrollada con el propósito de ordenar el estado de conocimiento y definir líneas de estudio acorde con las problemáticas de investigación planteadas, buscando una zonificación preliminar del área de estudio.

La indagación comprendió los resultados de las investigaciones arqueológicas e históricas sobre los procesos de poblamiento identificados en la región. Así mismo, se realiza una lectura general del paisaje e información relacionada con los componentes físico y natural del área, la cual consistió básicamente en la revisión de mapas cartográficos sobre la zona, con la finalidad de establecer la existencia de unidades mínimas geomorfológicas con aptitud para contener depósitos o rasgos de interés arqueológico, que fueron valorados posteriormente en terreno mediante la observación directa del paisaje; información básica con la cual fue posible la realización de una zonificación inicial para desarrollar el trabajo

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

de campo y la ubicación de entidades de paisaje donde concentrar la exploración arqueológica.

#### B. Zonificación

Teniendo en cuenta la distribución espacial de las características geomorfológicas a nivel del paisaje, así como los antecedentes arqueológicos a escala regional y los sectores señalados técnicamente como de impacto directo del proyecto, se determina como paso inicial en el trabajo de campo zonificar el área de estudio. Dicha segmentación permitió la planificación y desarrollo tanto de las actividades de terreno, como el análisis y establecimiento de los sectores de mayor susceptibilidad arqueológica de acuerdo con criterios geomorfológicos de pendiente del terreno.


Se efectúa una zonificación del área de estudio teniendo en cuenta la distribución espacial de las características geomorfológicas y topográficas a nivel del paisaje, la ubicación de agentes transformadores del mismo y áreas de impacto directo del proyecto.

El diseño de esta zonificación en terreno permite la planificación de actividades de reconocimiento y prospección, así como el cálculo de la intensidad de los recorridos y muestreos. De igual forma, se tuvo en cuenta para esta zonificación del terreno la susceptibilidad arqueológica de acuerdo con criterios geomorfológicos relacionados con la pendiente del terreno.

#### C. Diseño de formularios de registro

Con la finalidad de agilizar y sistematizar la recolección de información en campo se diseñaron formularios de registro de las Unidades de Intervención Arqueológica a ser evaluadas, en los cuales se consideraron variables relacionadas con su ubicación en el paisaje, coordenadas, particularidades, extensión, estado de conservación, tipo de muestreo realizado, estratigrafía, materiales recuperados, entre otras. El empleo de este instrumento de recolección de información permitió la gestión informática de los datos y la realización de comparaciones de manera ágil y rápida entre un volumen de datos y entre distintos grupos de esos datos (Zapatero et al, 1991).

En este sentido, los formatos ordenaron variables relacionadas con la ubicación en el paisaje de las unidades geomorfológicas prospectadas, coordenadas geográficas y cartográficas, dimensiones (largo y ancho), estado de conservación o alteración por procesos naturales o antrópicos y registro gráfico y fotográfico. Para el control de la distribución vertical y espacial de los materiales se realizaron gráficos de cada unidad geomorfológica (planos a mano alzada) con la ubicación de las distintas intervenciones realizadas (pozos de sondeo, recolecciones superficiales, revisión de perfiles, entre otras).

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Del mismo modo, se consignaron las características estratigráficas observadas en los sondeos y perfiles (espesor de las diferentes capas del suelo u horizontes, color, textura, estructura, actividad biológica, pedregosidad, límite y contenidos arqueológicos).

#### D. Trabajo de campo



Teniendo una vez la aprobación de la respectiva licencia Arqueológica por parte del Instituto Colombiano de Antropología e Historia, se da inicio a un segundo momento, en el cual se llevan a cabo las labores de contrastación de la información cartográfica con la exploración directa del terreno en campo tratando de identificar espacios y/o áreas propicias para presentar vestigios arqueológicos. Esta actividad, permite la formación de una idea general sobre la distribución en el espacio de las entidades arqueológicas, sus continuidades y discontinuidades, homogeneidades y heterogeneidades así como la susceptibilidad arqueológica de las mismas.

Posteriormente se realizan las labores de prospección arqueológica del terreno, mediante la valoración y análisis general del entorno arqueológico y paisajístico del área directa de las obras. Para ello, es de importancia el cumplimiento de las siguientes acciones: identificación, localización y evaluación de entidades arqueológicas, caracterización, análisis e interpretación de entidades y contenidos. Los resultados obtenidos constituyen los fundamentos para la formulación de medidas de manejo patrimonial, contenidas en el Plan de Manejo Arqueológico del proyecto.

Para la intervención de las entidades arqueológicas identificadas en el área, se realiza la aplicación de un sistema combinado de estrategias de prospección superficiales y subsuperficiales, de cubrimiento e intensidad media distribuidas de manera proporcional al tamaño y características de la unidad geomorfológica estudiada. Entre las técnicas de muestreo implementadas se encuentran la ejecución de pruebas de sondeos estratigráficos de 50 cm<sup>2</sup>, excavadas en niveles arbitrarios de 10 cm, controlados por una revisión de los sustratos contenidos, tratando de identificar la secuencia estratigráfica de los depósitos y su relación con el material arqueológico hallado<sup>2</sup>; inspección de perfiles estratigráficos expuestos, tratando de observar las características sedimentológicas y estratigráficas de las diferentes unidades de paisaje predominantes en el área<sup>3</sup>; Revisión y Recolección de Materiales Arqueológicos Expuestos en Superficie, bien por acciones erosivas naturales o bien por factores de alteración antrópica y/o animal; Recolección de Información y/o Materiales Arqueológicos de Contestos Destruídos o Alterados hallados por los habitantes de la zona en sus acciones diarias.

<sup>2</sup> Que permiten, además de determinar la presencia o ausencia de evidencias arqueológicas, conocer y controlar la secuencia estratigráfica de un lugar.

<sup>3</sup> Este tipo de muestreo aporta información precisa sobre eventos de ocupación y procesos de formación del sitio.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

La información obtenida en campo se codifica y almacena en formularios de registro específicos diseñados para este fin, los cuales permitieron la organización de la información en el laboratorio para su análisis, para ello fue necesario la implementación de tres esferas de conocimiento: la primera, se relaciona con el contexto de recuperación en el ámbito espacial, ambiental y cronológico; la segunda comprende las observaciones o atributos tecnológicos, morfo funcionales y físico-químicos de los elementos recuperados, la tercera por su parte, incluye los modelos interpretativos, basados a su vez en modelos antropológicos y culturales (Clarke, 1984).

Como parte del reconocimiento y prospección arqueológica se lleva a cabo un registro visual detallado del proceso, de los elementos y de los rasgos antrópicos en el paisaje. Para este efecto, se realiza un registro visual detallado del proceso de exploración y de todos aquellos elementos que así lo requirieron (fotográfico y levantamiento a mano alzada de las Unidades de Intervención Arqueológico). Los análisis espaciales se realizan por medio de la georeferenciación de los contextos identificados e intervenciones realizadas.

La información obtenida en campo se codifica y almacena en formularios de registro específicos diseñados para este fin, para facilitar el proceso de análisis en el laboratorio. Los materiales recuperados durante el desarrollo del muestreo, se clasifican de acuerdo con las variables contextuales, tecnológicas, formales y estilísticas relevantes que caracterizan los conjuntos artefactuales de los contextos arqueológicos identificados de acuerdo con las problemáticas de investigación enunciadas.


#### E. Trabajo de laboratorio

Para el análisis estadístico de los materiales se implementa una secuencia simple de grupos politéticos que contienen los atributos esenciales básicos de los mismos, que a su vez orienten a las interpretaciones preliminares y elaboración del discurso científico en la perspectiva histórica regional, en relación con la dinámica registrada para regiones vecinas y definición de tópicos de investigación futura.

Por último, el proceso de divulgación, como uno de los elementos fundamentales del proyecto, gira en torno a la socialización de la información obtenida, preservación y valoración del patrimonio cultural por parte de comunidad cercana al proyecto y personal involucrado en las obras, en busca de la apropiación del conocimiento generado por la investigación.

#### F. Estimación del potencial arqueológico del área

Corresponde a la proyección de la posible potencialidad del área donde se ubica el proyecto, dentro del paisaje para contener evidencias de cultura material arqueológica y/o histórica, partiendo de la zonificación previamente establecida. Para la cual se consideraran variables de Bajo, Medio, Alto Potencial y/o la combinación de algunas de éstas.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Bajo Potencial, dado sus características geomorfológicas (laderas de pendiente fuerte, llanuras anegadizas, cuchillas, entre otras) presenta muy baja posibilidad de contener evidencias culturales.
- ✓ Mediano Potencial, dado sus características geomorfológicas (pequeños valles coluviales, terrazas de superficie irregular, entre otras) presenta una mediana posibilidad de contener evidencias de cultura material arqueológica y/o histórica.
- ✓ Alto Potencial, dado sus características geomorfológicas (cimas de colinas, lomos y descansos sobre ladera de superficie relativamente plana, terrazas aluviales, valles coluvio aluviales, entre otros), presenta una alta probabilidad de contener depósitos de evidencias de cultura material arqueológica y/o histórica.

#### 2.3.2.3.7 Componente político-organizativo


Esta dimensión combina el análisis de información primaria y secundaria (fichas veredales, intervenciones de miembros de la comunidad en talleres de socialización, Plan de Desarrollo Municipal, entrevistas con líderes comunitarios) para dar respuesta a aspectos de naturaleza política como son: identificación de actores sociales que interactúan en el área local del proyecto, identificación de organizaciones civiles, comunitarias o gremiales que tienen presencia o incidencia en el territorio, analizar la gestión de las instituciones y organizaciones públicas o privadas que tienen presencia relevante en el territorio, entre otros.

##### A. Metodología para la identificación de actores sociales en el territorio

El análisis del entorno socio-político integra la identificación de actores sociales que interactúan en el área regional del proyecto y que representan la estructura de poder existente. Para ello, es determinante analizar el grado de conflictividad generado por su interacción con el resto de la sociedad y con el proyecto mismo, en su calidad de nuevo actor territorial y generador de transformaciones en la dinámica local.

Es determinante mencionar que el análisis del entorno socio político se nutre, en términos generales, por aspectos derivados de la caracterización que de los demás componentes del medio social se desarrolle, en el sentido de que el comportamiento de los actores políticos está mediado por las costumbres, el acceso a los recursos, las actividades económicas desarrolladas en el territorio, entre otros. Ello, bajo el entendido de que la dinámica política se configura a partir de la gestión efectiva que del conflicto realizan los actores sociales; de las respuestas que se generan frente a las necesidades sociales (como respuestas del sistema político frente a las demandas de los actores políticos), así como de la actuación y relacionamiento mismo de los actores territoriales.

Esta metodología también estuvo enfocada en la construcción de un mapa de actores (presentado a manera de texto y sustentado en gráficas y tablas) en donde se determina espacialmente los actores que intervienen en la toma de decisiones, el radio de acción,

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

rasgos característicos, partido político, organización comunitaria, organización gremial, Junta de Acción Comunal –JAC-, Fundación, entre otros) o si por el contrario, el territorio carece de una red organizativa o asociativa bien consolidada.

El mapa de actores, por tanto, permite determinar el grado de impacto que el proyecto generará en las dinámicas sociopolíticas y el grado de respuesta que tienen dichos actores frente a los cambios surgidos con ocasión del proyecto.

Para lo anterior, se implementan las técnicas que a continuación se especifican, que en todo caso, son previstas en la metodología general del medio social:

#### B. Revisión documental

Esta técnica se emplea para la construcción de la caracterización político-organizativa de las áreas de influencia. Para la primera, se revisaron documentos oficiales: EOT, POT o PBOT, documentos de Ordenamiento Territorial adicionales, páginas web de los municipios correspondientes, además de documentos académicos publicados por distintas universidades, entre otros.

Para el área de influencia, se utilizan documentos académicos que dieron cuenta de las características socio-políticas del territorio. Estas fuentes están debidamente referenciadas como bibliografía y cibergrafía en el EIA.


#### C. Construcción de base de datos de actores sociales previa a la realización de trabajos de campo

Antes de adelantar las actividades de campo se construyó una base de actores donde se relacionaron aquellos que se lograron identificar a partir de fuentes secundarias con el objetivo de validar dicha información en campo. También se emplea esta base de actores, para relacionar aquellos que no fueron identificados a través de fuentes secundarias de información pero que fueron ubicados directamente en campo.

La base de datos contuvo información tal como el nombre del actor, nombre de la asociación u organización a la que pertenece, la finalidad de la misma, el tiempo de conformación en años, el número total de miembros, los proyectos planeados, ejecutados, y aquellas iniciativas que a pesar de haber sido impulsadas por la organización no fueron culminadas indicando el motivo de la interrupción. La base de actores estuvo integrada en todo caso a la caracterización del componente político-organizativo.

#### D. Técnicas de trabajo en campo

Para la consolidación del análisis de entorno socio-político se generaron espacios de interlocución con los actores territoriales tanto estatales como no estatales, teniendo en cuenta que la construcción de la caracterización implica una recolección permanente de información y la validación de fuentes y datos previamente obtenidos. La participación de

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

actores en la entrega de información se previó en dos niveles: a) Contacto con las administraciones municipales y b) contacto con líderes comunitarios de JAC, docentes, representantes de organizaciones comunitarias o gremiales diferentes a las JAC.


Para lograr lo anterior, se requirió de la implementación de técnicas de recolección de información directamente en trabajos de campo. Los resultados del proceso (fechas de desarrollo de la actividad, tipo de actividad, lugar de realización, etc.) se presentaron en el acápite de Lineamientos de participación. Estas técnicas se describen a continuación:

- ✓ **Observación participante:** se realizó por profesionales del medio social designados por Plyma S.A, quienes a partir de recorridos directos en el área de influencia del proyecto procedieron a la identificación de aspectos relevantes para la construcción del análisis del entorno socio-político; así mismo, se levantó el registro fotográfico que acompaña el mapa de actores y el análisis de entorno propuesto.
- ✓ **Entrevistas:** se empleó la técnica de entrevista semi-estructurada, aplicada a los diferentes actores de relevancia para el proyecto. Para el área de influencia, fue necesario emplearla con algunos funcionarios de la administración municipal, quienes aparte de ofrecer información para la construcción de los estudios, validaron aquella que fue previamente recolectada por los profesionales del consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA. Los resultados de esta técnica fueron consignados en la ficha municipal descrita en la metodología general del medio social. También se implementó esta técnica con los líderes comunitarios quienes entregaron información de relevancia para los estudios, pero en esta ocasión, los datos versaron sobre la localidad a la que pertenece cada líder comunitario. Esta información fue incluida en la ficha veredal de cada localidad, propuesta en la metodología general del medio social.
- ✓ **Aplicación de instrumentos:** la información obtenida en campo se consignó en los diferentes instrumentos de recolección de información social propuestos en la metodología general para el medio social y que fueron integrados como anexos al EIA.

