Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA –

AUTO N° **00587**

(19 de febrero de 2018)

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

EL SUBDIRECTOR DE EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA

En ejercicio de las funciones establecidas en la Ley 99 de 1993, en concordancia con lo dispuesto en el Decreto 2820 de 2010, los Decretos Ley 3573, el Decreto 1076 de 2015, y las Resoluciones 1368 de 2016 y 966 del 15 de agosto de 2017, y

CONSIDERANDO

Que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante comunicación 2014071037-1-000 del 19 de diciembre de 2014, presentó el Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, para el Proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia", localizado en el departamento del Valle del Cauca.

Que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante comunicación 2015038273-1-000 del 21 de julio de 2015, adjuntó el comprobante de pago por concepto de la prestación del servicio de evaluación del Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, para el citado proyecto.

Que esta Autoridad a través del Auto 3459 del 21 de agosto 2015, dio inicio al trámite administrativo de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, para el proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia", localizado en el departamento del Valle del Cauca, presentado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

Que esta Autoridad mediante Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, solicitó al Instituto Nacional de Vías – INVIAS, presentar Información Adicional necesaria para continuar con el proceso de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA., para el proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia" para lo cual le concedió el término de un (1) mes.

Que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, interpuso Recurso de Reposición en contra del Artículo Tercero del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015.

Que esta Autoridad mediante Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, resolvió el Recurso de Reposición interpuesto en contra del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2016, en el sentido de no reponer y en consecuencia confirmar en su integralidad el Artículo Tercero de dicho Auto.

Que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante radicado 2016022386-1-000 del 05 de mayo de 2016, solicitó a esta Autoridad prórroga del plazo por un término igual al inicialmente otorgado para la entrega de información adicional requerida para la evaluación de DDA para el proyecto "Conexión Buenaventura — Orinoquia — Palmira — Las Cruces — Colombia", mediante Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015.

Que esta Autoridad mediante Auto 1955 del 20 de mayo de 2016, concedió un plazo adicional de un (1) mes contado a partir del vencimiento del término inicialmente otorgado para que cumpla con la obligación de

presentar la información adicional requerida por esta Autoridad en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, en el marco de la evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto en comento.

Que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante comunicaciones 2016028329-1-000 del 7 de junio de 2016 y 2016053013-1-000 del 26 de agosto de 2016, presentó solicitud de revocatoria directa en contra de los Autos 5715 del 10 de diciembre de 2015, por el cual se requirió información adicional y del Auto 1012 del 23 de marzo de 2016 por el cual se resolvió el recurso de reposición contra el referido acto de información adicional.

Que esta Autoridad mediante Auto 4829 del 3 de octubre de 2016, resolvió revocatoria directa en contra del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y del Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, del proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia", en el sentido de no acceder a la solicitud de revocatoria y modificar el Artículo Primero del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y del Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, en el sentido de ampliar el plazo establecido para que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, allegue a esta Autoridad la información requerida en un término de diez (10) meses.

Que el Grupo Técnico de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento de esta Autoridad, realizó una visita al área del proyecto entre el 9 al 21 de noviembre de 2017, y adelantó una revisión documental al expediente NDA0808, y como resultado se emitió el Concepto Técnico 6754 de 21 de diciembre de 2017.

FUNDAMENTOS LEGALES

La Constitución Política de Colombia en el Capítulo Tercero del Título Segundo denominado "De *los derechos, las garantías y los deberes",* incluyó los derechos colectivos y del ambiente, con el fin de regular la preservación del ambiente y de sus recursos naturales, comprendiendo el deber que tienen el Estado y sus ciudadanos de realizar todas las acciones para protegerlo, e implementar aquellas que sean necesarias para mitigar el impacto que genera la actividad antrópica sobre el entorno natural.

El artículo 79 de la Constitución Política establece que *"todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano"* y así mismo, que *"es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines".*

Por mandato constitucional[1] *"El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados".*

Del Régimen de Transición

Es necesario precisar que el trámite de Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto *"Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia",* se solicitó mediante el radicado 2014071037-1-000 del 19 de diciembre de 2014, momento en el cual se encontraba en vigencia el Decreto 2820 de 2010, por lo tanto, le es aplicable el régimen de transición establecido en el numeral primero del artículo 2.2.2.3.11.1 del Decreto 1076 de 2015 el cual preceptúa:

> "***Régimen de transición.*** *El régimen de transición se aplicará a los proyectos, obras o actividades que se encuentren en los siguientes casos:*
>
> *1. Los proyectos, obras o actividades que iniciaron los trámites para la obtención de una licencia ambiental o el establecimiento de un plan de manejo ambiental o modificación de los mismos, continuarán su trámite de acuerdo con la norma vigente en el momento de su inicio. (…)*"

Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA

En relación con el Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, el Decreto 2820 de 2010, estableció lo siguiente:

> ***"Artículo 17. Objeto del Diagnóstico Ambiental de Alternativas.*** *El Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, tiene como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Las diferentes opciones deberán*

---

artículo 80 Constitución Política de Colombia

tener en cuenta el entorno geográfico, las características bióticas, abióticas y socioeconómicas, el análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad; así como las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas.

Lo anterior con el fin de aportar los elementos requeridos para seleccionar la alternativa o alternativas que permitan optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos, efectos e impactos negativos que puedan generarse."

De conformidad con el numeral 12 del artículo 18 del Decreto 2820 de 2010 los interesados en proyectos de construcción de carreteras, los túneles y demás infraestructura asociada de la red vial nacional, secundaria y terciarias, deberán solicitar pronunciamiento a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA).

"Artículo 18. Exigibilidad del Diagnóstico Ambiental de Alternativas. *Los interesados en los proyectos, obras o actividades que se describen a continuación deberán solicitar pronunciamiento a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA:*

(…)

12. La construcción de carreteras, los túneles y demás infraestructura asociada de la red vial nacional, secundaria y terciaria.

(…)"

Por otro lado, en el artículo 19 del Decreto 2820 de 2010, se establece el contenido básico del diagnóstico ambiental de alternativas, así:

"Artículo 19. Contenido básico del Diagnóstico Ambiental de Alternativas. *El Diagnóstico Ambiental de Alternativas deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto y contener al menos lo siguiente:*

1. Objetivo, alcance y descripción del proyecto, obra o actividad.

2. La descripción general de las alternativas de localización del proyecto, obra o actividad caracterizando ambientalmente el área de interés e identificando las áreas de manejo especial, así como también las características del entorno social y económico para cada alternativa presentada.

3. La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial o su equivalente. Lo anterior, sin perjuicio de lo dispuesto en el ***Decreto 2201 de 2003****, o la norma que lo modifique o sustituya.*

4. La identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos y efectos sobre el medio ambiente; así como el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas.

5. Identificación y de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad.

6. Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.

7. Selección y justificación de la mejor alternativa."

Así mismo en el Artículo 23 del Decreto 2820 de 2010, respecto al del trámite para la obtención de la licencia ambiental, dispone:

"PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL

Artículo 23. De la evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA. *En los casos contemplados en el artículo 18 del presente decreto, se surtirá el siguiente procedimiento:*

1. El interesado en obtener licencia ambiental deberá formular petición por escrito dirigida a la autoridad ambiental competente, en la cual solicitará que se determine si el proyecto, obra o actividad requiere o no de la elaboración y presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, adjuntando para el efecto, la descripción, el objetivo y alcance del proyecto y su localización mediante coordenadas y planos.

Dentro de los quince (15) días hábiles siguientes a la radicación de la solicitud, la autoridad ambiental se pronunciará, mediante oficio acerca de la necesidad de presentar o no DAA, adjuntando los términos de referencia para elaboración del DAA o del EIA según el caso.

2. En caso de requerir DAA, el interesado deberá radicar el estudio de qué trata el artículo 19 del presente decreto, junto con una copia del documento de identificación y el certificado de existencia y representación legal, en caso de ser persona jurídica. Recibida la anterior información, la autoridad ambiental competente dentro de los cinco (5) días siguientes a su presentación dictará un acto administrativo de inicio de trámite de evaluación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, DAA, auto que será publicado en los términos del artículo 70 de la Ley 99 de 1993.

(…)

*3. Ejecutoriado el auto de inicio de trámite, la autoridad ambiental competente en un plazo de treinta (30) días hábiles, evaluará el DAA y elegirá la alternativa sobre la cual deberá elaborarse el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental y fijará los términos de referencia respectivos, mediante acto administrativo que se publicará en los términos del artículo **71** de la **Ley 99 de 1993**.*

COMPETENCIA DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

Mediante Decreto-Ley 3573 del 27 de septiembre de 2011, el Gobierno Nacional, en uso de las facultades extraordinarias conferidas mediante la Ley 1444 de 2011, creó la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, como entidad encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País.

El citado Decreto-Ley 3573 del 27 de septiembre de 2011, en su artículo tercero, prevé como una de las funciones de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales la de otorgar o negar las licencias, permisos y trámites ambientales de conformidad con la ley y los reglamentos, realizar la evaluación, el seguimiento de los instrumentos de manejo y control, permisos y trámites ambientales.

De conformidad con lo establecido en el numeral 2 y en concordancia con el numeral 21 del Artículo 10 del Decreto 3573 del 27 de septiembre de 2011, mediante el cual se disponen las funciones del Despacho de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales le corresponde suscribir los actos administrativos necesarios para el normal funcionamiento de la Entidad relacionados con las funciones de la ANLA.

Conforme a la Resolución 1368 del 11 de noviembre de 2016, se nombró al doctor GUILLERMO ALBERTO ACEVEDO MANTILLA, como Subdirector Técnico Código 150 Grado 21 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

Mediante Resolución 966 del 15 de agosto de 2017 *"Por la cual se delegan y asignan unas funciones y se dictan otras disposiciones"* se asignó al Subdirector de Evaluación y Seguimiento la función de suscribir el Acto Administrativo por la cual se define una alternativa.

El Grupo Técnico de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento de esta Autoridad, realizó la evaluación de las alternativas propuestas para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto "*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia",* presentadas por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, así como la visita técnica realizada y la información adicional allegada, y como resultado se emitió el Técnico 6754 de 21 de diciembre de 2017, considerando lo siguiente:

DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS (DAA)

Respecto del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se tuvo en cuenta lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01, acogidos por la Resolución 1277 del 30 de junio de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial *"Por el cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales",* así como lo establecido en la Metodología para la presentación de estudios.

En tal sentido, en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se planteó lo siguiente:

- Analizar la caracterización del medio natural y condiciones socioeconómicas y culturales del área donde se localiza el Proyecto, como base comparativa de sensibilidad ambiental y de los efectos y riesgos ambientales, asociados a las obras y actividades a ejecutar en el desarrollo y operación del proyecto y las posibles medidas de manejo y mitigación para cada una de las alternativas.

- Evaluar el uso eficiente de los recursos naturales y espacio de la comunidad, minimizando los impactos ambientales sobre los recursos naturales, que ocasione el desarrollo del Proyecto en los alcances de las diferentes etapas, obras y actividades.

- Analizar las medidas para todos y cada uno de los impactos identificados en cada una de las alternativas, estableciendo las estrategias de manejo, haciendo énfasis en las diferencias significativas entre alternativas.

- La identificación de las comunidades que pueden ser afectadas por cada una de las alternativas del Proyecto.

- Un análisis costo - beneficio ambiental de las alternativas.

- La selección y justificación de la(s) alternativa(s) viables.

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Objetivo

El objetivo principal planteado por el Instituto Nacional de Vías - INVIAS en el documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, presentado a esta Autoridad es el de proyectar la mejor alternativa para la construcción de la transversal vial del proyecto "*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*", en el tramo entre los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila, mejorando la comunicación entre estos departamentos y el interior del país como con la Orinoquia y países vecinos como Venezuela, para así dar viabilidad a la comercialidad de los productos de las regiones por donde se proyecta la construcción de esta conexión vial.

Localización General

Los corredores de las Alternativas para el proyecto vial "*Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia*", inicia al sureste del departamento del Valle del Cauca (municipios de Pradera y Florida), incluye la zona sur del departamento de Tolima (municipios de Ríoblanco, Planadas, Ataco y Natagaima) y departamento del Huila (municipios de Neiva y Aipe), como se observa en la siguiente tabla y figura.

Tabla 4.1 Localización general del área de estudio para el proyecto

ALTERNATIVA	LONGITUD (Km)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
A	165	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco, Planadas y Natagaima
		Huila	Aipe
B	155.2	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco y Planadas
		Huila	Aipe
C	148,55	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco y Planadas
		Huila	Aipe
D	140,8	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco, Planadas y

ALTERNATIVA	LONGITUD (Km)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
			Natagaima
		Huila	Aipe

Fuente: Grupo de evaluación con base en el Estudio DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Descripción General del Proyecto

De acuerdo con lo indicado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS para el proyecto "*Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia*" en su concepción plantea una vía transversal que comunique el municipio de Puerto de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca con el municipio de la Uribe en el departamento del Meta, para ello el inicio de proyecto debe garantizar la conexión de la Red Vial Nacional, que llega al puerto de Buenaventura.

Con tal finalidad el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, definió como referencia para el inicio del intercambio en la vía Palmira – Florida, (Ruta 31) conocido como el Cruce de San Antonio de los Caballeros, el cual garantiza de forma óptima la continuidad vial al pacifico colombiano y la conexión vial mediante el Diagnostico Ambiental de Alternativas (A, B, C, D) que finaliza en la Ruta 45 en jurisdicción del municipio de Aipe del departamento del Huila.

La Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia, proyectada como una futura Transversal Nacional, tiene como finalidad el brindar una comunicación vial optima en sentido occidente – oriente por el territorio nacional, conectando los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila; al visualizarse como una Transversal Nacional, se busca que la conexión sea lo más directa posible y se evite el paso por poblaciones y pasos urbanos.

Para efectos de evaluación de las diferentes alternativas fue necesario colocar las cuatro alternativas en igualdad de condiciones, por lo cual se hizo necesario optimizar las alternativas estudiadas y llevar el inicio de todas las Alternativas al cruce de San Antonio de los Caballeros y llevar todos los diseños a cartografía 1:10.000 para su evaluación y optimización.