#### 2.3.2.3.8 Tendencias del desarrollo

Esta pauta socio económico, contenida en los TDR para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, conlleva al análisis multicausal de las dinámicas de desarrollo asentadas en la región. De esta forma, el desarrollo es entendido en función de garantía de derechos y prestación de servicios públicos, así como por las condiciones económicas de los actores que habitan el AID y el All. La encuesta, la investigación documental, y la entrevista, son todos, instrumentos pertinentes para la recolección de la información necesaria para caracterizar esta pauta. La encuesta y la investigación documental (PDD, PDM, EOT, POT o PBOT, Sisben, entre otros) contribuyen a determinar los procesos de consolidación y expansión del desarrollo en territorio. Todo esto se confirmó a través de la entrevista y el grupo de discusión, ya que



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

estos instrumentos profundizan sobre las condiciones generales de crecimiento económico y bienestar en el territorio definido como objeto de estudio.

La ficha veredal, constituye un insumo de calidad para la caracterización sobre tendencias del desarrollo en la zona, ya que desde su aplicación éstas deben contener información sobre escenarios y formas de desarrollo que se estén llevando a cabo en el territorio, pudiendo así configurar un mapa del paradigma y el discurso de bienestar y de crecimiento que se maneja en cada uno de los territorios del área de influencia del proyecto.

#### 2.3.2.3.9 Información sobre población a reasentar

Este proyecto no incluye población a reasentar, debido a que aplica la resolución 545 de 2012.

#### 2.3.2.4 **Servicios ecosistémicos**



Existe un reconocimiento cada vez más generalizado de que los ecosistemas, incluyendo su biodiversidad, cumplen un papel primordial en la generación de bienestar humano, tanto desde el punto de vista de la subsistencia biológica como desde una perspectiva económica, social y cultural<sup>4</sup>. Con la publicación de Millennium Ecosystem Assessment (en adelante MEA), se popularizó la definición de servicios ecosistémicos (SE) como los beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos<sup>5</sup>. El origen del concepto de servicios ecosistémicos está en el reconocimiento de que la naturaleza ofrece, de forma natural y gratuita, una variedad de bienes y servicios que son de utilidad y uso directo o indirecto de la humanidad. Por esta razón, ha aumentado el consenso de que las actividades humanas dependen de la existencia de los ecosistemas<sup>6</sup>. Así, el bienestar humano definido se soporta en los componentes de seguridad, materiales necesarios para una vida decorosa, salud, buenas relaciones sociales y libertad de elección y acción<sup>7</sup> Ver Figura 2.14

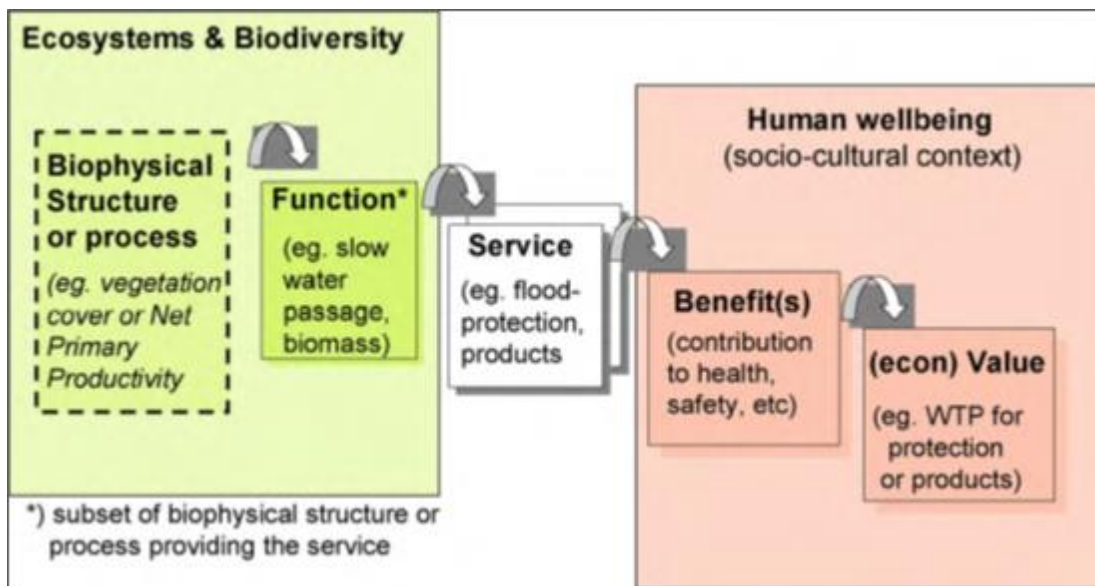
<sup>4</sup> MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, (2005) Ecosystems And human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. citado por Quetiér, F., Tapella, E., conti, G., Cáceres, D. y Díaz, S. (2007) Servicios Ecosistémicos y actores sociales: Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. En: Gaceta Especial 84-85 (Edición especial), pág. 17-26. Instituto Nacional de Ecología, México.

<sup>5</sup> (Costanza, et al, 2007 y Daily, 2007, citado por Quetiér, F., et al., 2007).

<sup>6</sup> TORNQUIST, C. & Bayer, C. (2009) Serviços ambientais: oportunidades para a conservação dos Campos Sulinos. En: Campos Salinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Capítulo 8. Valério De Patta Pillar [et al.]. Editores. – Brasília: MMA, 403 p.

<sup>7</sup> INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT Y CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS, 2011. Aproximación metodológica para la valoración integral de servicios ecosistémicos orientada a la gestión del territorio (Documento en construcción).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017



**Figura 2.14 Marco para vincular los ecosistemas y el bienestar humano**

Fuente: Haines-Young and Potschin, citado por De Groot, et al., 2010<sup>8</sup>

### 2.3.3 Zonificación ambiental

La metodología de zonificación ambiental, utiliza la información considerada en la caracterización socio ambiental del área, la cual ha sido debidamente colectada, interpretada, sectorizada y geo-referenciada a una escala adecuada, proporcionando un mapa síntesis que abstrae y ubica los diferentes sectores con sus respectivos grados de restricción; información valiosa al momento de la planeación de los proyectos. La presente metodología se fundamenta de forma genérica en la establecida por Félix Abraham Delgado Rivera y modificada por los consultores, adaptada a proyectos de infraestructura. Donde basa el proceso de zonificación en los siguientes procesos:

- ✓ Agrupación y geo-referenciación de atributos. Entiéndase como atributos a las unidades definidas por los especialistas en cada uno de los diferentes componentes ambientales. Como producto se obtienen los mapas temáticos iniciales.
- ✓ Superposición de la información contenida en cada uno de los mapas temáticos usando sistemas de información geográfica (SIG), en donde se utiliza el cruce,

<sup>8</sup> DE GROOT, R.S., ALKEMADE, R., BRAAT, L., HEIN, L. AND WILLEMEN, L. (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. En: Ecological Complexity, Número 7, pág. 260-272.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

superposición y ponderación de los diferentes niveles de sensibilidad ambiental que han sido identificados en cada uno de los atributos considerados en los mapas temáticos.


- ✓ Obtención de mapas de zonificación intermedios en cada uno de los componentes ambientales analizados (físico, biótico, socio-económico y cultural).
- ✓ Superposición ponderada de los mapas intermedios para obtener la zonificación ambiental general del área en la cual se realiza el proyecto, en un mapa síntesis donde se determina el grado de sensibilidad ambiental de cada lugar o sitio comprendido dentro del área de estudio.
- ✓ Obtención de un mapa de elementos especiales en el área de influencia del proyecto
- ✓ Superposición de la zonificación ambiental general obtenida de los mapas intermedios de los medios (físico, biótico, socio-económico y cultural) con el mapa de elementos especiales, se generó la Zonificación Ambiental Final clasificada en varios niveles de sensibilidad Muy Baja, Baja, Moderada, Alta y Muy Alta.

La metodología para la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto ha de considerar en cada una de las unidades de zonificación las siguientes categorías de sensibilidad:

- ✓ **Áreas de especial significado ambiental:** Áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación, zonas de paso de especies migratorias.
- ✓ **Áreas de recuperación ambiental:** Áreas erosionadas, Áreas de conflicto de uso del suelo o contaminadas.
- ✓ **Áreas de riesgo y amenazas:** Procesos de remoción en masa, áreas inundables.
- ✓ **Áreas de producción económica:** Ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- ✓ **Áreas de importancia socio-cultural:** Asentamientos humanos, infraestructura física y social, infraestructura de importancia histórica, arqueológica y cultural.

La zonificación ambiental se ha de realizar para los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de las áreas que son de interés para la ejecución o desarrollo del proyecto, conforme a los atributos, parámetros y ponderaciones que se le hayan asignado a cada uno de ellos.

Las ponderaciones o calificaciones de cada uno de los parámetros considerados en este proyecto se efectúan con fundamento en el conocimiento, experticia y criterio de cada uno de los especialistas que participan en la elaboración del EIA, de tal manera que cada medio o componente será medido bajo el mismo criterio y escala de valores que posea cada profesional, garantizando de esta manera el empleo de un mismo patrón. Es importante mencionar que los parámetros y ponderaciones consideradas dentro de la metodología pueden ser modificados a criterio de cada profesional o especialista siempre y cuando dicho cambio sea debidamente justificado, se mantenga dentro de la proporción dada para cada

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

componente (físico, biótico, socioeconómico y cultural) y que además sea aceptado por el coordinador del estudio, quien vigilará por la coherencia, pertinencia y equilibrio de los componentes.

### 2.3.3.1 Zonificación del medio físico

Aunque existen múltiples variables para determinar la sensibilidad ambiental desde el punto de vista físico, en esta metodología, la zonificación ambiental del medio físico busca integrar espacialmente cinco (5) variables consideradas de mayor significancia, a saber: estabilidad geotécnica del terreno, susceptibilidad a erosión, hidrogeología superficial, grado de pendiente del terreno y régimen hídrico. Dichas variables se pueden materializar a partir de la caracterización de los aspectos geológicos, geomorfológicos, edafológicos, pendientes del terreno, clima local e hidrología de la región en estudio.

A partir del análisis de la información identificada en la caracterización ambiental del área, en cada una de las especialidades y con base en la revisión e interpretación dada a la misma, se realiza la respectiva sectorización cartográfica, en donde se efectúa la calificación de los diferentes ecosistemas que hayan sido identificados dentro del área de influencia del proyecto. En tal sentido el medio físico considera las variables estabilidad geotécnica, susceptibilidad de los suelos a la erosión, características hidrogeológicas superficiales, grado de pendiente del terreno y Régimen Hídrico.

#### 2.3.3.1.1 Sectorización cartográfica



##### A. Estabilidad geotécnica

En la calificación de la variable estabilidad geotécnica se establecen cuatro (4) rangos o categorías, cuyas características se describen a continuación:

- ✓ **Sensibilidad Muy Alta (5): (MUY INESTABLE)** Considerados como terrenos compuestos por depósitos de ladera asociados a procesos activos de remoción, potenciados o no por niveles de sismicidad altos a moderados.
- ✓ **Sensibilidad Alta (4): (INESTABLE)** Es posible considerar laderas erosionales, escarpes rocosos y lomerío de origen estructural, con pendientes altas a moderadas, potenciados o no por niveles de sismicidad altos a moderados.
- ✓ **Sensibilidad baja (2): (ESTABLE)** Se incluyen las planicies de origen aluvial con pendientes bajas y alta estabilidad, así como colinas y superficies de origen denudativo, con pendientes moderadas.
- ✓ **Sensibilidad Muy baja (1): (MUY ESTABLE)** Terrenos asociados a planicies con pendiente plana.

##### B. Susceptibilidad a la Erosión

Para calificar esta variable se establecen cuatro (4) categorías, a saber:

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ **Severa susceptibilidad a la erosión (4):** corresponde a suelos altamente susceptibles a procesos avanzados de erosión y/o suelos que manifiestan procesos de erosión muy severa, como surcos y cárcavas.
- ✓ **Moderada susceptibilidad a la erosión (3):** corresponde a suelos susceptibles a procesos de erosión superficial como erosión por escurrimiento concentrado o erosión en surcos.
- ✓ **Leve susceptibilidad a la erosión (2):** corresponde a suelos poco susceptibles a procesos de erosión concentrada, manifestando erosión superficial o laminar.
- ✓ **Muy baja susceptibilidad a la erosión (1):** terrenos con pendientes suaves, provistos de buena cobertura.

#### C. Hidrogeología superficial


Con fundamento en las características hidrogeológicas de los diferentes cuerpos de roca que afloran a la superficie en una determinada región, junto con aquellas que son dadas por la permeabilidad de las unidades litológicas identificadas, son las que determinan el grado de captación o alimentación de los acuíferos, en concordancia con el comportamiento superficial del flujo de agua proveniente del ciclo hidrológico.

Considerando las anteriores variables se pueden diferenciar tres (3) tipos de zonas, las cuales pueden ser definidas o descritas de manera más detallada según sea el nivel de información con que se cuente y las particularidades geológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio. Las categorías consideradas se describen de la siguiente manera:

- ✓ **Zonas de Mayor Interés hidrogeológico (5).** Corresponden a regiones de alta permeabilidad, ya sea primaria o secundaria, que alimentan formaciones geológicas de alta productividad, con capacidades específicas superiores a 1.1 l/s/m, conformando acuíferos de gran importancia. Por su alto potencial hidrogeológico ya que son zonas de recarga hídrica, se debe tener un manejo especial.
- ✓ **Zonas de Moderado Interés hidrogeológico (3).** Son regiones de moderada permeabilidad, ya sea primaria o secundaria, que en función de los excesos del ciclo hidrológico y por efecto de la infiltración se convierten en escorrentía subsuperficial o en su defecto alimentan acuíferos de mediana productividad, con capacidad específica entre 0.1 y 1.1 l/s/m.
- ✓ **Zonas de Bajo Interés hidrogeológico (2).** Se encuentran en áreas de baja o nula permeabilidad (impermeables), sin posibilidad de infiltrar o alimentar acuíferos, donde el agua fluye superficialmente, considerada sin ninguna utilidad para el aprovechamiento de aguas subterráneas y actúan como zonas de escorrentía.

#### D. Grado de Pendiente del terreno

Para esta variable se han considerado cinco (5) categorías o rangos de pendiente, los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ **Muy Alta (5):** Terrenos totalmente escarpados con pendiente superior a 45° (>100%)
- ✓ **Alta (4):** Terrenos fuertemente escarpados o fuertemente empinados, cuya pendiente oscila entre 75%–100%.
- ✓ **Moderada (3):** Terrenos moderadamente escarpados o moderadamente empinados, con pendientes entre 50%–75%.
- ✓ **Baja (2):** Terrenos ligeramente escarpados o ligeramente empinados, con pendientes entre 25%–50%.
- ✓ **Muy baja (1):** Superficies, moderadamente inclinadas, con pendiente suave inferior 25%.

#### E. Calidad y usos del agua

En este componente se han considerado como variables, la calidad físico-química del agua, la oferta y la demanda hídrica de una unidad espacial o geográfica determinada (microcuenca, subcuenca o cuenca hidrográfica).