De acuerdo al análisis de todas las alternativas para el Instituto Nacional de Vías INVIAS, se escogen 4 alternativas (A, B, C, D) para la realización del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, las cuales se describen a continuación:

Alternativa A

La Alternativa A, tiene una longitud de 165 Km iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intersecta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros, la Alternativa A, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando en ascenso en vía superficie, por terreno montañoso y escarpado, desarrollando pendientes máximas del 7%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel carretero, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 18Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel carretero de 18km, condicionada a la topografía del terreno, plantea como solución el desarrollo de un túnel largo de 1.12 km y treinta y cuatro (34) puentes, los cuales suman una longitud de 3.84Km.

Para el cruce de la cordillera proyecta un túnel carretero de 18,008 metros ubicando el portal de entrada en la cota próxima a los 2660 msnm y el portal de salida en una cota próxima a los 2840 msnm generando una pendiente de 1.02%. Por las implicaciones que tiene un túnel carretero de esta longitud (18Km) se incluyen obras especiales tales como galerías de escape, nichos y equipos electromecánicos requeridos para la seguridad vial dentro del túnel, así como la necesidad de un doble tubo para ser utilizado en caso de emergencia.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretero continua en dirección oriente paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, las Delicias, El Quebradón y Cristales llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y corregimiento de Herrera el trazado proyecta un descenso por

zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 7%, en este sector es muy rica hídricamente por los afluentes que desembocan en el río Hereje, consecuente a esto el trazado presenta 31 puentes que suman una longitud de 4.3 Km.

Después del paso por el corregimiento de Herrera va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, este sector plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m respectivamente y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil realiza un descenso que comunica a la vía Planadas – Ataco donde toma dirección norte donde se plantea el mejoramiento de la vía, optimizando el trazado con parámetros geométricos para 80Km/h, desde el Santiago Pérez hasta el corregimiento de Señoritas, para tal fin el trazado contempla cuatro túneles cortos de 170m, 370m, 285m y 192m respectivamente, además de veinticinco (25) puentes que suman una longitud de 5.9Km.

Después del paso por Señoritas toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre las ciudades de Bogotá y Neiva, para el trazado entre Señoritas y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de cuatro (4) túneles largos de 2107m, 6521m, 5325m y 2744m respectivamente y dos (2) túneles cortos de 294m y 258m respectivamente, además de veintisiete (27) puentes que suman una longitud de 7.2Km. La Alternativa A termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

Alternativa B

La Alternativa B tiene una longitud de 155.2 Km iniciando en la Intersección Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intercepta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros se mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando ascenso por terreno montañoso y escarpado, desarrollando pendientes máximas del 8%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel carretero, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 18.2Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel carretero de 18.2km condicionada a la topografía del terreno, plantea como solución el desarrollo de 19 puentes, los cuales suman una longitud de 2.1Km

Para el cruce de la cordillera proyecta un túnel carretero de 18,224 metros ubicando el portal de entrada en la cota próxima a los 2600 msnm y el portal de salida en una cota próxima a los 2810 msnm generando una pendiente de 1.13%. Por las implicaciones que tiene un túnel carretero de esta longitud (18.2Km) se incluyen obras especiales tales como galerías de escape, nichos y equipos electromecánicos requeridos para la seguridad vial dentro del túnel, así como la necesidad de un doble tubo para ser utilizado en caso de emergencia.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretero continua en dirección oriente paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, Las Delicias, El Quebradón y Cristales hasta llegar al corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y Herrera el trazado proyecta un descenso por zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 7%, en este sector es muy rica hídricamente por los afluentes que desembocan en el río Hereje, consecuente a esto el trazado presenta 26 puentes que suman una longitud de 3.9 Km.

Después del paso por el corregimiento de Herrera va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, este sector plantea la comunicación de los corregimientos de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) puentes que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil, realiza un descenso llegando a la vía que comunica actualmente a Planadas – Ataco donde toma dirección sur donde se plantea el mejoramiento de esta vía, llegando a parámetros geométricos que cumplen los requerimientos para una velocidad de 80Km/h, desde el Corregimiento El Cóndor hasta la vereda el Jordán, donde inicia el ascenso por la ladera del Rio Claro hasta llegar a la vereda la India donde el trazado vuelve a tomar dirección al oriente, para tal fin el trazado contempla dos (2) túneles cortos de 324m y 122m respectivamente, además de treinta y siete (37) puentes que suman una longitud de 7.8Km.

Después del paso por la vereda la India toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre las ciudades de Bogotá y Neiva, para el trazado entre la India y la Ruta 45, el trazado plantea el desarrollo de dos (2) túneles largos de 7039m y 1545m y cinco (5) túneles cortos de 526m, 100m, 101m 188m y 215m respectivamente, además de cuarenta y tres (43) puentes que suman una longitud de 9.6Km.

La Alternativa B termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.

Alternativa C

Esta Alternativa tiene una longitud de 148,55 Km iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intercepta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la Ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando el ascenso en vía superficie, por terreno ondulado, desarrollando pendientes máximas del 4%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel férreo, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 41.98Km.

La conexión entre la Ruta 3105 y el portal del túnel férreo de 41.98km, plantea en su trazado cinco (5) puentes, los cuales suman una longitud de 850m.

A partir del K7+000, el trazado se ajusta a una topografía de condiciones onduladas y pendientes bajas, hasta encontrarse con un sector homogéneo que permite la proyección de una plataforma de transferencia o intercambio intermodal (transporte carretero a transporte férreo) justo antes de ingresar al portal de entrada del túnel férreo (K12+000).

Para el paso por la cordillera central se proyecta un túnel férreo intermodal de 41,986 metros y una pendiente longitudinal de 1.35%. Para la construcción de las estaciones de intercambio modal y las maniobras asociadas (vehículos y trenes), se garantiza topográficamente un sector de 1000m*500m a la salida y la entrada del túnel férreo. Este túnel férreo intermodal garantiza una conexión más corta y directa entre los Municipios de Florida y Herrera en departamentos del Valle del Cauca y Tolima respectivamente. Se encuentra proyectado en dos (2) tubos, cada tubo por sentido de circulación

Después de superar la cordillera central con el túnel férreo, continua en dirección oriente yendo paralela al río Hereje, pasando por las veredas Cristales y Altamira llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y Herrera el trazado proyecta un descenso por zona ondulada desarrollando pendientes máximas del 4.2%, por la topografía e hidrología de este sector, el trazado proyecta un túnel corto de 732m y siete (7) puentes que suman una longitud de 3.37 Km.

Después del paso por el municipio de Herrera va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y el Diamante, este sector tramo plantea la comunicación de los municipios de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil realiza un descenso llegando a la vía que comunica actualmente a Planadas – Ataco donde toma dirección sur donde se plantea el mejoramiento de esta vía, llevándola a parámetros geométricos que cumplan los requerimientos para una velocidad de 80Km/h, desde el corregimiento el Cóndor

hasta la vereda el Jordán, donde inicia el ascenso por la ladera del Rio Claro hasta llegar a la vereda la India donde el trazado vuelve a tomar dirección al oriente, para tal fin el trazado contempla dos (2) túneles cortos de 324m y 122m respectivamente, además de treinta y siete (37) puentes que suman una longitud de 7.8Km.