- Calidad físico-química del agua


Con base en la caracterización físico-química y bacteriológica de los cuerpos de agua que se hallan en determinada área (cuenca, subcuenca o microcuenca), se determina la calidad que presenta este recurso, calculando el Índice de Calidad de Aguas (ICA) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NFS)<sup>9</sup>, mediante el Software Icatest v1.0.0.44.

**Tabla 2.33. Escala de rangos de sensibilidad de acuerdo con los resultados del ICA-NFS**

Rango numérico	Descriptor	Usos	Sensibilidad ambiental	
0 - 25	Muy malo	Restricciones para el contacto humano y limita vida acuática	Baja	2
26 - 50	Malo	Restricciones para el contacto humano y limita vida acuática	Baja	
51 - 70	Medio	Restricciones para el contacto humano y limita vida acuática	Moderada	3
71 - 90	Bueno	Contacto humano, vida acuática	Alta	4
91 - 100	Excelente	Contacto humano, vida acuática	Alta	

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORIA - PLYMA, 2016.

<sup>9</sup> CANTER, LARRY. Manual de evaluación de impacto ambiental; técnicas de evaluación de estudios de impacto. Madrid. Mc Graw Hill. 1998. 841 p.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- Demanda hídrica

Considerada como el uso predominante o más frecuente que se proporciona a este recurso dentro de la unidad geográfica (cuena, subcuena o microcuena). La valoración de (3) **Consumo Humano o doméstico** se establece al detectarse viviendas o centros poblados que pueden ser afectados con la demanda que el proyecto realiza de este recurso. Esta variable está dada por las siguientes características de uso o demanda:

- ✓ Consumo Humano doméstico (4)
- ✓ Piscícola Agrícola y/o pecuaria (3)
- ✓ Otros usos (2)

- Densidad hídrica

Dícese de la longitud acumulada de caños, quebradas, riachuelos y/o ríos que cruzan el corredor de la vía. Para tal efecto se establecen los siguientes niveles de densidad:

- ✓ Alta (4). Más de 0,9 cuerpos de agua superficial permanente por cada km de corredor.
- ✓ Media (3). Entre 0,5 y 0,89 cuerpos de agua superficial permanente por cada km de corredor.
- ✓ Baja (2). Entre 0,0 y 0,49 cuerpos de agua superficial permanente por cada km de corredor.

#### 2.3.3.1.2 Superposición de mapas sensibilidad física

De la integración espacial ponderada de las variables: estabilidad geotécnica del terreno, erosión, pendientes, hidrogeología superficial y calidad y usos de la zona se genera el *mapa de sensibilidad física*, dicho mapa nos proporcionará información de sectores críticos, sensibles o vulnerables desde el punto de vista físico, dentro del área de estudio. Para tal efecto se tendrán en cuenta los siguientes rangos de valoración que determinarán los niveles de sensibilidad correspondientes, tal como se muestra en la Tabla 2.34


Para elaborar el mapa se realiza un proceso algebraico a través de la herramienta SIG y la Ecuación 2.1. Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

$$F = \sum \{Es, Er, Hs, Rh, Pd\}$$

#### **Ecuación 2.1. Sensibilidad general del medio físico**

Fuente: Delgado, 2014.

F= Zonificación de sensibilidad ambiental para el medio físico, materializadas en la estabilidad general del terreno (**Es**), Susceptibilidad a la erosión (**Er**), Hidrogeología superficial (**Hs**), Régimen Hidrológico (**Rh**) y grado de pendiente del terreno (**Pd**).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 4 Mondomo – Santander de Quilichao	Consortio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

**Tabla 2.34. Categorías de sensibilidad para el medio físico**

RANGO	CATEGORÍA DE SENBILIDAD FISICA	
0 ≥ 7	Muy baja	1
7 ≥ 14	Baja	2
14 ≥ 21	Moderada	3
21 ≥ 27	Alta	4
27 ≥ 30	Muy alta	5

Fuente: Delgado, 2014.

### 2.3.3.2 Zonificación del medio biótico

En el medio biótico se ha considerado la distribución espacial que presenta el componente cobertura vegetal y la fauna silvestre asociada a los diferentes tipos de cobertura vegetal que se hayan identificado y sectorizado dentro del área de influencia del proyecto y otros atributos de la misma. Para este ejercicio se utilizaron las coberturas de la tierra, como unidad temática de calificación. En la Tabla 2.35 se presentan las categorías de sensibilidad bajo las cuales se clasificaron las unidades temáticas del medio biótico.

**Tabla 2.35. Niveles de sensibilidad para el medio biótico**

RANGO	CATEGORÍA DE SENBILIDAD BIOTICO	
1 a 6	Muy baja	1
7 a 13	Baja	2
14 a 20	Moderada	3
21 a 27	Alta	4
28 a 33	Muy alta	5

Fuente: Fuente: Delgado, 2014.

#### 2.3.3.2.1 Sectorización cartográfica


##### A. Flora

Para el componente flora se ha tenido en cuenta la sensibilidad de cada una de las coberturas de la tierra identificadas, tomando como criterio la biodiversidad florística que puede albergar cada una de estas coberturas, utilizando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

##### B. Fauna

Para el componente fauna se tiene en cuenta la sensibilidad de cada una de las coberturas de la tierra identificadas, tomando como criterio la importancia para Anidación (AN), Refugio (RE) y Alimentación (AL) de los principales grupos faunísticos (AVES, Mamíferos, Herpetos y Peces) encontrados en el área de influencia.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada criterio en cada grupo faunístico, se promedia la sensibilidad y finalmente se ponderan los resultados obtenidos para cada grupo, dando igual importancia a cada uno de ellos. Para las coberturas terrestres se da un peso de 33,33% a la sensibilidad promedio de cada grupo (Aves, Herpetos y Mamíferos).

#### 2.3.3.2.2 Superposición de mapas sensibilidad biótica

Con los resultados obtenidos para flora y fauna, se realizó el proceso algebraico, dando una ponderación de 50% - 50% a cada componente, para obtener la sensibilidad biótica general del área de influencia del proyecto.

$$B = \sum \{(Flora_{c1} \times 0,5), (Fauna_{c1} \times 0,5); \dots \dots \}$$

#### **Ecuación 2.2. Sensibilidad general del medio biótico**

Fuente: Fuente: Delgado, 2014.

#### **2.3.3.3 Zonificación del medio socioeconómico y cultural**

Este componente de la zonificación del área de estudio deberá representar y sectorizar los grados de sensibilidad o importancia socioeconómica y cultural que se manifiesta en cada fracción de terreno o área de estudio, teniendo en cuenta no solo las divisiones político-administrativas sino aquellas que se logren diferenciar mediante las variables a considerar.

Espacializar la expresión territorial de los diferentes procesos sociales estudiados como son las actividades económicas, la calidad de vida, la diversidad de organizaciones comunitarias, los ámbitos de participación de las mismas y la tenencia de la tierra, busca que la cartografía se exprese como resultado de la identificación, ubicación, análisis, interpretación y evaluación de las características considerados por el modelo de zonificación social.

##### 2.3.3.3.1 Sectorización cartográfica

Para la sectorización de las variables sociales, económicas y culturales de una determinada área de estudio ha de tener en cuenta las siguientes variables y valoraciones:

##### A. Actividad económica

Teniendo en cuenta las unidades definidas en el mapa de coberturas de la tierra se han de relacionar las diferentes actividades económicas que se desarrollan en cada sector o vereda del área de estudio.

- ✓ **Zonas de uso intensivo (4).** Áreas de mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda, la producción industrial, agrícola o pecuaria de una manera intensiva o tecnificada.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ **Zonas de uso semi-intensivo (3).** Áreas dedicadas a la ganadería extensiva y aprovechamiento económico informal.
- ✓ **Zonas de bajo uso (2).** Áreas en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado, por estar en proceso de sucesión ecológica, conservación, o altamente degradadas.

#### B. Oferta de servicios públicos y comunitarios

Con base en el grado de desarrollo o cobertura de los servicios públicos domiciliarios básicos, educación y salud en el área se determina el índice ponderado de la oferta de servicios que presentan las comunidades que se hallan dentro del área de estudio. Este índice geo-referencia según sea su distribución, los sectores que presentan diferentes grados de oferta o cobertura y se expresa en los siguientes niveles:

- ✓ **Bajo (2):** Áreas con servicios públicos domiciliarios básicos (agua, luz, alcantarillado,) con coberturas inferiores al 50%. Deficiente oferta educativa a nivel primaria y pocos centros de salud para atención primaria.
- ✓ **Medio (3):** Áreas con servicios domiciliarios básicos (agua, luz, alcantarillado) con coberturas entre el 50 % y el 80% del total de la población. Deficiente oferta educativa a nivel intermedio y suficiente oferta de centros de salud.
- ✓ **Alto (4):** Áreas con servicios domiciliarios básicos (agua, luz, alcantarillado) con coberturas superiores al 80% del total de la población. Buena oferta educativa a nivel intermedio y buena oferta de centros de salud.

#### C. Organización comunitaria y ámbitos de participación

A partir de una mirada centrada en la unidad territorial de los aspectos sociales, la vereda en el área rural y los centros poblados, se realiza una ponderación de cada vereda, de acuerdo con las organizaciones comunitarias que tiene y sus ámbitos de participación, a partir de la cual se determina la cantidad y/o diversidad de organizaciones comunitarias y ámbitos de participación alcanzadas por las comunidades que habitan dichas unidades territoriales.

- ✓ **Juntas de Acción Comunal.** Considerada como la forma de organización comunitaria más tradicional y principal tanto en el sector rural como en el sector urbano.
- ✓ **Otras Organizaciones de la Comunidad Veredal o Barrial.** Durante la caracterización se determina la presencia de otro tipo de organizaciones como Clubes de Amas de Casa, Asociaciones de Padres de Familia, Comités de Trabajo, Cooperativas y otras formas de organización, cuya jurisdicción sigue siendo la unidad de vereda.
- ✓ **Asociaciones de Organizaciones Comunitarias.** Esta unidad permite verificar la presencia de organizaciones que trascienden la unidad de vereda o barrio y al mismo

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

tiempo representan asociaciones que cobijan dos o más organizaciones de la comunidad barrial o veredal.

De otra parte, la mirada sobre los ámbitos de participación se ha considerado principalmente en tres (3) espacios y/o componentes:

- ✓ **Desarrollo Comunitario.** Hace referencia a las diversas acciones y gestiones que desarrollan las organizaciones a favor del mejoramiento de infraestructura, acceso a servicios y otras dimensiones que califican la calidad de vida.
- ✓ **Gestión Ambiental.** Hace referencia al involucramiento de las comunidades en los procesos de planificación y ejecución de planes de manejo ambiental, tanto los relacionados con las actividades de los proyectos, como también aquellos de iniciativa comunitaria o institucional.
- ✓ **Desarrollo Municipal y/o Regional.** Hace referencia al involucramiento de las comunidades en los espacios de participación para la planificación y gestión de proyectos de desarrollo de los municipios o del departamento.

A partir de la valoración de estos ítems, se revisa la situación de la unidad territorial de análisis de los aspectos sociales, es decir la vereda o centro poblado, para calificar con un punto la presencia de cada tipo de organización, ejerciendo participación en cada uno de los ámbitos definidos.


Una vez identificadas y registradas el total de las variables consideradas se clasificarán así las diferentes unidades que hayan sido analizadas, definiendo con ello, el Índice de Diversidad de Organizaciones y Ámbitos de Participación Comunitaria, así:

- ✓ **Bajo (2):** Describe la unidad territorial donde no existen o son escasas las organizaciones comunitarias y ejercen presencia en uno o máximo dos ámbitos de participación.
- ✓ **Medio (3):** Describe la unidad territorial donde se encuentran 3 o más organizaciones comunitarias adicionales a la Junta de Acción Comunal (JAC) que ejercen participación en por lo menos dos de los ámbitos definidos.
- ✓ **Alto (4):** Describe la unidad territorial donde hay amplia diversidad de organizaciones sociales, incluyendo las que representan asociaciones de estas, y que se involucran o ejercen participación en los tres ámbitos de participación definidos.

#### D. Distribución de la tierra

Teniendo en cuenta la distribución de la tierra se han considerado los siguientes niveles o categorías, fundamentada en el tamaño de los predios, así:

- ✓ **Sensibilidad Muy alta (5).** Territorios donde el tamaño predominante de la propiedad oscila entre 0 y 10 hectáreas.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ **Sensibilidad Alta (4).** Territorios donde el tamaño predominante de la propiedad oscila entre 10,1 y 20,0 hectáreas.
- ✓ **Sensibilidad Moderada (3).** Territorios donde el tamaño predominante de la propiedad oscila entre 20,1 y 30,0 hectáreas.
- ✓ **Sensibilidad Baja (2).** Territorios donde el tamaño predominante de la propiedad oscila entre 30,1 y 200 hectáreas.
- ✓ **Sensibilidad Muy baja (1).** Territorios donde el tamaño predominante de la propiedad es mayor a 200 hectáreas.

#### E. Potencial arqueológico

Fundamentado en el potencial arqueológico que posee el área de estudio en una región determinada, para tal efecto se establecen los siguientes niveles de sensibilidad:

- ✓ **Alto potencial Arqueológico (4).** Áreas con presencia efectiva de sitios arqueológicos o con evidencias contextualizadas (la exclusión se da únicamente en parques arqueológicos y áreas arqueológicas protegidas, debidamente declaradas).
- ✓ **Moderado potencial Arqueológico (3).** Áreas donde el paisaje permite suponer con moderada probabilidad, la existencia de sitios arqueológicos, o donde existen evidencias arqueológicas descontextualizadas y/o no estratificadas (esto quiere decir que su ubicación original fue modificada, sea por acciones antrópicas o por eventos naturales).
- ✓ **Bajo potencial Arqueológico (1).** Áreas sin evidencias arqueológicas o donde las características del entorno (acidez del suelo y nivel freático, entre otras) no facilitan la preservación de las mismas.



#### F. Presencia de comunidades étnicas

Este criterio se fundamenta en la sensibilidad del territorio por la posible presencia de comunidades étnicas legalmente constituidas al interior de las unidades territoriales que hacen parte del área de influencia.

- ✓ **Presencia de comunidades étnicas (4).** Veredas dónde existe la presencia de resguardos indígenas, cabildos o territorios de comunidades afro-descendientes legalmente constituidos.
- ✓ **No presencia de comunidades étnicas (2).** Veredas dónde no existe la presencia de resguardos indígenas, cabildos o territorios de comunidades afro-descendientes legalmente constituidos.

#### 2.3.3.3.2 Superposición de mapas del medio socioeconómico y cultural

Con base en la interpretación, sectorización e integración espacial ponderada de las diferentes variables socioeconómicas y culturales que hayan sido identificadas dentro del área de estudio se obtiene *mapa de sensibilidad Socioeconómica y cultural*, dicho mapa

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

proporciona información de posibles sectores críticos, sensibles o vulnerables desde este punto de vista.

Para elaborar el mapa se realiza un proceso de álgebra de mapas a través de la herramienta SIG, teniendo en cuenta la Ecuación 2.3, las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

$$S = \sum \{Ae, Cv, Oc, Tt, Pa\}$$

**Ecuación 2.3. Sensibilidad general del medio socioeconómico y cultural**

Fuente: Fuente: Delgado, 2014.

S = Zonificación de sensibilidad para el medio socioeconómico y cultural, materializadas en la calificación definida para los aspectos de actividad económica (**Ae**), calidad de vida (**Cv**), organización y ámbitos de participación (**Oc**), tenencia de la tierra (**Tt**) y Potencial arqueológico (**Pa**).

De acuerdo con los resultados obtenidos con el álgebra de mapas, se obtienen las categorías de zonificación de sensibilidad socioeconómica general, tal como se presenta en la Tabla 2.36.



**Tabla 2.36. Niveles de sensibilidad para el medio socioeconómico**

RANGO	SENSIBILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	
1 a 6	Muy baja	1
7 a 13	Baja	2
14 a 20	Moderada	3
21 a 27	Alta	4
28 a 34	Muy alta	5

Fuente: Delgado, 2014.

**2.3.3.4 Zonificación de Sensibilidad ambiental general**

La superposición de las diferentes unidades que han sido establecidas por los especialistas en los aspectos físico, biótico, socioeconómico y cultural se realiza con base en el análisis y agrupamiento de los criterios, categorías y calificaciones anteriormente expuestas, las cuales son el fundamento para establecer las diferentes categorías de uso y restricción en la zonificación del manejo ambiental, según sea la actividad o proyecto a realizar (tipo de intervención). Teniendo en cuenta dichas variables, la sensibilidad ambiental del área estará definida por la siguiente expresión

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

$$ZA = \int (\sum F, B, S)$$

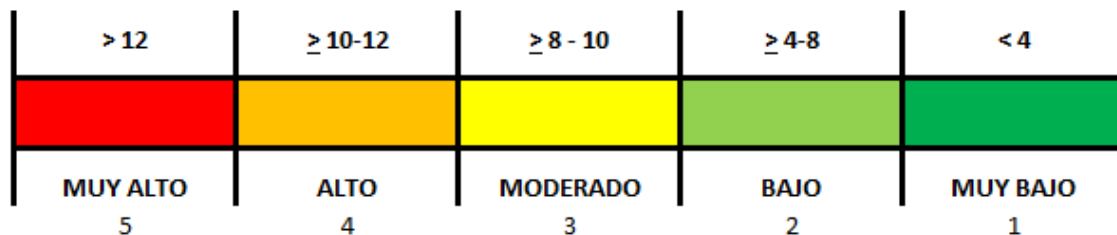
**Ecuación 2.4. Zonificación de sensibilidad ambiental general**

Fuente: Delgado, 2014.

Teniendo en cuenta la Ecuación 2.4, las variables Física (F), Biótica (B) y Socioeconómico y cultural (S) se encontrarán enmarcadas dentro de los rangos de 1 a 5 puntos como se presenta en la Tabla 2.34 a la Tabla 2.36, los cuales definirán la sensibilidad básica de las áreas comprendidas dentro de la zona de estudio en las categorías que se establecen de muy baja a muy alta sensibilidad,.

Posteriormente, del cruce de las zonificaciones intermedias de las variables Física (F), Biótica (B) y Socioeconómico y cultural (S) se reclasifican las categorías de acuerdo con los siguientes rangos de sensibilidad ambiental, volviendo a tomar los valores de 1 a 5 en los niveles de sensibilidad, ver Figura 2.15.

**RANGOS ZONIFICACIÓN AMBIENTAL GENERAL (F,B,S)**




**Figura 2.15. Rangos de sensibilidad ambiental general.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORIA - PLYMA, 2016

**2.3.3.5 Áreas o elementos con sensibilidad dominante o especial**

Dado que en el territorio nacional se encuentran áreas que por sus características físicas, bióticas, sociales o culturales son únicas, imperturbables, estratégicas o han sido declaradas o consideradas como áreas estratégicas de preservación, conservación o de importancia socio ambiental, se hace necesario plasmar dicha condición en los *Mapas Síntesis de Sensibilidad Ambiental* de una forma directa, determinante y clara.

Dadas las anteriores circunstancias se han de considerar tres (3) tipos de áreas o elementos que conforman el ecosistema de acuerdo al origen y al grado de restricción que generan cada uno, proyectando de forma directa hasta el mapa final de cada componente y al *Mapa de Sensibilidad Ambiental General* del estudio, el grado máximo de sensibilidad o exclusión si es el caso del sitio en el que se encuentre.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017


- ✓ **Áreas de restricción legal.** Consideradas todas aquellas áreas que fundamentadas en actos administrativos específicos o en la legislación nacional e internacional restringen o excluyen de manera tajante, la utilización de áreas en el desarrollo de proyectos. Definirá la calificación a **sensibilidad MUY ALTA\***. De igual forma, se define una **sensibilidad MUY ALTA** a las áreas de importancia ambiental que define la legislación nacional como de conservación/protección y las áreas que cuenten con comunidades indígenas y afrodescendientes las cuales son áreas que requieren manejos y tramites especiales antes de la ejecución de proyectos.
- ✓ **Áreas de importancia ambiental.** Incluye áreas que cuentan con limitantes o valores ambientales que los catalogan como estratégicos, críticos, vulnerables, únicos o simplemente importantes, pero que no necesariamente son excluyentes para la implementación de proyectos, obras o actividades, siempre y cuando se defina e implemente un conjunto de medidas que controlen y manejen adecuadamente los posibles impactos. Definirá **sensibilidad ALTA y MODERADA**
- ✓ **Infraestructura de importancia social.** Se consideran elementos, obras y proyectos que presentan total incompatibilidad con el proyecto o que por su función o utilidad son importantes para la comunidad o para el país. Corresponden a sensibilidades **ALTA y MODERADA**.

Conforme a los elementos que caractericen el entorno de un proyecto se determinan los grados de sensibilidad y considerando que estos pueden cumplir uno o varios de los criterios anteriormente mencionados, determinaran grados de sensibilidad **MUY ALTA, ALTA y MODERADA**, en donde se genera un mapa con las áreas de elementos de sensibilidad dominante o especial.

En virtud de lo anterior, en la Tabla 2.37 se hace mención de la clasificación de las áreas o elementos especiales tenidos en cuenta para el proyecto.

**Tabla 2.37. Áreas o elementos de sensibilidad dominante o especial.**

Área o elemento especial	Nivel de Sensibilidad	Elementos encontrados en la UF
Áreas del sistema nacional de áreas protegidas (SINAP)		
Parques arqueológicos y áreas arqueológicas protegidas		
Bienes de interés cultural declarados		
Bocatomas de acueductos		
Resguardos indígenas		
Concejos comunitarios de poblaciones afrocolombianas		
Rondas hídricas sin cobertura forestal protectora		
Centros poblados		

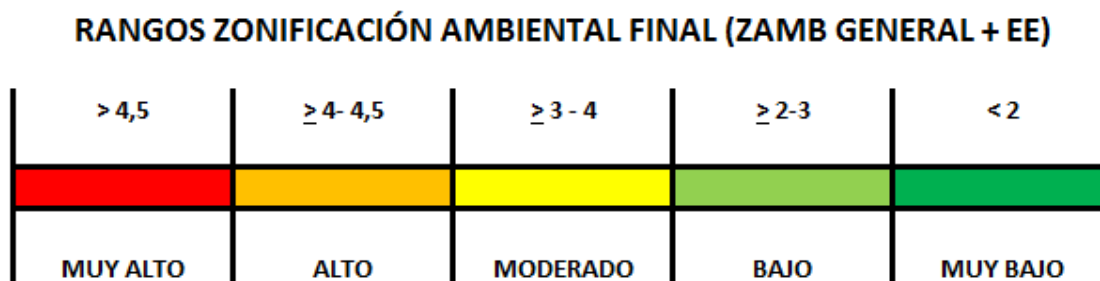
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017	

Ronda hídrica con cobertura forestal protectora		
Nacimientos de fuentes de agua		
Ejemplares de flora silvestre vedada		
Pozos y Aljibes		

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA, 2016.

### 2.3.3.6 Zonificación de sensibilidad ambiental final

De acuerdo con los resultados de la zonificación ambiental general y la espacialización de los elementos de sensibilidad dominante o especial, se superponen ambos resultados y se presenta el mapa de Zonificación Ambiental Final del área de estudio del proyecto, en donde los elementos especiales encontrados en el área de influencia se pondera con la zonificación ambiental general, en donde se realiza el proceso algebraico, dando una ponderación de 50% - 50% a cada componente, para obtener la sensibilidad final del área de influencia del proyecto. En las áreas que no se cruzan con los elementos especiales o dominantes, tendrán la misma calificación de sensibilidad en el área de influencia del proyecto.



**Figura 2.16. Rangos de Zonificación Ambiental Final.**


Fuente: Consorcio CCA CONSULTORIA - PLYMA, 2016

### 2.3.4 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Se realiza la descripción de la demanda de recursos naturales requeridos para el desarrollo del proyecto, así mismo la disponibilidad de estos recursos en el área del mismo.

En los sitios de localización del proyecto no se cuenta con acceso a servicios públicos domiciliarios, por lo que la demanda requerida para el abastecimiento de agua y alcantarillado deberá suplirse por medio de las fuentes hídricas cercanas.



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Se incluye la información específica con el fin de solicitar los respectivos permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación, para que éstos queden implícitos en la Licencia Ambiental del proyecto.

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la ley 373 de 1997, se entrega anexo el documento con Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua –PUEAA.

### **2.3.5 Evaluación ambiental**

#### **2.3.5.1 Identificación y Evaluación de impactos ambientales**

Inicialmente, se identificaron y evaluaron los impactos ambientales de las actividades que mayor incidencia tienen sobre el área de influencia (escenario sin proyecto – Ex Ante).

Posteriormente, con base en las actividades definidas en la descripción del proyecto y de acuerdo con los análisis realizados en la caracterización del proyecto, se identificaron los impactos y se analizó su afectación (Ex – Post).

La evaluación de impactos ambiental se basó en la asignación de valores a cada criterio, analizando el escenario con proyecto y determinando las condiciones actuales y las problemáticas ambientales existentes en el área de influencia, producto de las principales obras y actividades realizadas durante las diferentes fases de pre – construcción y construcción, de la segunda calzada de la vía Popayán – Santander de Quilichao.

El proceso de valoración de los impactos ambientales, fue realizado de manera conjunta (mesas de discusión) con el grupo interdisciplinario de profesionales especialistas que participaron en el Estudio de Impacto Ambiental.

Además de analizar cada efecto generado sobre los diferentes medios ambientales (abiótico, biótico y socioeconómico), los resultados obtenidos fueron sintetizados con el objetivo de definir las alternativas de prevención, mitigación, compensación y corrección; todo ello, con el propósito de minimizar los impactos ambientales generados.

A continuación, se enuncian las diferentes acciones desarrolladas para evaluar los impactos identificados.

#### **2.3.5.2 Identificación de acciones impactantes**

Consiste en la identificación de acciones impactantes de tipo antrópico, que durante el desarrollo del proyecto son consideradas *Indicadores de Presión*, debido a que ejercen influencia sobre el medio ambiente variando o alterando el grado de calidad de los componentes ambientales.

Estas acciones, pueden generar cambios como: modificaciones al uso del suelo, emisión de contaminantes, deterioro del paisaje, modificación del entorno social, económico y cultural, consumo de los recursos naturales, riesgos, entre otras.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

### 2.3.5.3 Identificación de componentes ambientales susceptibles a recibir cambios o impactos

Consiste en la identificación de los componentes y elementos (factores ambientales) del medio abiótico, biótico y socioeconómico que pueden alterarse o modificarse positiva o negativamente por las diferentes actividades del proyecto.

Para la definición de los factores ambientales más susceptibles, fue necesario considerar los siguientes criterios: representativos, relevantes, excluyentes, de fácil identificación y cuantificables.

### 2.3.5.4 Cualificación y cuantificación de los impactos



Una vez realizada la identificación de acciones impactantes e identificación de los componentes ambientales susceptibles a recibir cambios, se valoraron y evaluaron los criterios naturaleza (NA), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF) recuperabilidad (MC) y periodicidad (P) para definir el rango de importancia ambiental de cada impacto, tal como lo propone la Metodología de Conesa Fernández Vítora (2010)<sup>10</sup>.

Dicha metodología incluye un sistema de calificación para cada criterio que oscila con valores entre 1 y 12, de acuerdo con las características cualitativas determinadas para cada uno de los impactos a evaluar, tal como se muestra en la Tabla 2.38.


**Tabla 2.38 Criterios de evaluación**

CRITERIOS		DEFINICIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA	
NA	NATURALEZA	Carácter benéfico o perjudicial del impacto, en cuanto a si la acción mejora o degrada el ambiente actual o a futuro.	Beneficioso o positivo	+
			Perjudicial o Negativo	-
IN	INTENSIDAD	Define el grado de degradación que ofrece la acción sobre el recurso.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy Alta	8
			Total	12
EX	EXTENSIÓN	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno en que se manifiesta el	Puntual	1
			Parcial	2

<sup>10</sup> CONESA FDEZ.-VÍTORA. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4 ed. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa, 2010. 864 p.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

CRITERIOS		DEFINICIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA	
		efecto. Puntual se refiere a cuando el efecto es localizado. Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo influencia generalizada en todo él, el impacto será total. Considerando las condiciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial y extenso.	Extenso	4
			Total	8
			Critica	(+4)
MO	MOMENTO	Tiempo que transcurre desde el inicio de la acción hasta le inicio del impacto que produce. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento es inmediato, si es inferior a un año es corto plazo. Si el periodo de tiempo va de 1 a 5 años medio plazo, mientras que si el efecto tarda en demorarse más de 5 años es largo plazo.	Largo Plazo	1
			Medio Plazo	2
			Inmediato	4
			Critico	(+4)
PE	PERSISTENCIA	Tiempo en que se espera que permanezca el impacto desde su aparición. Fugaz menor de 1 año, es temporal si es entre 1 y 10 años y permanente si es superior a 10 años.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
RV	REVERSIBILIDAD	Posibilidad del factor afectado de volver a sus condiciones anteriores a la afectación por medio naturales, una vez se haya dejado de actuar sobre el medio. Si es corto plazo será en un periodo menor de 1 año, mediano plazo es entre 1 y 10 años y permanente o irreversible si es superior a 10 años.	Corto Plazo	1
			Mediano Plazo	2
			Irreversible	4
SI	SINERGIA	Hay sinergia si dos efectos se manifiestan conjuntamente, y ello es mayor que sus manifestaciones aisladas. Si hay <i>debilitamiento</i> entre los efectos la sinergia es negativa, reduciendo la importancia (I).	Sin sinergismos (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy Sinérgico	4
AC	ACUMULACIÓN	Un impacto es acumulativo si la presencia continuada de la acción crezca en el tiempo.	Simple	1
			Acumulativo	4
EF	EFECTO	Derivada de la relación Causa/Efecto. Un Efecto es directo cuando la acción misma genera el efecto, mientras que es indirecto si se genera a partir de otro impacto.	Indirecto Secundario	1
			Directo	4
PR	PERIODICIDAD	Regularidad de manifestación del impacto. Puede presentarse de forma continua, periódica o irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos.	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

CRITERIOS		DEFINICIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA	
MC	RECUPERABILIDAD	Posibilidad de recuperación del factor afectado por medio de gestión ambiental (introducción de medidas correctivas). Puede ser Recuperable si se consigue de manera inmediata o en el medio plazo, si lo es parcialmente el efecto es mitigable, mientras que es Irrecuperable si la alteración es imposible de reparar tanto natural como por la acción natural.	Recuperable de manera inmediata	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable	4
			Irrecuperable	8
I	IMPORTANCIA	Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos.	Irrelevante	0-25
			Moderado	25-50
			Severo	50-75
			Crítico	75-100

Fuente: CONESA, (2010)

Considerando los valores dados para cada criterio y la siguiente fórmula, se obtendrá la calificación de importancia para cada impacto, donde el menor valor posible es de 13 y el valor más alto es de 100.