Después del paso por la vereda la India toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre las ciudades de Bogotá y Neiva, para el trazado entre la India y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de dos (2) túneles largos de 7039m y 1545m y cinco (5) túneles cortos de 526m, 100m, 101m 188m y 215m respectivamente, además de cuarenta y tres (43) puentes que suman una longitud de 9.6Km,

La Alternativa C termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.

Alternativa D

La Alternativa D tiene una longitud de 140.8 Km e inicia en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intercepta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la Ruta 3105, y empalmando con la Ruta 45 en el K140+709.

Para los tres (3) primeros kilómetros se mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando el ascenso en vía superficie, por terreno ondulado, desarrollando pendientes máximas del 4%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel férreo, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 41.98Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel férreo de 41.98km, plantea en su trazado cuatro (4) puentes, los cuales suman una longitud de 553m.

Del K0+000 al K7+800 se desarrolla en terreno plano, a partir del K7+000, la alternativa proyectada se ajusta a una topografía de condiciones onduladas y pendientes medias, hasta encontrarse con un sector homogéneo que permite la proyección de una plataforma de transferencia o intercambio intermodal (transporte carretero a transporte férreo) justo antes de ingresar al portal de entrada del túnel férreo (K7+930).

Para el tramo comprendido entre el K7+000 y el K50+000, proyecta un sistema intermodal con un túnel férreo de 40,015 metros y pendiente longitudinal de 1.45%. Para la construcción de las estaciones de intercambio modal y las maniobras asociadas (vehículos y trenes), se garantiza topográficamente un sector de 1000m*500m a la salida y la entrada del túnel férreo. Este túnel férreo intermodal garantiza una conexión más corta y rápida entre los municipios de Florida - Herrera y los departamentos del Valle del Cauca y Tolima. El túnel férreo se proyecta con dos (2) tubos, unidireccionales.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretera continua en dirección oriente yendo paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, Las Delicias, El Quebradón y Cristales llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y la Herrera el trazado proyecta un descenso por zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 4.39%, dada la topografía y la hidrología de la zona el trazado presenta un túnel largo de 1081m y uno corto de 956m, además de trece (13) puentes que suman una longitud de 3.27 Km.

Después del paso por el corregimiento de Herrera va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y el Diamante, este sector tramo plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil se realiza un descenso que comunica a la vía Planadas – Ataco donde toma dirección norte donde se plantea el mejoramiento de la vía, optimizando el trazado con parámetros geométricos para 80Km/h, desde el Santiago Pérez hasta el corregimiento de Señoritas, para tal fin el trazado contempla cuatro túneles cortos de 170m, 370m, 285m y 192m respectivamente, además de veinticinco (25) puentes que suman una longitud de 5.9Km.

Después del paso por Señoritas toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre las ciudades de Bogotá y Neiva, para el trazado entre Señoritas y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de cuatro (4) túneles largos de 2107m, 6521m, 5325m y 2744m respectivamente y dos (2) túneles cortos de 294m y 258m respectivamente, además de veintisiete (27) puentes que suman una longitud de 7.2Km.

La Alternativa D termina en la Ruta 45, en el corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

Diseños Tipo De Las Obras Especiales Propuestas En Las Alternativas

Dentro de la optimización de las Alternativas, se desarrollan obras mayores entre las que se incluye un túnel férreo intermodal de 41,986 metros y 40,015 metros, es importante anotar, que este túnel férreo multimodal se proyecta en dos (2) tubos, uno por sentido de circulación, con dos (2) plataformas para intercambio multimodal y maniobras asociadas (una plataforma por portal

Para túneles cortos y largos, la sección transversal típica presenta dos carriles de 4.15m cada uno, y andenes de 1.25m.

Para el caso de vía en superficie, puentes y viaductos, la sección transversal típica se encuentra caracterizada por dos carriles de 3.65m cada uno, y bermas de 1.5m a 2.5m, dependiendo de la velocidad de diseño (60-100Km/h).

En sectores donde se requiere de la incorporación de puentes, se conservan los anchos de calzadas (3.65m) y bermas (1.50m – 2.50) definidos para la sección a superficie.

Metodología

En el capítulo 1 del Diagnóstico de Ambiental de Alternativas presentado por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, se describe el proceso metodológico que se siguió para su elaboración, el cual se resume a continuación:

a. Términos de Referencia (TR) genéricos DA-TER-3-01 para DAA del Ministerio de Ambiente del año 2006.

b. Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente del año 2010.

c. Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, de agosto de 2012 del Ministerio de Ambiente.

d. Ley 1185 de 2008 que modifica la Ley 397 de 1997, por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.

e. Decreto Único Reglamentario 1076 del 26 de mayo de 2015, del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS.

Para esta Autoridad la selección de la alternativa se debe tener en cuenta la optimización y racionalización en el uso de los recursos naturales y evitar o minimizar los riesgos, a partir de lo siguiente:

a. El entorno geográfico y sus características ambientales y sociales, análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad, y de las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas.

b. La racionalización en el uso de los recursos naturales y culturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales negativos, que pueda ocasionar el futuro proyecto y potenciando los impactos positivos.

c. Los alcances propios de estudios de pre factibilidad, en los cuales se deben definir e indicar las diferentes obras o actividades del proyecto.

d. La recopilación de información a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio.

e. La propuesta de manejo para los impactos relevantes identificados en cada una de las alternativas, estableciendo las medidas de manejo preliminares, haciendo énfasis en las diferencias significativas entre alternativas.

f. La identificación de las comunidades que pueden ser afectadas por cada una de las alternativas del proyecto.

g. Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.

A consideración de esta Autoridad, la metodología empleada por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, para la ubicación e identificación de los corredores propuestos es lógica y adecuada dado que identifica y realiza una localización del área de referencia y posteriormente mediante información secundaria, determina las características de los recursos naturales del área del proyecto, considerando aspectos básicos de la planeación del territorio como los POT o EOT de los municipios por donde transcurren las alternativas propuestas, así como los Planes de Ordenamiento de Manejo de las Cuencas, así como aspectos de la oferta del territorio a nivel de pendientes, facilidades de accesos, presencia de zonas pobladas e identificación de áreas protegidas entre otros.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LOS CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez revisado el Diagnostico Ambiental de Alternativas presentado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, se indica que el Estudio presentó la escogencia de las alternativas mediante un proceso de cuatro etapas: 1) Básica, 2) Socioambiental, 3) Descarte y 4) Escogencia.

Durante la etapa de escogencia, se optó mediante una matriz de análisis multicriterio los corredores viales preseleccionados, a efectos de lograr la selección final de las alternativas. Para la matriz, señaló, que se establecieron criterios técnicos, físicos, bióticos y sociales.