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$



**Ecuación 2.5 Ecuación para calcular la importancia**

En la Ecuación 2.5 se muestra la escala de valoración y calificación de la importancia de carácter negativo (-) o perjudiciales y de carácter positivo (+) o benéficos.

Esta escala consideró como **impactos significativos** aquellos cuyo valor absoluto de importancia es mayor 25 evaluados como impactos críticos, severos y moderados, es decir, que requieren de la implementación de medidas y/o estrategias específicas de manejo para minimizar la importancia del impacto. Mientras que los **impactos no significativos** son aquellos cuyo valor absoluto de importancia es menor de 25 evaluados como irrelevantes o compatibles con el medio, ya que estos presentan una mayor asimilación del ambiente tras el cese de las actividades y no requieren medidas correctoras o las medidas implementadas para los impactos moderados pueden absorber dichos impactos.

En la Tabla 2.39 se presenta la escala de valoración de importancia de los impactos de acuerdo a la naturaleza de los impactos ya sea positivos o negativos.

**Tabla 2.39 Rangos de calificación y valoración de la importancia ambiental**

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Escala de valoración	Importancia de carácter negativa	Escala de valoración	Importancia para impactos positivos
0 a -25	Irrelevante		
-26 a -50	Moderado	0 a +39	No importante
-51 a – 75	Severo	+40 a +70	Importante
-76 a -100	Crítico	+71 a +100	Muy importante

Fuente: Conesa, (2010) modificada por Consorcio CCA CONSULTORÍA – PLYMA, 2016.

### 2.3.5.5 Análisis de impactos y sus efectos

El análisis de los impactos y sus efectos, se realizó para los impactos identificados en el escenario Sin Proyecto – Ex Ante y Con proyecto – Ex Post, de acuerdo con la calificación de importancia absoluta, para identificar los impactos más relevantes, la actividad más agresiva con el medio y los medios ambientales más o menos afectados.

Para los impactos más relevantes, se realizó el análisis de la acumulación y sinergia de los impactos del proyecto con los impactos que pudiesen presentarse en el área y, de los impactos del proyecto por si solos.

A continuación, se describen los lineamientos usados para el análisis de los impactos definidos como acumulativos y sinérgicos para la elaboración del estudio.

#### A. Análisis de impactos acumulativos


Para poder realizar la evaluación de los impactos acumulativos es necesario conceptualizar el término con el fin de evitar ambigüedades que pueden inducir a errores. Por tanto, se define como impacto acumulativo a los cambios ocasionados en el ambiente por alguna actividad que, en combinación con otras, trae como consecuencia efectos secundarios al área de influencia del proyecto.

#### B. Análisis Impactos sinérgicos

Los impactos sinérgicos son aquellos que se producen como consecuencia de varias acciones, y cuya incidencia final es mayor que la suma de los impactos parciales.

El análisis de los impactos sinérgicos, se realizó teniendo en cuenta que no existe sinergia cuando:

- ✓ Los impactos se desarrollan en tiempos diferentes o no ocurren simultáneamente.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Si la actividad que origina los diferentes impactos es la misma, pero las afectaciones se dan sobre diferentes componentes ambientales, debido a que estos no son comparables entre sí.
- ✓ No existe sinergia entre un impacto de carácter negativo y uno de carácter positivo.
- ✓ No existe sinergia entre dos impactos de carácter positivo.

#### C. Análisis impactos residuales


Impactos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicada las medias de manejo ambientales de prevención, minimización y mitigación, razón por la cual se debe aplicar medidas de compensación.

#### 2.3.6 Zonificación de manejo ambiental

La zonificación de Manejo Ambiental es la resultante de la interrelación entre la Zonificación Ambiental (oferta ambiental del área) y las actividades a desarrollar en el área del proyecto. En estas condiciones, esta zonificación debe tener en cuenta los grados de sensibilidad de cada uno de los ecosistemas frente al grado de intervención o afectación que serán objeto por parte del proyecto.

Como resultado de dicha interacción se han de establecer, áreas de exclusión, áreas susceptibles de intervención y las áreas de intervención con restricciones, especificando en dicha zonificación el tipo de restricción existente. Es muy importante que cada especialista aplique su sectorización bajo criterios razonables que respondan a las características o impactos que generan las actividades propias del proyecto, de tal forma que no castigue o excluya áreas que bajo un adecuado manejo y control pueden ser utilizadas sin que exista deterioro de las mismas. A continuación, se definen las características de las mencionadas áreas.

- ✓ **Áreas de exclusión.** Está área, según definición de los TDR, corresponde a las áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto y este criterio está relacionado con criterios legales, vulnerabilidad y funcionalidad ambiental y áreas con régimen especial. En este sentido, se considera todas aquellas áreas que por su naturaleza, estado o magnitud presentan un grado de susceptibilidad ambiental **MUY ALTA\***, en las cuales las actividades propuestas deben limitarse al máximo posible. En la definición de esta categoría debe considerarse el tipo de actividad que se requiere desarrollar, entorno social y el ecosistema mismo, con el objeto de ser lo más objetivos posible en la calificación que determine la sectorización ambiental.
- ✓ **Áreas de intervención con restricción alta.** Manejo que se ha de dar a todas aquellas áreas o ecosistemas que por su naturaleza, estado o magnitud requieren que las actividades a desarrollar están sujetas a medidas de manejo ambiental de alto impacto, como compensaciones, sustracciones de reserva, reasentamientos, reubicaciones y retiros mínimos, llevando un estricto control de las medidas de carácter

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

preventivo que eviten posibles afectaciones. En la sectorización se incluyen áreas que presentan sensibilidades con calificaciones de sensibilidad **ALTA**.

- ✓ **Áreas de intervención con restricción media.** Consideradas todas aquellas áreas o ecosistemas que por su naturaleza, estado o magnitud requieren de un manejo ambiental cuidadoso de las actividades del proyecto sin llegar a limitarlas, maximizando los controles y medidas de carácter preventivo y mitigatorio de las posibles afectaciones. Para efectos de la presente clasificación se considerarán aquellos ecosistemas cuya sensibilidad ambiental es **MODERADA**.
- ✓ **Áreas de intervención sin restricción.** Definida como todas aquellas áreas o ecosistemas que presentan una calificación de sensibilidad ambiental **BAJA** sensibilidad ambiental. En estas zonas las medidas de manejo ambiental para las actividades del proyecto serán las mínimas requeridas para no generar tendencias de cambio que desmejoren la poca oferta ambiental que aún se conserve.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, en la Figura 2.17, se presenta una descripción gráfica de las equivalencias entre las categorías de sensibilidad ambiental del territorio y el manejo ambiental con respecto a las obras y actividades del proyecto.

Zonificación de Manejo Ambiental	Sensibilidad Ambiental				
	Muy Baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta*
Área de Intervención					
Área de Intervención con Restricción Media					
Área de Intervención con Restricción Alta					
Área de Exclusión					


**Figura 2.17. Equivalencia entre categorías de sensibilidad ambiental y manejo ambiental.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORIA - PLYMA, 2016

### 2.3.7 Evaluación económica ambiental

Se realizó la Evaluación económica de los impactos en función de lo establecido en los términos de referencia y a partir de la metodología que a continuación se detalla:

El análisis económico de los impactos permitió verificar la viabilidad del proyecto en términos económicos. En este contexto, la metodología empleada fue el análisis Costo Beneficio (ACB), es decir, un balance entre los beneficios y costos socio-ambientales del proyecto, aplicando la tasa de descuento social (algunas veces llamada tasa de descuento económica), como la tasa de descuento de los valores para un cierto período de tiempo. Esta tasa incluyó las preferencias de la población para el cálculo del valor presente neto de los beneficios. Los pasos empleados en la valoración económica fueron los siguientes:

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Identificación de los impactos positivos y negativos más relevantes. Esta información se tomó de la matriz de calificación de impactos que fue construida interdisciplinariamente.
- ✓ Cuantificación física de los impactos más relevantes.

De la identificación y cuantificación de los impactos ambientales, se determinaron los cambios en la calidad o en la cantidad de los bienes y servicios ambientales que se deriven de la construcción del proyecto. Toda esta información sirvió para estimar funciones de daño sobre los recursos ambientales.

### **2.3.7.1 Valoración monetaria de los impactos más relevantes**

Para la valoración monetaria de los impactos y su afectación de los servicios ambientales y/o ecosistémicos se utilizaron los métodos que para ello propone el Manual de Valoración Económica de los Impactos Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente. En este caso se utilizaron los siguientes métodos: *Costos de Reemplazo y Restauración, Transferencia de Beneficios*. El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados por un proyecto. Este costo puede ser interpretado como una estimación de los beneficios relacionados a las medidas tomadas para prevenir el daño ocurrido.


El Método de Transferencia de Beneficios consiste en la adaptación de información derivada desde una investigación original para la aplicación de esta en un contexto diferente de estudio. Este método puede ser dividido en tres tipos: transferencia de valores fijos, juicio de especialistas y transferencia de funciones. En este caso se aplicó el tipo de transferencia de valores fijos usando la transferencia de puntos estimados que consiste en usar mediciones estimadas en el estudio original realizado en el contexto i para estimar las medidas que se necesiten en el sitio del estudio (o sitio de política) el cual posee un contexto j (Osorio, M., 2006). Para la aplicación de este método se siguieron los pasos recomendados en la literatura sobre el tema, así:

- ✓ Definición del sitio de estudio (o sitio de política) y la información que se necesita y las unidades,
- ✓ Revisión de los resultados de investigaciones originales que hubiesen valorado servicios ambientales relacionados con los afectados por el proyecto,
- ✓ Revisión de investigaciones que en el contexto de la investigación original se aproximen al sitio de estudio,
- ✓ Selección del estudio y su respectiva aplicación al área de estudio.

### **2.3.7.2 Descuento del flujo de beneficios y costos**

Antes de hacer el análisis de cada uno de los criterios de decisión, fue necesario descontar el flujo de beneficios y costos en términos de la sociedad, es decir, los costos y los beneficios cuantificados se agregaron dependiendo de la población beneficiada/afectada, y



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

el periodo de vida útil del proyecto. Una vez obtenido el flujo de costos y beneficios consolidado, éste se descontó utilizando la tasa social de descuento, para la obtención del Valor Presente Neto (VPN) de los beneficios/costos. El Valor Presente Neto hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados (MADS, s.f).

La fórmula empleada en el cálculo es:

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C}{(1 + r)^i}$$

**Ecuación 2.6**

Dónde:

r: es la tasa anual de descuento (interés)

t: es el tiempo (año) a partir del inicio de la inversión

n es el horizonte temporal de análisis

B son los beneficios (o ingresos) totales

C son los costos (o egresos) totales

### 2.3.7.3 Aplicación de los criterios de decisión

Los criterios para la toma de decisiones fueron: El Valor Presente Neto (VPN) y Relación Costo-Beneficio (RBC), a continuación, se presentan las fórmulas para obtener los resultados y su respetiva interpretación:

- ✓ Valor Presente Neto (VPN):\_obtenido el VPN se aplicó el test del VPN. De ahí se analizó el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente. En la Tabla 2.40 se muestra la interpretación del indicador.

**Tabla 2.40 Interpretación del indicador VPN**

<b>Valor Presente Neto</b>	<b>Interpretación</b>
VPN > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en el bienestar social.
VPN = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar social.
VPN < 0	Los costos del proyecto son mayores a sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto, ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: MADS, s.f

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Análisis Beneficio-Costo: Otra alternativa de análisis aplicada fue la Relación Beneficio Costo (RBC). Este indicador se calculó de la siguiente forma:

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VAN_{beneficios}}{VAN_{costos}}$$

**Ecuación 2.7**

Así, se dice que una RBC mayor a uno, significa que el proyecto genera resultados económicamente positivos para la sociedad. Un indicador menor que uno, significa que el megaproyecto provoca un deterioro en el bienestar social, y un indicador igual a cero, significa que el megaproyecto no genera cambios en el bienestar.

**Tabla 2.41 Interpretación del indicador RBC**

Relación Beneficio Costo	Interpretación
RBC > 1	El proyecto genera bienestar social, por lo tanto se acepta.
RBC = 1	El proyecto no presenta cambios en bienestar social, por lo tanto es indiferente.
RBC < 1	El proyecto empeora el bienestar social. Por lo tanto, no es recomendable su ejecución.

Fuente: MADS, s.f

### 2.3.7.4 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad de un proyecto muestra que tan sensible es el flujo de los beneficios y los costos a cambios tales como: una disminución de los ingresos, un aumento de los costos, un cambio en la tasa social de descuento, entre otros.

Este análisis consistió en suponer variaciones que castiguen los beneficios y observar cómo, a partir de la variación, cambia el VPN del proyecto. Con este análisis fue posible establecer las variables de riesgo del proyecto.

Con la siguiente fórmula fue posible calcular el porcentaje de cambio del VAN cuando se suponen cambios en algunas variables del proyecto:

$$(VPN_n - VPN_e)/VPN_e$$

**Ecuación 2.8**

Dónde:

VPN<sub>e</sub>= Valor Presente Neto antes del cambio

VPN<sub>n</sub>= Valor Presente Neto después del cambio

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

El análisis de sensibilidad del proyecto se hizo considerando una variación en la tasa social de descuento y variaciones de los costos y los beneficios del proyecto.

### 2.3.8 Planes y Programas

#### 2.3.8.1 Plan de Manejo Ambiental

##### 2.3.8.1.1 Programas de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión que permite planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales y sociales destinadas a prevenir, mitigar, controlar y corregir los impactos ambientales generados por las actividades de pre-construcción y construcción del proyecto.


Para el diseño y formulación de los programas de manejo ambiental, se emplearon las siguientes consideraciones:

- ✓ **Prevención:** Medidas y acciones requeridas para evitar que se genere un efecto ambiental durante los procesos de construcción.
- ✓ **Mitigación:** Obras, acciones o procedimientos para atenuar, disminuir o minimizar los impactos ambientales.
- ✓ **Corrección:** Medidas y acciones de rectificación o restauración del ambiente modificado por el proyecto.
- ✓ **Compensación:** Obras, acciones y proyectos tendientes a resarcir, retribuir o compensar los efectos generados por el proyecto, los cuales no pueden ser prevenidos, corregidos o mitigados.

Los programas de manejo ambiental fueron diseñados para la atención y control de cada uno de los impactos ambientales previamente identificados, así mismo, cada programa propuesto, se diligenció en la ficha según el formato referido (ver Tabla 2.42).

**Tabla 2.42 Ficha Programa de manejo ambiental**

Nombre del Programa		Código			
Objetivos					
Metas					
Etapa de aplicación					
Pre-construcción		Construcción Cierre (post construcción)			
Tipo de medida	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación	
	x			x	

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>		Consorcio 
	<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA	
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017	

Nombre del Programa		Código			
Acciones a desarrollar					
Lugar de aplicación		Población Beneficiaria			
Mecanismos y estrategias participativa					
Personal requerido	Profesionales				
	Técnicos				
	Mano de obra no calificada				
Indicadores de seguimiento y monitoreo					
Responsable de la ejecución					
Cronograma	Actividad	Permanente	Semanal	Quincenal	Mensual
	Manejo de la capa orgánica				
	Revegetalización de las superficies expuestas				
Presupuesto					

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA, 2016



#### 2.3.8.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo

En este capítulo, se incluyeron los programas de seguimiento y monitoreo orientados a evaluar la eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos del proyecto y tener las herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acordes con los resultados obtenidos.

El seguimiento entonces permitirá verificar que las acciones propuestas en el PMA se estén realizando, que se invierta el presupuesto previsto, que se utilicen adecuadamente los recursos asignados, se cumpla con los cronogramas y de este modo, determinar el avance y nivel de cumplimiento del PMA mediante la utilización de indicadores de gestión.

El monitoreo por su parte, facilita datos que permitirán conocer y controlar las posibles afectaciones que el proyecto pueda estar causando en el medio ambiente, mediante mediciones periódicas sobre determinados atributos ambientales (variables, características) con los cuales se busca evaluar el estado futuro del ambiente con proyecto. Corresponde entonces a muestreos, inventarios, censos, que posibilitan la toma de datos sobre los indicadores ambientales y que determinan las condiciones ambientales representativas del entorno donde se circunscribe el proyecto.

Los programas de seguimiento y monitoreo, se subdividieron y se presentaron para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y fueron transversales a cada etapa del proyecto pre-construcción y construcción. En cada uno de éstos, se presentó un programa de

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

monitoreo que responde a evaluar la eficacia del manejo de uno o más impactos, de acuerdo con los objetivos establecidos. La ficha en la cual se consignado los planes de seguimiento y monitoreo se observa en la Tabla 2.43

**Tabla 2.43 Ficha Plan de Seguimiento y Monitoreo**

Nombre del Plan		Código			
Objetivos					
Componente	Suelo	Impactos a controlar			
Tipo de medida	Seguimiento			Monitoreo	x
Localización					
Acciones a desarrollar					
.					
Frecuencia de medición					
Evaluación de indicadores					
Nivel de alerta					
Responsable					
Presupuesto					
Cronograma de ejecución	Actividad	Mensual	Bimestral	Semestral	Anual
	Registro fotográfico				
	Informe técnico				

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA, 2016


#### 2.3.8.1.3 Plan de gestión del riesgo

Se incluye la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el tiempo de exposición del elemento amenazante, la definición de escenarios, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de las emergencias y la definición de los factores de la vulnerabilidad que permiten calificar la gravedad de los eventos generadores de emergencias en cada escenario. Esta valoración considera los riesgos tanto endógenos como exógenos.

Con base en la identificación de los riesgos ambientales susceptibles de generarse en el proyecto, se estructuran los lineamientos generales para la preparación de un plan de contingencia durante la construcción del proyecto.

##### A. Calificación de Amenazas

La calificación de las amenazas se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado. Esta probabilidad depende de las características del evento, de las condiciones específicas de construcción del proyecto y de su interacción con el entorno.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Para la calificación de las amenazas identificadas en el proyecto, se consideran las siguientes cinco categorías a las cuales se les asigna un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más alta la calificación, mayor es la probabilidad de que se materialice la amenaza (ver Tabla 2.44).

**Tabla 2.44. Categoría de la amenaza.**

Categoría de la amenaza	Descripción	Puntaje
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil de un proyecto (o sea, una relación 1/1)	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años (1/5)	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada diez años (1/10)	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada veinticinco años (1/25)	2
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada cincuenta años (1/50)	1



Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso - Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, Enero–Abril de 2005.

## B. Calificación de la Vulnerabilidad

Para calificar la vulnerabilidad de las amenazas identificadas se utilizaron cuatro categorías, las cuales se asocian con la gravedad de las consecuencias que se pueden ocasionar sobre el ambiente y la sociedad. Entre más vulnerable sea un sistema, mayores daños puede sufrir por la ocurrencia de un evento contingente o amenazante (ver Tabla 2.45).

**Tabla 2.45. Criterios para calificar la vulnerabilidad.**

Categoría de las consecuencias	Descripción	Puntaje
Insignificantes	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes	1
Leves	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo.	2
	Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas	
Graves	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigable o reversible en el largo plazo.	3
	Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas	
Catastróficas	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible.	4

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> Proyecto Segunda Calzada Popayán - Santander De Quilichao Unidad Funcional 4 Mondomo – Santander de Quilichao	Consortio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Categoría de las consecuencias	Descripción	Puntaje
	Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas	

Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, enero – Abril de 2005.




### C. Valoración de Riesgos

Establecidos los eventos contingentes, se procede a estimar el nivel de riesgo que éstos tienen, mediante la combinación de la calificación de las amenazas que dan lugar a los diferentes eventos y la vulnerabilidad de los elementos socio-ambientales presentes en el área de influencia. Se define el riesgo como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, y se tiene:  $Riesgo = Amenaza \times Vulnerabilidad$

Para la ecuación anterior, la Tabla 2.46 establece los rangos de valoración para la determinación del riesgo, clasificados en:

- ✓ Riesgos aceptables: son los riesgos que no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias no son graves. Son los de menor prioridad, alcance y destinación de recursos para su atención. Son los riesgos con los cuales se dice que “se puede convivir”.
- ✓ Riesgos tolerables: son riesgos que tienen un nivel de amenaza alto y pueden ocasionar daños más significativos sobre el ambiente y la población, por lo que requieren del diseño e implementación de planes de atención que implican una mayor disponibilidad de recursos y se deben incluir sistemas de monitoreo. Estos riesgos deben ser atendidos con un nivel secundario de prioridad.
- ✓ Riesgos críticos: son riesgos que pueden causar daños graves sobre el ambiente y la comunidad, requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.


**Tabla 2.46. Rangos de valoración de riesgo.**

Rango amenaza x vulnerabilidad	Tipo de riesgo
1-4	Aceptable
5-8	Tolerable
> 8	Crítico
 Riesgo aceptable (1-4)	 Riesgo tolerable (5-8)
	 Riesgo crítico > 9

Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, enero – Abril de 2005.

#### 2.3.8.1.4 Plan de desmantelamiento y abandono

Para el desarrollo del plan de abandono y restauración final, se consideró el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, así como los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos, acogidos mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

### 2.3.8.2 Otros Planes y Programas

#### 2.3.8.2.1 Plan de Inversión del 1%

El plan de Inversión del 1 %, se plantea en concordancia a lo establecido en la Ley 99 de 1993, en el párrafo único del Artículo 43, que expresa “...*Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1 % del total de la inversión que trata el decreto para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica...*”.

El cálculo o liquidación de la inversión se realiza con base en el artículo 3° del decreto 1900 del 2006, con base en los siguientes costos:

- ✓ Adquisición de terrenos e inmuebles.
- ✓ Obras civiles.
- ✓ Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles.
- ✓ Constitución de servidumbres.


El decreto 1900 del 12 de junio de 2006 reglamenta en el Artículo 5° La destinación de los recursos, como a continuación se menciona:

*“Las inversiones de que trata el presente decreto, se realizan en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo con lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua.*

*En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, los recursos se podrán invertir en algunas de las siguientes obras o actividades:*

- ✓ Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en un porcentaje que establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial;
- ✓ Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural;
- ✓ Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales;
- ✓ Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico;
- ✓ Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica;



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

- ✓ Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación;
- ✓ Interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Para la realización de los estudios respectivos, se podrá invertir hasta un 10 % del valor total de esta inversión. En este caso la titularidad de las obras y de los estudios será de los municipios o distritos según el caso;
- ✓ Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica;
- ✓ Preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales que se encuentren dentro de la respectiva cuenca de acuerdo con los planes de manejo

#### 2.3.8.2.2 Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad

Consiste en las acciones que tienen como objeto resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria, de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una estrategia de conservación permanente y/o su restauración ecológica, a fin de que al comparar con la línea base se garantice la no pérdida neta de biodiversidad.

La pérdida de biodiversidad se presenta cuando por procesos de transformación y degradación del paisaje, el tamaño, el contexto paisajístico y la riqueza de los elementos de la biodiversidad es perturbada y disminuida y, se inician procesos de pérdida y extinción local o regional. El principio de la no pérdida neta de biodiversidad o ganancia neta de biodiversidad se refiere a la compensación que es diseñada y ejecutada para alcanzar resultados de conservación in situ medibles, que de manera razonable pueda esperarse que darán lugar a la no pérdida neta (BBOP, 2012).

Esta metodología para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad es un primer paso en el desarrollo de una estrategia de compensación por pérdida de biodiversidad cuya meta es la no pérdida neta de biodiversidad, que tiene un ciclo de gestión que inicia con el diseño de la metodología, y sus reglamentaciones e implementación, que será objeto de seguimiento y monitoreo para su retroalimentación.

Dentro de los planes de manejo ambiental que serán formulados para el medio biótico, se considera el plan de manejo ambiental para compensación por pérdida de biodiversidad, el cual se fundamenta en la Resolución 1517 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Dependiendo de las acciones que se desarrollen en el proyecto, existen medidas generales de compensación por pérdida de biodiversidad y la metodología empleada para la elaboración de este programa, se describe a continuación:

- ✓ Se considera emplear la herramienta TREMARCTOS-COLOMBIA que es un sistema de alertas tempranas que evalúa preliminarmente los impactos sobre la biodiversidad que producen las obras de infraestructura "screening" y provee recomendaciones sobre las eventuales compensaciones que un determinado proyecto deberá asumir (<http://www.tremarctoscolombia.org>).
- ✓ Con la definición del área de influencia del proyecto, las actividades puntuales particulares, y su respectivo cruce con el mapa de ecosistemas, se identifican los ecosistemas naturales que serán intervenidos y el área afectada para cada uno de ellos. Con base en estos resultados se diseñan las medidas de compensación establecidas en el Manual de Compensación (Resolución 1517 de 2012 Ídem). Este Manual establece el cuánto compensar, dónde compensar, y cómo compensar.

#### A. Cálculo del área a compensar (cuánto)

Para el cálculo del área a compensar, se aplican los factores de compensación por pérdida de biodiversidad definidos para los ecosistemas naturales terrestres que se presentan en el Anexo 1 del Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012). El empleo de los factores o multiplicadores de compensación se justifica en la existencia de incertidumbres por pérdida y recuperación, de los ecosistemas prioritarios 3, lo cual incidiría en la factibilidad de alcanzar la meta de conservación adoptada por el país en la Ley 165 de 1994, por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica". El factor total de compensación está relacionado con la significancia nacional de los ecosistemas afectados o impactados, conforme a la información oficial del país.

Para su cálculo se definieron cuatro factores individuales de compensación:

- ii. *Representatividad del ecosistema en el sistema nacional de áreas protegidas;*
- iii. *Rareza;*
- iv. *Su remanencia y*
- v. *Su tasa de transformación anual.*

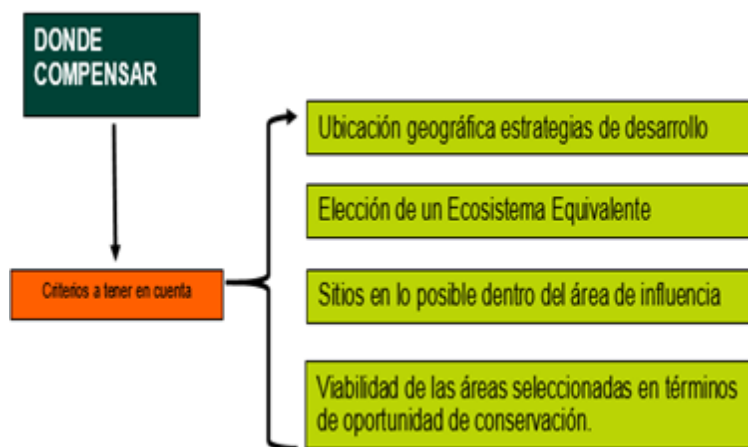
Los valores del factor total de compensación oscilan entre 2 a 10, 2 a 5 para vegetación secundaria y 4 a 10 para ecosistemas naturales. El rango de estos factores, de entre 2 y 10, se determinó a partir de las siguientes consideraciones: a) El rango histórico aplicado por la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales (hoy Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA) 45. b) El rango de factores que ha sido utilizado en países como Australia, Estados Unidos, México, entre otros: 6, 7, 8.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

La relación existente entre la tasa de deforestación anual del país frente a la actual tasa de reforestación, 9. En este sentido las acciones de compensación tendrán como objetivo contrarrestar esta relación a través de la conservación y restauración de ecosistemas equivalentes. La sumatoria de estos cuatro factores de compensación da como resultado el factor total de compensación para cada uno de los ecosistemas naturales terrestres de acuerdo con la leyenda del Mapa de Ecosistemas de Colombia. Los factores de compensación son aplicados sobre la línea base del EIA y conforme al listado nacional de factores de compensación. Para el diseño de los factores de compensación se realizó un análisis geográfico, cuya unidad de análisis espacial fueron los distritos biogeográficos (arreglos o patrones espaciales de distribución de especies) definidos por Corzo, G. y G. Andrade, 2010 y los biomas y ecosistemas definidos por IDEAM, 2007.


**B. Selección de las áreas para realizar la compensación (dónde)**

Las compensaciones se orientan a la conservación de áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas, en lugares que ofrecen una oportunidad de conservación efectiva, como las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP o áreas priorizadas por la autoridad ambiental regional correspondiente. Además, se localizan dentro del área de influencia del proyecto o en su defecto dentro de las subzonas hidrográficas donde se encuentre el proyecto o subzonas circundantes. Para lograr establecer y definir las áreas específicas de compensación, se toma como guía el manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Para su definición, se consideran los criterios generales establecidos en la Figura 2.18:



**Figura 2.18. Criterios generales para la selección del sitio a compensar.**

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA - PLYMA., 2016.