Luego en el análisis conceptual, se aclaró que "*El análisis de las Alternativas, tuvo como resultante el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, presentado a la ANLA por parte del INVIAS mediante comunicación 2014071037-1-000 del 19 de diciembre de 2014*. (…) *el análisis de las cuatro (4) alternativas viales, que incluyen las alternativas 1 y 2 estudiadas por el Consorcio SANVAL y las alternativas optimizadas 1 y 2 por parte de EDL S.A.S., las cuales corresponden a un ajuste a manera de optimización y actualización sobre los mismos corredores estudiados por el Consorcio SANVAL para el proyecto Conexión Pacífico – Orinoquia".*

Resalta el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, lo siguiente:

> *"… se realizó la revisión técnica de los estudios presentados por el Consorcio SANVAL, obteniendo las características técnicas, ambientales y socio económico, así se realizaron ajustes a los corredores, de acuerdo a los criterios de diseño geométrico y criterios multidisciplinarios establecidos para el proyecto los cuales buscó cumplir con las siguientes premisas:*
>
> *"Disminuir la longitud del proyecto. Mejorar las características geométricas tanto al trazado horizontal (mejoramiento de radios, tramos más rectos, disminución de curvatura horizontal) como verticales (menores pendientes de ascenso y descenso, menor cota máxima, menores longitudes de subidas y bajadas). Proyección de obras tales como túneles y puentes que mejoren las características geométricas de los corredores. Disminuir cortes en los taludes con lo cual se consigue disminuir el movimiento de tierras y las obras de estabilización en taludes y terraplenes. Evitar los pasos inestables identificados en los corredores del estudio previo. Evitar zonas de protección ambiental. Evitar zona de socavación."*

Luego del proceso de ajustes para los trazados de las alternativas para la conexión vial, se "*identificaron "(…) los sitios más adecuados para la incorporación de los portales de los túneles largos, especialmente de los túneles férreos propuestos en cada corredor para el cruce de la cordillera central (…)".*

Señaló el Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas que *"(…) conforme las premisas anteriormente mencionadas, se obtuvieron las siguientes alternativas derivadas del planteamiento del cruce de la cordillera central, analizando el túnel carretero propuesto por SANVAL y férreo por EDL y del tramo entre La Herrera y la Ruta 45 buscando su optimización*:"

Alternativas propuestas por INVIAS resultado de las dos consultoras para el cruce de la cordillera Central, túnel carretero (SANVAL) y férreo (EDL) tramo La Herrera (Ríoblanco) y la Ruta 45 (Huila)

ALTERNATIVA	CRUCE CORDILLERA CENTRAL	TRAMO LA HERRERA – RUTA 45
A	SANVAL 1	EDL 2
B	SANVAL 2	EDL 1
C	EDL 1	
D	EDL 2	

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Adicionalmente se señaló que *"Estas alternativas planteadas fueron a su vez analizadas a partir de los condicionantes del ecosistema presente en el área de estudio",* como análisis ecosistémico para la optimización de las Alternativas resaltando que:

> " (…) *es un territorio de alta importancia con áreas de manejo ambiental a nivel nacional, regional y local, de alta sensibilidad, clasificadas en categoría de Conservación definidas en el Decreto 2372 de 2010, en el cual se establece el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), que "es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país".*

Posteriormente se describió las áreas de orden nacional, como el Parque Nacional Natural (PNN) Las Hermosas, advirtiendo que es considerada como una estrella fluvial, que hace parte de la ecorregión del Macizo Colombiano, señaló las amenazas de tipo geológico con sus fallas, deslizamientos, y resaltó en el aspecto social y cultural la presencia de población indígena Nasa asentada en la zona comprendida entre el parque y el PNN Nevado del Huila, específicamente en el corregimiento de Herrera, municipio de Rioblanco, Tolima, (resguardo las Mercedes y el cabildo de Barbacoas), localizadas en la zona del corredor de Conservación Andes Centrales hacia el PNN Nevado del Huila.

Igualmente se resaltó la existencia dentro de áreas de orden nacional la Reserva de Ley 2ª de 1959, dentro del área de las alternativas propuestas por el solicitante, tales como Cordillera Central, señalando que: "*Es una zona que comprende 15 km al este y 15 km al oeste de la divisoria de aguas de la Cordillera Central, partiendo desde el cerro Bordoncillo (20 km al este de Pasto), en el departamento de Nariño hasta el cerro de los Prados (al norte de Sonsón en el departamento de Antioquia) (Ley 2° de 1959)."* Indicó que existen un conjunto de Paramos como Paramo de Tinajas, a donde convergen tres importantes cuencas del sistema hídrico que vierte hacia el Valle del Cauca: La cuenca del río Amaime, la del río Bolo – Fraile (Guachal) y la del río Desbaratado. Señaló que "*Los páramos de Tinajas y Peñas Blancas, con una influencia más localizada, son importantes por su extensión y por la riqueza en su sistema lagunar".*

También se presentó en el Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas las áreas de orden Regional, como el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano: we'pe del wala, localizado en el municipio de Rioblanco, corregimiento de Herrera, en el corredor de conectividad entre los Parques Nacionales Las Hermosas y Nevado del Huila, en el nacimiento de la cuenca hidrográfica del río Hereje, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, al Sur - Este del departamento del Tolima.

Igualmente advirtió de las amenazas naturales, por deslizamiento y movimientos en masa, sismicidad y vulcanismo, se resaltó que, "(…) *la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, se acoge a la Sentencia de la Corte Constitucional 598 de 2010, donde establece para esta área protegida no se adelantarán procesos de sustracción para cualquier tipo de proyecto de carácter nacional, regional o local* ". Ahora bien, dentro de lo presentado como áreas de orden regional indicó la presencia de la Reserva Forestal Protectora Paramo de Santa Teresa y Región de los Cuervos; la Reserva Forestal Protectora la Albania y la Esmeralda, Reserva Natural Protectora Nima.

Análisis de las Alternativas

Es pertinente señalar que el solicitante, describe para las Alternativas A y B, la existencia e intercepción o no de la posible afectación de los Parques Nacionales Naturales (PNN) Las Hermosas, Nevado del Huila, la Reserva de Ley 2 de 1959, el Complejo de Páramos y Lagunas, el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano, y el DRMI Tatacoa.

Posteriormente indica el ajuste de la Alternativa SANVAL 1 e incorporación de la Alternativa EDL 1 Cruce de la Cordillera, atendiendo a lo señalando por esta Autoridad, y realizaron los ajustes solicitados tales como:

Zonas con pendiente excesiva, propensas a erosión o a inestabilidad geológica; Zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional o local; Nacimientos y zonas de descarga y recarga hídrica; Zonas de amortiguación de las áreas de exclusión legalmente constituidas; Zonas prioritarias para la conservación del recurso faunístico Corredores y zonas boscosas; Zonas donde el uso del suelo puede generar conflictos con el proyecto; Áreas de especial sensibilidad por temas étnicos; Áreas de expansión urbana y finalmente los Sitios de reconocido interés, histórico, cultural y arqueológico, haciendo énfasis en las optimizaciones de los corredores que buscan desde el punto de vista ecosistémico, la intervención por áreas de menor estado de conservación, de manera que se busque la menor afectación a los recursos naturales; variables que aunadas a los temas de reglamentación de zonas de protección, optimiza la alternativa A 1 haciendo unas variaciones en el trazado inicial, buscando la menor afectación a las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental.

Las alternativas presentan la inclusión de túneles de 42.0Km de longitud y 2.500m de profundidad, para el cruce de áreas de alta importancia ambiental, como los páramos que son ecosistemas estratégicos debido a su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuíferos y nacimiento de los principales ríos, contribuyendo a la regulación climática y prestando a su vez servicios importantes para las comunidades, con ello se busca la menor intervención de la cuenca superficial y subsuperficial.

El Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas incluyó igualmente ajustes a la Alternativa B 2 e incorporación de la Alternativa 1 Cruce de la Cordillera, alejando la interceptación del Parque Natural Regional Meridiano, así como la Alternativa EDL 2 se propuso para buscar la mejor opción para cruzar las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental, por lo que surge una propuesta nueva de la inclusión de un túnel férreo de 40 Km a una profundidad de 2500 m., que permitiría asegurar la no intervención del complejo lagunar, protección del sistema de páramos, mínimo cambio de uso del suelo de la zona de reserva forestal de Ley 2da., minimización de interceptación del Parque Natural Regional Meridiano y zona de intervención, al estar alejado de la zona superficial, resaltando dos enfoques de optimización para la Alternativa EDL 2, expresados en la menor intervención a zonas legalmente constituidas y protegidas como las citadas, dado que al ser una obra subterránea alejada de la cobertura boscosa y de las fuentes superficiales reguladoras de las condiciones climáticas de la cordillera central, disminuirían los impactos futuros de cambio climático y fragmentación de zonas de conectividad regional como las presentes y dos que la mejora, no solo la obra subterránea como la de menor impacto a la reserva, sino que busca que los portales de entrada y salida se encuentren fuera de los límites de la reserva de Ley Segunda y de la zona de protección de páramos.

Criterios de Selección

Resalta el Diagnóstico Ambiental de Alternativas presentado, que, con base en las consideraciones señaladas, se definieron las alternativas presentadas, sobre las cuales se desarrolló una nueva versión, lo cual tuvo como finalidad presentar todos los elementos de juicio para que esta Autoridad Nacional establezca la Alternativa sobre la cual se adelante el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tendiente al licenciamiento ambiental para la construcción del proyecto.

El texto señaló que partir de los Criterios de Selección exigidos en los términos de referencia y contemplando además el enfoque señalado en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y el Auto 04829 del 03 de octubre de 2016 de esta Autoridad, especialmente en lo concerniente a obras subterráneas y a las áreas de influencia, se replantea el ejercicio de adopción de los Criterios con fundamento en lo siguiente:

> "*La formulación de la definición, el enfoque, el tipo, el propósito y las fases de implementación del proyecto y la formulación analítica de un territorio de análisis para el proyecto, donde resulte factible desde un primer momento la ocupación del suelo, a partir de las directrices del ordenamiento territorial*

en sus instancias física, biótica y social. En esto resulta vital la actualización de las zonas establecidas a la fecha por el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP)"

Resultados de factores determinantes

Los factores determinantes para la reestructuración de las alternativas fueron elementos naturales, infraestructura subterránea mayor, ajuste espacial; mecanismos de movilidad y selección para comparación.

A partir de lo descrito, los criterios relacionados para cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico, se puede asimilar a un ajuste y mejora de los criterios predefinidos en el numeral 2 de los términos de referencia, contemplando además el enfoque señalado en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y el Auto 04829 del 03 de octubre de 2016, expedidos por esta Autoridad y lo ya previsto en términos generales en su primera versión, esos criterios para cada uno de los medios, se establecieron así:

MEDIO ABIOTICO

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas presentado por el solicitante, consideró los siguientes criterios desde la parte técnica y el medio abiótico: zonas con pendiente mayores y menores al 7%, propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa, cortes superiores a los 35 m de altura, construcción de túneles largos sobre cotas superiores a los 2600 msnm, afectación mínima de cuerpos de agua y afectación mínima de áreas y afectación de infraestructura existente, en donde los factores abióticos se relacionan con las características físicas de la zona de estudio y las afectaciones que pueden tener lugar como efecto secundario de las obras necesarias para la construcción de las obras propuestas. Así mismo, el INVIAS describe cada criterio con su correspondiente justificación, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Criterios relacionados con respecto a la parte técnica y el medio abiótico

MEDIO	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
TÉCNICO	% Longitud Crítica Pendiente <7	Se define como la máxima longitud en ascenso sobre la cual un camión puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un valor prefijado. Se refiere a la longitud que tienen las tangentes verticales de cada alternativa en del trazado con pendientes menores del 7%.
	% Longitud Crítica Pendiente >7	Este parámetro se define igual que el anterior, para pendientes mayores del 7% de la tangente vertical de cada alternativa.
	% Cortes superiores a 35 m de altura	Corresponde este criterio a los cortes que se realizarían con alturas superiores a 35 metros.
	Longitud de túnel sobre 2.600 msnm	Corresponde a la longitud de túneles que se construirán sobre la cota 2.600.
	Longitud de túnel sobre 2.700 msnm	Corresponde a la longitud de túneles que se construirán sobre la cota 2.700.
	% Rellenos superiores a 8 m de altura	Son los terraplenes que se realizarían con alturas superiores a 8 m. La unidad es el % de longitud respecto a la longitud total de alternativa.
	Longitud total de ruta	Se refiere a la longitud total de la alternativa propuesta.
	Longitud vías aprovechadas	Se refiere a la longitud de vías existentes de cualquier orden que pueden ser aprovechadas por cada uno de los trazados. La unidad es % de longitud aprovechada respecto a la longitud total del tramo analizado.
	Tiempos de viaje	Se refiere a las horas que se emplearían para recorrer cada una de las alternativas desde su punto de inicio hasta el punto final.
ABIÓTICO	% Sitios inestables	Se refiere al porcentaje de la ruta que presenta sitios con inestabilidad.
	Total corrientes a intervenir	Corresponde al número de corrientes hídricas que serían intervenidas por las rutas.
	Infraestructura lineal existente	Se refiere a los oleoductos y redes eléctricas que se intercepta.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

La propuesta de incorporación de túneles férreos para atravesar la cordillera central en las alternativas C y D, presenta las siguientes ventajas para el trazado de los corredores:

a. Disminución de la longitud del proyecto.
b. Mejoramiento de la cota máxima del proyecto y de las pendientes de ascenso y descenso.
c. Disminución en costos de operación y tiempos de viaje para los usuarios de la vía.
d. Disminución en movimientos de tierra (corte y terraplén).
e. Mejoramiento de las especificaciones geométricas y de la velocidad de diseño.
f. Mejoramiento de la curvatura horizontal por kilómetro.

Para la identificación de las alternativas del proyecto el INVIAS tuvo en cuenta los criterios establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006, considerando para el medio abiótico los siguientes criterios: zonas con pendiente excesiva, propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa, construcción de túneles largos sobre cotas superiores a los 2600 msnm, a realizar cortes superiores a los 35 m de altura y la conformación de rellenos superiores a los 8 m de altura, zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional y local, afectación mínima a los cuerpos de agua y afectación mínima de las áreas y de infraestructura existente, para cada criterio el solicitante describe las características del criterio con su respectiva justificación.