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Para la determinación del área ecológicamente equivalente, se aplican los criterios definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012), utilizando la herramienta M.A.f.E 2.0 (Mapping Alternatives for Equivalents), la cual permite identificar los fragmentos del mismo tipo de ecosistema que posiblemente es afectado por las actividades del proyecto y que se caracteriza por presentar tamaño, contexto paisajístico, riqueza de especies y nivel de amenaza igual o mejor, con el fin de establecerse como áreas prioritarias para el establecimiento de las diferentes medidas de compensación. La herramienta permite incorporar en la búsqueda del área equivalente el factor de compensación para el ecosistema impactado.

### C. Cómo compensar



Las medidas particulares de cómo compensar, se concertan con la entidad ambiental correspondiente, y se enmarcan como medidas de conservación, compensación o restauración ecológica y manejo de paisaje.

El MADS (2012), establece que las medidas de compensación deberán garantizar la conservación efectiva o restauración ecológica de un área ecológicamente equivalente, refiriéndose a áreas de ecosistemas naturales y/o vegetación secundaria que mantengan especies y comunidades similares a los presentes en el ecosistema impactado; es decir, que tengan una viabilidad ecológica similar por área, condición y contexto paisajístico.

Las áreas de intervención de ecosistemas naturales y de vegetación secundaria que no se puedan prevenir, mitigar o corregir por las actividades del proyecto, deberán ser compensadas con el fin de evitar pérdidas netas en la biodiversidad. De acuerdo con lo anterior, se propone apoyar las actividades descritas en las líneas de acción **(1, 2 y 5)**, para contribuir con la conservación de la biodiversidad y asegurar la oferta del recurso hídrico buscando un desarrollo sostenible. El implementar las acciones anteriormente descritas sumara esfuerzos para disminuir la degradación de los ecosistemas y aumentar el desarrollo de la región como se establece en la **Línea estratégica No 3 “Gestión del Riesgo y Cambio Climático”**.

Para seleccionar las áreas en donde realizar la compensación por pérdida de biodiversidad, es necesario establecer acuerdos con los propietarios para destinar terrenos con fines de conservación y concertaciones con la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC. Así mismo, la selección de áreas puede hacerse de acuerdo con los criterios establecidos en la zonificación ambiental, dando prioridad a las áreas de sensibilidad biótica alta como bosques y vegetación secundaria, además de las áreas de conectividad entre ecosistemas naturales como las márgenes de cuerpos de agua.

- ✓ Definición del valor a pagar: el valor a pagar por servicios ambientales, mediante un incentivo económico se propone determinarlo mediante el costo de oportunidad. El costo de oportunidad se define como el costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Es aquel valor o utilidad que se sacrifica por elegir una alternativa de preservación de los recursos naturales renovables y despreciar una alternativa o actividad productiva. Tomar un camino significa que se renuncia al beneficio que ofrece el camino descartado.


### 2.3.9 Geodatabase

Se elaboró el modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica y alfanumérica (Geodatabase) de los diferentes tipos de datos colectados y/o generados por medio de la evaluación de impacto ambiental del proyecto, tomando los términos a los que se hace referencia en la Resolución 1415 del 17 de agosto de 2012 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y considerando los lineamientos establecidos por EPM.



#### 2.3.9.1 Modelo de datos

De acuerdo a lo establecido por los modelos adoptados por el MADS para la base de datos geográfica corporativa, los datos espaciales se presentaron siguiendo la estructura que se presenta a continuación:



Medio	Feature Class	Descripción
Abiótico	Unidad geológica	Comprende la delimitación y clasificación de una formación geológica superficial.
	Contacto geológico	Corresponde los límites de las unidades geológicas.
	Falla y lineamiento geológico	Equivale a estructura de fallas y lineamientos geológicos en la superficie terrestre.
	Pliegue geológico	Corresponde a estructuras lineales de pliegues geológicos
	Dato estructural geológico	Comprende datos estructurales geológicos puntuales.
	Aprovechamiento de materiales de construcción	Corresponde a los sitios (puntos) de donde se extraen materiales de construcción cuando se requieren obras civiles.
	Unidad geomorfológica	Conjunto de polígonos o áreas que identifican la morfología de la superficie terrestre con características similares, según propuesta metodológica IGAC
	Proceso morfodinámico (elementos areales, lineales o puntuales)	Elementos areales, lineales o puntuales (representativos a la escala), que identifican la morfología o dinámica de la superficie terrestre.
	Proceso morfodinámico (elementos puntuales)	Datos puntuales que pueden identificar la morfología o dinámica de la superficie terrestre.
	Pendiente	Inclinación del terreno.
Suelos	Corresponde al mapa de asociaciones-consociaciones de suelos y clases agrológicas	
Punto de muestreo de suelos	Equivale a los sitios o puntos de muestreo de suelos, donde se realizan apiques o calicatas.	

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
	Uso actual del suelo	Corresponde al mapa que muestra el uso que se le está dando actualmente al suelo
	Uso potencial del suelo	Se entienden todas las actividades de carácter agrícola, pecuario, forestal y de conservación que se pueden implementar sobre un suelo, de acuerdo a su vocación de uso o potencial.
	Conflictos de uso del suelo	Conflictos de Uso del Suelo, producto del análisis comparativo entre el uso actual y el uso potencial del suelo.
	Cuenca hidrográfica	Corresponde a la distribución espacial de las corrientes y cuerpos de agua conocidas comúnmente como cuenca hidrográfica.
	Ocupación de cauce	Comprende los puntos de ocupación de cauce.
	Captación de agua (puntos)	Comprende los puntos de captación de aguas.
	Captación de agua (líneas)	Comprende los tramos o segmentos del río o corriente de agua donde se realiza la captación.
	Vertimientos (puntos, líneas o áreas)	Comprende los puntos, tramos o áreas de vertimientos sobre un cuerpo receptor.
	Punto de muestreo	Comprende los puntos de monitoreo de calidad de aguas a partir de la correlación de los datos físico-químicos e hidrobiológicos.
	Unidad hidrogeológica	Relacionado con la caracterización de las aguas subterráneas, su circulación y su condicionamiento geológico.
	Zonas de Recarga:	Corresponde al mapa de zonas de recarga y descargas
	Punto hidrogeológico	Comprende los tipos de punto de aguas como Pozo, Aljibe, Manantial, Piezómetro, entre otros.
	Modelo hidrogeológico (lineal o puntual)	Relacionado con la caracterización de elementos tipo línea o punto del Modelo Hidrogeológico Conceptual y Numérico de los Acuíferos.
	Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación	Relacionado con la valoración de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación.
	Zonificación geotécnica	Corresponde al mapa de zonificación geotécnica, el cual incluye unidades o polígonos similares en comportamiento, estabilidad y propiedad de suelos y rocas.
	Muestreo parámetros de resistencia	Comprende los datos de muestreo puntuales de suelos y rocas.
	Fuentes fijas de emisión	Fuentes Fijas que generan emisiones a la atmósfera. Incluye equipos de combustión y emisiones generadas por actividades de proceso. Para el caso de emisiones generadas por equipos de combustión, se deberá realizar corrección por oxígeno de referencia previa a la corrección a condiciones de referencia.
	Fuentes dispersas de emisión (áreas o puntos)	Fuentes Dispersas (áreas o puntos) que generan emisiones contaminantes a la atmósfera, incluyendo los contaminantes y resultados medidos en cada fuente. El cumplimiento de


	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
		estas fuentes se evalúa con base en Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire.
	Fuentes lineales de emisión	Fuentes lineales de emisión de contaminantes al aire, incluye vías que puedan generar emisiones a la atmosfera. El cumplimiento de estas fuentes se evalúa con base en Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire.
	Punto de monitoreo de ruido ambiental	Medición de ruido ambiental diurno y nocturno, incluyendo los resultados obtenidos en cada punto
	Curva isófona diurno	Corresponde a las isófonas o curvas de la presión sonora en el área de influencia del proyecto, monitoreo diurno.
	Curva isófona nocturna	Corresponde a las isófonas o curvas de la presión sonora en el área de influencia del proyecto, monitoreo nocturno.
	Calidad del aire	Ubicación de las estaciones que hacen parte del sistema de vigilancia de la calidad del aire, incluyendo los contaminantes monitoreados y los resultados obtenidos en cada una (corrección a condiciones locales)
	Fuentes fijas de emisión de olores ofensivos	Incluye todas las fuentes fijas generadoras de olores ofensivos.
	Fuentes dispersas de emisión de olores ofensivos	Incluye todas las fuentes dispersas generadoras de olores ofensivos.
	Estación climatológica pluviometría	Corresponde a la distribución espacial de estaciones pluviométricas con los datos asociados de precipitación media mensual y multianual en mm.
	Estación climatológica temperatura	Corresponde a la distribución espacial de estaciones climatológicas con los datos asociados de TEMPERAT media mensual y anual en grados centígrados.
	Estación climatológica presión atmosférica	Ubicación de la estación meteorológica en la que se monitorea la presión atmosférica, incluyendo promedios mensuales y anuales.
	Isoyeta	Corresponde a las isófonas de precipitación o isoyetas en mm.
	Isoterma	Corresponde a las isófonas de temperatura o isotermas en °C.
	Estación climatológica humedad relativa	Ubicación de la estación meteorológica donde se mide la humedad relativa, incluyendo los datos de los promedios mensuales y anuales.
	Estación climatológica anemómetro	Ubicación de la estación meteorológica donde se mide el viento.
	Estación climatológica radiación solar	Ubicación de la estación meteorológica en la que se monitorea la radiación solar, incluyendo promedios mensuales y anuales.
	Estación climatológica nubosidad	Ubicación de la estación meteorológica en la que se monitorea la nubosidad, incluyendo promedios mensuales y anuales.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
	Estación climatológica evaporación	Ubicación de la estación meteorológica en la que se monitorea la evaporación, incluyendo promedios mensuales y anuales.
	Zonificación climática	Corresponde al mapa de zonificación climática producto de la combinación de precipitación, pisos altitudinales y temperatura.
Biótico	Ecosistema continental y costero	Corresponde al mapa de ecosistemas, producto del análisis e integración de las provincias de humedad, geomorfología y cobertura de la tierra.
	Cobertura de la tierra	Corresponde al mapa de cobertura de la tierra, de acuerdo con la clasificación metodológica Corine Land Cover.
	Punto de muestreo vegetación	Punto de muestreo o monitoreo que permite clasificar y determinar el tipo de vegetación continental.
	Punto de muestreo de fauna	Punto de muestreo o monitoreo que permite clasificar y determinar el tipo de fauna continental.
	Áreas solicitadas para aprovechamiento de ecosistemas	Corresponde a las áreas solicitadas para aprovechamiento de ecosistemas.
	Índice de fragmentación	Se define por el número de uniones funcionales entre todos los parches del mismo tipo de cobertura o ecosistema continental.
	Sitios de importancia del recurso continental	Lugares destinados al refugio, alimento, corredores de migración, sitios de concentración estacional, cría, reproducción.
Socioeconómico	Área de influencia socioeconómica	Determina el área de influencia directa e indirecta del proyecto, de acuerdo con los impactos sociales identificados en cada una de las etapas del proyecto.
	Veredas	Corresponde a la división político administrativa de veredas.
	Municipios	Corresponde a la división político administrativa de municipios.
	Asentamiento	Forma de distribución geográfica de la población.
	Reservas de la sociedad civil	Zonas de reserva natural de carácter privado.
	Áreas de expansión urbana	Corresponde a los polígonos de expansión urbana actual y potencial.
	Infraestructura lineal y puntual	Identifica la infraestructura física existente y proyectada de las áreas de influencia del proyecto.
	Rutas de movilización	Comprende las rutas, vías y medios utilizados necesarios para la movilidad y actividad económica de la región.
	Proyección de desarrollo	Identifica proyectos en desarrollo y proyectados consignados en los Planes de Desarrollo nacional y departamental, Esquemas de Ordenamiento Territorial, incluyendo POMCAS de los municipios, que modifica posibles usos del suelo o zonificaciones ambientales.
Estructura de la propiedad	Describe la distribución espacial del tamaño de los predios.	



	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
	Formas de la tenencia	Describe la forma como se establece la posesión de la propiedad en el área.
	Sitios de interés cultural	Definido como zona, sitio religioso, sagrado y/o de importancia cultural.
	Densidad de población rural y urbana	Corresponde al mapa de densidad rural de la población a nivel veredal y urbana
	Zona arqueológica	Corresponde a las zonas arqueológicas reconocidas a nivel nacional, regional y local.
	Potencial arqueológico	Corresponde al mapa de zonas de potencial arqueológico
	Sitios arqueológicos	Identifica los hallazgos arqueológicos encontrados y/o reportados.
Paisaje	Atractivo escénico - sitio de interés paisajístico tipo punto, línea o área	Corresponde a la importancia de un paisaje con base en la percepción humana de la belleza intrínseca de la forma de la tierra, las características hidrológicas, los patrones de vegetación y el uso cultural de la tierra y la respuesta positiva que estos atributos evocan en la gente. Se analiza para cada una de las unidades de paisaje identificadas desde el punto de vista fisiográfico o geomorfológico.
	Escalas visuales	Corresponden a planos visuales desde una vía, sendero, mirador o cualquier infraestructura que permita disfrutar del paisaje.
	Nivel de interés	Se refiere al grado de importancia que tanto visitantes como actores locales asignan a un paisaje que está siendo observado desde una vía, sendero, miradores o cualquier otra infraestructura que permita disfrutar del paisaje.
	Integridad escénica	Indica que tan intacto visualmente se encuentra un paisaje, y, es un indicador de su condición escénica (calidad paisajística) que sirve como una medida de línea base a partir de la cual los posibles cambios pueden ser medidos en términos relativos. Se mide a partir de criterios como número de elementos discordantes, tamaño de la discordancia, correspondencia cromática en cada unidad de paisaje y grado de alteración de la forma del paisaje.
	Elementos discordantes	Se refiere al número de elementos discordantes presentes en cada unidad de paisaje. Entre mayor sea el número de elementos discordantes, mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad en evaluación
	Tamaño de la discordancia	Califica la incidencia de la(s) discordancia (s) sobre la unidad de paisaje con respecto a su tamaño. Entre mayor sea el tamaño de la(s) discordancia(s) mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad en evaluación
	Correspondencia cromática	El criterio califica la incidencia de la(s) discordancia (s) sobre la unidad de paisaje con respecto a su color. Entre mayor correspondencia cromática del elemento discordante con el

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
		carácter del paisaje menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica. En contraste, a menor correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje mayor afectación de la integridad escénica
	Forma del paisaje	Califica la incidencia de la(s) discordancia (s) sobre la unidad de paisaje con respecto a su forma de la siguiente manera: Entre mayor sea la alteración de la forma del paisaje consecuencia de la(s) discordancia(s) mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad en evaluación y viceversa, entre menor sea la alteración de la forma del paisaje consecuencia de la(s) discordancia(s) menor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la misma
	Índice final de belleza del paisaje	Representa la belleza de los paisajes.
Zonificación Ambiental	Zonificación ambiental:	Proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a factores físicos, biológicos, socioeconómicos, étnicos y culturales.
	Zonificación manejo de la actividad	La zonificación manejo de la actividad busca evaluar la vulnerabilidad de la unidades ambientales obtenidas previamente de la zonificación ambiental con respecto al impacto ante la construcción de un proyecto.
Riesgo y Amenaza	Amenaza	Identificación de posibles amenazas o siniestros naturales y sociales, como por ejemplo inundación, remoción en masa, sísmica, incendio, volcánica, derrames, entre otros. Un polígono puede incluir varios tipos de amenaza.
	Vulnerabilidad	Identifica que tan vulnerable es un área frente a la posibilidad que en ella ocurran daños a causa de presencia de amenazas (ejemplo: inundación, remoción en masa, sísmica, incendio, volcánica, derrames, entre otros) en el área de influencia. Un polígono puede incluir varios tipos de vulnerabilidad.
	Riesgo	Es la probabilidad que se produzca un daño o catástrofe social o natural, teniendo en cuenta el análisis de los mapas de amenazas y vulnerabilidad. Un polígono puede incluir varios tipos o grados de riesgo.
Proyecto	Área de proyecto	Comprende la definición de áreas (Bloques, Campos, Áreas de Interés, entre otros) de acuerdo a los objetivos del proyecto y a la solicitud de la licencia.
	Área de influencia del proyecto	Comprende la definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto (AID y AII respectivamente), del componente físico-biótico.
	Punto proyecto	Comprende la definición de puntos (pozos, estaciones de almacenamiento, subestaciones, entre otros) de acuerdo a los objetivos del proyecto y a la solicitud de la licencia.