Zonas con pendientes excesivas propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa

Con respecto a la pendiente es necesario tener en cuenta que los terrenos objeto de estudio corresponden a zona de montaña (entre ondulado y escarpado), de fuertes pendientes en donde a mayor el grado de pendiente aumenta la susceptibilidad a los movimientos en masa.

De igual forma, a partir de la descripción de las unidades geomorfológicas para el área de trabajo, a cada unidad se le asignó una categorización de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa de acuerdo con sus pendientes, composición y ubicación espacial, la cual fluctúa entre 0,1 (menos susceptible) y 1.0 (más susceptible).

Zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional y local

Con relación al criterio de identificación de zonas de riesgo natural y teniendo en cuenta la localización geográfica del proyecto, la zona presenta amenazas por actividad sísmica, actividad volcánica, remoción en masa y avalanchas, en desarrollo del estudio se realiza el análisis de amenazas por remoción en masa y sísmica.

La amenaza por remoción en masa se definió tomando como referencia el "*Mapa Nacional de Amenaza relativa por Movimientos en Masa*", del Servicio Geológico Colombiano, estableciendo que a nivel regional el área es de alta amenaza por fenómenos de remoción en masa. El mapa referenciado establece tres categorías a saber:

- Amenaza Relativa Muy Alta por fenómenos de remoción en masa, corresponden a terrenos de muy alta susceptibilidad, manifiesta por la ausencia o muy escasos estratos en la cobertura de tierra, con variabilidad extrema en los niveles de lluvia.

- Amenaza Relativa Alta por fenómenos de remoción en masa, se caracterizan por una susceptibilidad total del terreno alta, con suelos y coberturas de pocos estratos sometidos a amenaza predominantemente baja a media por detonante lluvia y por el detonante con sismo una amenaza alta.

- Amenaza Relativa Moderada por fenómenos de remoción en masa, áreas con susceptibilidad total del terreno media, donde hay presencia de suelos y coberturas de pocos estratos sometidos a amenaza predominantemente baja a media por detonante lluvia y por el detonante sismo con una amenaza media a baja.

Para las alternativas propuestas en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas por parte del solicitante el riesgo de remoción en masa es de NIVEL MEDIO.

La amenaza sísmica se estableció de acuerdo con la norma sismo resistente NSR 10, al Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia elaborado por el INGEOMINAS, donde se manifiesta en cada una de las alternativas propuestas una amenaza sísmica alta.

Afectación mínima a los cuerpos de agua

La dinámica fluvial de las corrientes localizadas en el área del proyecto y especialmente la de los ríos Saldaña, Hereje y fuentes hídricas menores que son afluentes a estos en donde los trazados de las alternativas son más próximos a estas fuentes hídricas la afectación es mínima ya que solamente se intervendrán en la construcción de los viaductos y puentes respectivos, donde no se presentarán desvíos ni canalizaciones. Teniendo en cuenta la importancia de este criterio los trazados de las alternativas propuestas por la Sociedad están alejados del cauce principal y en los casos que se requiera hacer intervenciones se debe evaluar las condiciones de estabilidad hidráulica buscando las menores afectaciones.

Afectación mínima de las áreas y de infraestructura existente

En el documento presentado y en el diseño de las alternativas propuestas se plantea el criterio de tránsito de largo destino, el cual tiene por objeto la menor afectación de infraestructura existente (como líneas de transmisión eléctrica, líneas de flujo de hidrocarburos y vías existentes), especialmente la de centros poblados, zonas de expansión urbana y desarrollo habitacional o industrial, reduciendo los niveles de accidentalidad, ruido y contaminación.

MEDIO BIOTICO

En el Diagnóstico Ambiental de Alternativas entregado a esta Autoridad Nacional mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, el solicitante establece los criterios bióticos incluidos en los términos de referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01 y que fueron utilizados en la definición de las alternativas planteadas como se muestra a continuación:

- **a.** Parques Naturales
- **b.** Reserva Forestal
- **c.** Áreas importantes para la conservación de las aves - AICAS
- **d.** Bosque Seco
- **e.** Reservas Ley 2 de 1959
- **f.** Reservas Nacionales de la Sociedad Civil – RNSC
- **g.** Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP
- **h.** Planes de Ordenamiento Territorial - POT
- **i.** Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica - POMCH

De acuerdo con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, una vez revisada la secuencia metodológica desarrollada por INVIAS, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la visita de evaluación realizada entre el 9 y 21 de noviembre de 2017, la información presentada tiene en cuenta los criterios relacionados para el medio biótico establecidos en la normatividad ambiental vigente.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el medio socioeconómico, se describió la metodología aplicada para la identificación de alternativas, posteriormente desarrolló de manera ajustada los criterios mínimos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, los cuales se enumeran a continuación:

- **a.** Presencia de zonas donde el proyecto pueda generar conflictos con el uso del suelo.

- **b.** Presencia de zonas en donde el recurso hídrico sea escaso y el proyecto pueda generar conflictos asociados.

- **c.** Conectividad y acceso de asentamientos poblacionales.

- **d.** Escenarios de reconocido interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad, o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.

- **e.** Áreas de especial sensibilidad por razones étnicas o de propiedad colectiva de la tierra.

f. Presencia de proyectos de desarrollo nacional y regional, distritos de riego, áreas de expansión urbana y otros equivalentes.

De acuerdo con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, una vez revisada la secuencia metodológica desarrollada, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la visita de evaluación realizada entre el 9 y 21 de noviembre de 2017, se puede concluir que los criterios del medio socioeconómico definidos para la identificación de alternativas planteadas, incorporaron aquellos temas de especial relevancia que se encuentran en las áreas de influencia del proyecto, especialmente:

a. Zonas de exclusión a cabeceras municipales-centros poblados rurales y áreas de expansión.
b. Zonas de restricción muy alta por la existencia de Resguardos Indígenas y Distritos de manejo.
c. Zonas de restricción alta proyectos lineales y proyectos de interés nacional. Los criterios definidos corresponden con las características de las alternativas planteadas.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Atendiendo a lo analizado en relación con los criterios de identificación empleados para definir el corredor de las alternativas propuestas, se analizan algunas consideraciones relacionadas, teniendo en cuenta para ello los objetivos establecidos en los criterios, la realidad de la zona desde cada uno de los corredores propuestos, de tal manera que se pueda identificar si las mismas pueden ser elegibles ambientalmente.

Localización

El proyecto vial "*Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia*", inicia al sureste del departamento del Valle del Cauca, en los municipios de Pradera y Florida ingresando a la zona Sur del departamento de Tolima corregimiento de Herrera en el municipio de Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima, terminando al norte del departamento de Huila en los municipios de Neiva y Aipe.

De acuerdo con el alcance del proyecto, la revisión, actualización y complementación de la fase I, tiene una longitud aproximada de 148 km para la propuesta multimodal con túnel férreo en el paso por la cordillera central para las alternativas llamadas C y D y de 165 km para la propuesta con túnel carretero, en el cruce de la cordillera central para las alternativas llamadas A y B.