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Medio	Feature Class	Descripción
	Línea proyecto	Comprende la definición de líneas (ductos, trazado eléctrico, vías entre otros) de acuerdo a los objetivos del proyecto y a la solicitud de la licencia.
	Infraestructura del proyecto (puntual, lineal, o de área)	Comprende la infraestructura específica del proyecto.
	Disposición de residuos sólidos	Comprende la ubicación en donde serán dispuestos los Residuos Sólidos de acuerdo a los objetivos del proyecto y a la solicitud de la licencia.
	ZODMES	Comprende la ubicación de las Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavaciones de acuerdo a los objetivos del proyecto y a la solicitud de la licencia.
	Alternativas de proyecto (puntos, líneas o áreas)	Corresponde a los puntos, líneas o áreas con las alternativas de corredores de proyectos lineales (líneas de interconexión eléctrica, ductos y vías) o proyectos puntuales.
	Suelo de protección	Corresponde a las Áreas de conservación y protección ambiental, en los términos del artículo 35 de la Ley 388 de 1997 y decreto 3600 de 2007.
Compensación	Compensaciones	Corresponde a las áreas o polígonos las cuales estarán sujetas a compensación forestal, compra de predios, restauraciones y/o rehabilitaciones.
Inversión del 1 %	Inversión del 1% (áreas o puntos)	Corresponde a la inversión de no menos del 1% que se refleja geográficamente como compensaciones en áreas o puntos.

Fuente: Resolución 1415 del 17 de agosto de 2012

Además de los Feature Class mencionados anteriormente se entregó:

- ✓ Cartografía básica: Incluye todos aquellos Feature Class que son necesarios para contextualizar la información temática que se presente, como, por ejemplo: red de drenajes, vías de acceso, puntos de interés, municipios, departamentos, etc.
- ✓ Información Tablas: Se presentó la información que complementa al vector mediante tablas, las cuales permiten describir con mayor detalle aspectos relevantes en la caracterización de las capas.
- ✓ Información Raster: Corresponde a la información de las imágenes satelitales, ortofotos, modelos digitales de terreno, modelos batimétricos, etc.
- ✓ Información de Metadatos: Los metadatos son aquellos datos que describen otros datos. Para el caso de la geodatabase, los metadatos son los datos o información detallada de una capa geográfica o de un elemento de datos raster. Para la presentación de metadatos se aplicó la norma estándar NTC 4611 y se presentaron en formato Excel de acuerdo a la Plantilla de Metadato Institucional o en formato XML provisto por la ANLA. El metadato fue diligenciado por cada nivel de información o capa geográfica

	<p align="center"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b>  <b>Santander De Quilichao</b>  <b>Unidad Funcional 4</b>  <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b></p>	<p align="center">Consortio  </p>
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

(features class o shapefile), por cada elemento de datos raster y tan solo un metadato general para la cartografía base (que incluye varios niveles de información vectorial).

- ✓ Mapas MXD: Mapas temáticos en formato MXD.
- ✓ Mapas PDF: Mapas temáticos en formato PDF.

Es válido aclarar, que para poder elaborar la base de datos georreferenciada, se requirió como insumo toda la información espacializada de las temáticas incluidas en el estudio.

### 2.3.9.2 Captura de la información

La información geométrica (Punto, Línea, Polígono) que se derivó de los objetos del estudio que se requirieron espacializar y toda la cartografía básica, temática y topográfica cumplió con los siguientes requisitos:



- ✓ La información presentada en el modelo de datos geográfico tuvo un marco de referencia MAGNA-SIRGAS COLOMBIA OESTE asociado al elipsoide GRS80 (Global Reference System 1980).
- ✓ Los datos contaron con un sistema de coordenadas geográficas; es decir latitud, longitud y altura. Esta última variable se presentó, bien sea referida al elipsoide GRS80 (altura elipsoidal) o medida a partir de la red de nivelación nacional (altura nivelada).
- ✓ Los datos fueron ingresados a la base de datos utilizando el Datum Magna-Sirgas, por lo cual, aquellos que utilicen Datum Bogotá fueron transformados.

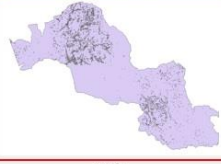
Se tuvo en cuenta que la información colectada en campo siguió los parámetros establecidos en los tres numerales anteriores. Si por algún motivo, la información colectada en campo utilizó parámetros distintos a estos, se realizó la transformación antes de ingresar la información a la base de datos.

### 2.3.9.3 Metadatos

Por definición básica, los metadatos son datos que describen otros datos; son los datos o información detallada que describe una capa geográfica o de un conjunto de datos.

Éste se encuentra acorde a la norma NTC 4611, pero es un perfil desarrollado acorde a las necesidades de la entidad. Se presentó un metadato por cada capa de información temática presentada y uno solo para toda la cartografía base, según la plantilla institucional de metadatos para aplicación al modelo de datos de la geodatabase, según Resoluciones 1415 de 2012 y 0188 de 2013 referida en la Figura 2.19.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

ANLA		AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES -ANLA-				Versión 3.0
PLANTILLA INSTITUCIONAL DE METADATOS PARA APLICACIÓN AL MODELO DE DATOS DE LA GEODATABASE						
Resolución 1415 de 2012 y Resolución 0188 de 2013						
NUMERACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBLIGACIÓN / CONDICIÓN	OCURRENCIA	DOMINIO	
1.1	Identificación del Dato	Pendiente	Obligatorio	N		
1.1.1	Citación	Pendiente	Obligatorio	1		
1.1.1.1	Título	Pendiente	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.1.2	Fecha	09/2014	Obligatorio	N	Fecha	Sección 12
1.1.2	Resumen	Corresponde a las pendientes del terreno en el área de influencia directa del proyecto	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.3	Punto de contacto	Concesio villa Luján Abuna - Oriente	Condicional	N		Sección 11 contacto
			Condicional	N		
1.1.8	Muestra gráfica					
1.1.4	Tipo de representación espacial	Vectorial	Condicional	N	0.5	
1.1.5	Nivel de detalle	50000	Condicional	N		
1.1.5.1	Escala	50000	Condicional / 1.1.5.1 x or 1.1.5.2	1		
1.1.5.1.1	Denominador	50000	Obligatorio	1	Entero >0	
1.1.5.1.2	Resolución	No aplica	Condicional / 1.1.5.2 x or 1.1.5.1	1		
1.1.5	Avance	Completado	Obligatorio	N	0.1	
1.1.6	Idioma	Español	Obligatorio	N		
1.1.7	Conjunto de caracteres	utf	Condicional	N	0.5	
1.1.7.1	Información de Mantenimiento	Segun necesidad	Obligatorio	N		
1.1.7.1	Mantenimiento y ocurrencia de actualización	Segun necesidad	Obligatorio	1	0.2	
1.1.7.2	Nota de mantenimiento	Opcional	Opcional	N	Texto libre	
1.1.8	Categoría temática	Pendiente	Obligatorio	N	0.10	
1.1.9	Cubrimiento	Condicional	Condicional	N		
1.1.9.1	Descripción	Corresponde a las pendientes del terreno en el área de influencia directa del proyecto	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.9.1	Cubrimiento Geográfico	Condicional	Condicional	N		
1.1.9.1.1	Coordenadas geográficas límites	Condicional / 1.1.9.1.1 x or 1.1.9.1.2	Condicional / 1.1.9.1.1 x or 1.1.9.1.2	N		
1.1.9.1.1.1	Oeste	324563	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.2	Este	849992	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.3	Sur	1173588	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.4	Norte	1183510	Obligatorio	1		
1.1.9.1.2	Descripción Geográfica	Condicional / 1.1.9.2 x or 1.1.9.2	Condicional / 1.1.9.2 x or 1.1.9.2	N		

**Figura 2.19 Plantilla institucional de metadatos para aplicación al modelo de datos de la geodatabase, según Resoluciones 1415 de 2012 y 0188 de 2013**


Fuente: ANLA, Resoluciones 1415 de 2012 y 0188 de 2013

### 2.3.9.4 Simbología

Se elaboró simbología o layers para la cartografía temática conforme a las necesidades del profesional que maneja cada uno de los medios objeto de estudio (abiótico, biótico y socioeconómico) y las normas que establezcan a nivel nacional algunos de los mapas temáticos trabajados.

### 2.3.10 Equipo de trabajo



La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, implica la conformación de un grupo de profesionales de disciplinas tales como ingenieros civiles, forestales, ambientales, sanitarios, geólogos, biólogos, sociólogos, antropólogos, politólogos, economista, entre otros, para la revisión y análisis de la información secundaria y levantamiento en campo de la información primaria, mediante la toma de muestras, registro fotográfico, colectas de material vegetal, entrevistas y encuestas a las comunidades del área de influencia del

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	Consorcio 
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Proyecto, análisis y elaboración de los capítulos que integran el EIA. En la Tabla 2.47 se presenta el equipo de trabajo principal.

**Tabla 2.47 Equipo de trabajo principal**

Nombre	Profesión	Responsabilidades dentro del estudio
Libardo Sandoval Pacheco	Ingeniero geólogo	Gerente del proyecto-Representante legal suplente
Marybell Escobar Tamayo	Ingeniera ambiental	Coordinadora ambiental Nuevo Cauca
Nelly María Becerra	Trabajadora social	Coordinadora social Nuevo Cauca
Freddy Echavarría	Ingeniera civil	Coordinador predios Nuevo cauca
Jorge Fandiño S.A.A	Grupo de ingenieros diseñadores	Diseño del proyecto en Fase III
Rafael Herrera Farfán	Ingeniero civil Esp. Manejo Integrado del Medio Ambiente	Director del estudio
Jorge Mario Castillo A.	Ingeniero ambiental Esp. Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible	Coordinador del estudio
José Herminso Martínez Valencia	Ingeniero ambiental. Esp en evaluación de impactos.	Coordinador medio abiótico
Francisco Alberto Rubiano	Ingeniero Forestal	Coordinador del medio biótico flora
Eliana María Muñoz Escobar	Biólogo MSc en Biología	Coordinador del medio biótico fauna
Gretta Natalie Acosta Sicachá	Antropóloga	Coordinador del medio socioeconómico
Katherine Cardona Sepúlveda	Ingeniera Sanitaria	Apoyo técnico planes de manejo ambiental
July Bibiana Salazar	Ingeniera ambiental	Evaluación de impactos
Sebastián López Gómez	Ingeniero Sanitario	Permisos ambientales
Andrés Felipe Jiménez	Ingeniero agropecuario	Apoyo en campo.
José Alejandro Sepúlveda	Ingeniero Sanitario	Componente abiótico: usos y usuarios del agua.
Jorge Delgado	Geólogo especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG	Medio abiótico. Compilador de la geología, geomorfología, geotecnia, e hidrogeología.
Sebastián Balbín Betancur	Ingeniero Civil MSc en recursos hidráulicos	Medio abiótico. Elaboración del componente de clima.
Liz Lozano Ortiz	Biólogo MSc en evaluación de impactos	Programa de compensación por pérdida de biodiversidad y Sustracción de Reserva.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Proyecto Segunda Calzada Popayán -</b> <b>Santander De Quilichao</b> <b>Unidad Funcional 4</b> <b>Mondomo – Santander de Quilichao</b>	
<b>INFORME FINAL</b>		
Código: EIA UF4	Versión 1	Elaboró: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA
Revisó: Grupo Técnico Principal	Aprobó: Consorcio Nuevo Cauca	Fecha: Abril 2017

Julián Alberto Galán	Biólogo Ambiental esp. En Evaluación de Impactos	Conectividad ecológica y sustracción de reserva.
Ana Carolina Castañeda Camacho	Ingeniera Forestal Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales - UMNG	Elaboración de la caracterización de flora y análisis de la demanda de aprovechamiento forestal.
Carolina Benavides Rodríguez	Ingeniera Forestal Esp. Gerencia del Medio Ambiente y Prevención de Desastres	Elaboración de la caracterización de flora y análisis de la demanda de aprovechamiento forestal.
Romelia Carmona Franco	Ingeniera Forestal	Taxónoma
Juan Carlos Benavides Duque	PhD Biólogo	Medio biótico. Identificación y caracterización de epífitas.
Luis Manuel Solano Redondo	Biólogo	Caracterización herpetológica.
Juan Pablo Quintero	Biólogo	Caracterización ornitológica
Cristián Felipe Guzmán Hernández	Biólogo	Caracterización mastozoológica
Ángela Rave	Ingeniera ambiental	Medio espacial SIG
Milena Eveyde Mejía Giraldo	Economista MSc en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Evaluación económica ambiental
Natalia López Loaiza	Politóloga- Abogada	Componente socio-político.
Sandra López Loaiza	Comunicadora- Politóloga	Apoyo caracterización socio-cultural.
Johana Cecilia Borja Álvarez	Socióloga	Levantamiento de información de campo.
Juan Carlos Forero Ocampo	Antropólogo	Prospección arqueológica.
GSA S.A.S	Laboratorio	Muestras de calidad de aire y ruido. Elaboración de informe de resultados y modelación.
BIOTA CONSULTORÍA	Laboratorio	Muestras de calidad físico-química y bacteriológica del agua.

Fuente: Consorcio CCA CONSULTORÍA-PLYMA, 2016