En la siguiente tabla se presentan la longitud y los sitios de partida y de llegada de cada una de las alternativas propuestas:

Sitios de partida y de llagada de cada una de las alternativas propuestas

ALTERNATIVA	LONGITUD (KM)	SITIO DE INICIO	SITIO DE LLEGADA
A	165	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa A termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.
B	155.2	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa B termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.
C	148.55	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa C termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.
D	140.8	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa D termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

Fuente: ANLA diciembre de 2017

La Conexión Pacifico – Orinoquia, proyectada como una futura Transversal Nacional, tiene como finalidad el brindar una comunicación vial optima en sentido occidente – oriente por el territorio nacional, conectando los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila. Al visualizarse como una Transversal Nacional, se busca que la conexión sea lo más directa posible y se evite el paso por poblaciones y pasos urbanos.

Características Técnicas y Actividades Asociadas

En las cuatro alternativas propuestas por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS., se presentan los planos generales en planta y perfil de cada alternativa.

Proceso de construcción

Para cada una de las Alternativas planteadas se indican y describen las actividades a realizar para las diferentes fases y etapas del proyecto, se relacionan de manera general en la siguiente tabla:

Descripción Actividades Constructivas y Operativas del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
CONSTRUCCIÓN VÍA EN SUPERFICIE	Adquisición de Predios	Adquisición de las franjas o áreas para la adecuación de la vía junto con su infraestructura asociada (peajes, centro de control de operación, plantas de asfalto, etc.), este proceso se realiza de acuerdo con la normatividad vigente en la materia y con personal expedito. Esta actividad es susceptible de generar impactos como expectativas en la población, aumento de costo de tierra, impactos sociales por afectación de arraigo.
	Manejo de Vegetación	Se refiere a la remoción de la cubierta vegetal y la capa orgánica, este procedimiento es necesario para la ejecución de las obras. Es susceptible de producir impactos debido a la generación de residuos sólidos, el arrastre de material, al cambio de cobertura vegetal, cambio en la biodiversidad, Fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, así como en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat.
	Desmonte, limpieza y descapote	
	Instalación operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos.	La instalación de infraestructura temporal se refiere a la necesidad de colocar estructuras temporales para el desarrollo de las obras, esta actividad es susceptible de producir impactos debido a la demanda de recursos naturales y generación de escombros; en cuanto a la operación de dicha infraestructura esta se refiere a todas las actividades que se deben desarrollar en estos sitios para el manejo adecuado de la obra. Esta es una actividad susceptible de producir impacto debido a la generación y vertimientos de las aguas residuales, generación de accidentes, de ruido, de olores, a la producción de emisiones de material particulado y gases, generación de aceites, residuos sólidos, manejo de combustible, operación de vehículos y de maquinaria y demanda de recursos naturales. De igual forma, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal.	Consiste en la vinculación de personal profesional, técnico y operativo necesario para adelantar el proyecto, se considera susceptible de producir impactos debido a que puede causar falsas expectativas sobre la comunidad y además la presencia de personal foráneo puede promover actividades de tala, caza y pesca que afecten los recursos naturales. La movilización de equipos y maquinaria se considera como susceptible de producir impactos debido a la generación de ruido, gases, derrames y riesgos de accidentalidad.

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Demolición de infraestructura existente.	Guarda estrecha relación con labores ligadas al mejoramiento de corredores existentes, o a la construcción en ambientes urbanos y semi-urbanos que conllevan demolición de inmuebles, de elementos estructurales, y en general de mobiliario vial y urbanístico para dar paso al nuevo corredor o proyecto. En otras palabras, tiene una connotación asociada indirectamente a afectación de asentamientos humanos que habitan los inmuebles a retirar o demoler para dar paso al movimiento de tierras y en general a las típicas obras de infraestructura vial. Asimismo, puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Comprende demolición como tal, cargue de escombros, acarreo de escombros y disposición final de los mismos.
	Traslado y reubicación de redes.	Consiste en todo el proceso ligado al tendido, reubicación, complementación o mejoramiento de las líneas, ductos o tuberías de acueducto, alcantarillado, telefonía, energía y/o fibra óptica. Su naturaleza guarda especial relación con inmuebles y vías urbanas y semi-urbanas, conllevando una importante labor de excavación, manejo de concretos y manejo potencial de fugas y de antiguos sistemas domiciliarios que dan servicio a comunidades, y que por lo mismo refieren una condición impactante cuando se trata de su intervención en ámbitos existentes, es decir, con asentamientos poblacionales existentes.
	Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior.	Esta actividad tiene que ver con la necesidad de las obras de extraer materiales bien sea de fuentes aluviales o de canteras, para la ejecución de las mismas. Es una actividad susceptible de producir impactos debido a la demanda de los recursos naturales, generación de emisiones a la atmósfera, generación de ruido, usos de explosivos, derrames, generación de sedimentos en los cuerpos de agua y ocupación de cauce. De igual forma, puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Excavaciones mecánicas para cimentación.	Estas actividades incluyen todas aquellas destinadas a la protección de orillas y la construcción de pilotes y caisson. Estas actividades son susceptibles de producir impactos sobre los cuerpos de agua por el manejo de materiales dentro de los cauces y por la demanda de los recursos naturales; también debido a la ocupación de cauces, a la operación de maquinaria y equipos y a la probabilidad de derrames de concreto. De igual forma para la construcción de puentes y viaductos, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Cimentación de las estructuras.	
	Construcción de puentes y viaductos.	
	Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final).	Conlleva el montaje de instalaciones provisionales tipo campamento, así como tala forestal, desmonte de vegetación, descapote o remoción de la capa de suelo orgánico y explanaciones (cortes o excavaciones de suelos y rocas, así como rellenos o terraplenes). Igualmente comprende la conformación de zonas de depósito de suelos inertes sobrantes que no se puedan emplear para terraplenes. En términos generales es la actividad que comparativamente genera mayores impactos ambientales negativos, ya que se interviene directamente el relieve para dar forma a la futura carretera. Asimismo, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Como es de entender, esta actividad en su integralidad conlleva una importante labor de acarreo o traslado de materiales (suelos, e insumos de obra) desde diversos orígenes y destinos, lo cual típica una dinámica característica en la construcción de proyectos viales.
	Construcción de obras de arte.	En el ámbito de la ingeniería vial, la expresión "obras de arte" refiere la materialización de estructuras de acompañamiento a la banca vial, las cuales se componen esencialmente de obras de drenaje y obras de estabilización, las cuales por lo regular se construyen mediante el uso de cemento, es decir en concreto hidráulico reforzado y/o simple. En la mayoría de casos, las obras de drenaje se acometen paralelamente al movimiento de tierras y por sectores específicos del corredor vial en intervención. Comprende la construcción de alcantarillas, pontones y/o puentes en los sitios donde la carretera se intercepta con quebradas y ríos. Las alcantarillas pueden ser de tubo o de cajón (box-coulvert) dependiendo del caudal a captar y a transportar. Como parte de las obras de drenaje, se incluyen igualmente los filtros, cuya función está encaminada a captar y conducir aguas subsuperficiales, protegiendo la banca lateralmente, especialmente en los tramos en corte y sección mixta. Con respecto a obras de estabilización, se hace referencia principalmente a muros de contención de taludes de corte o de terraplén, los cuales se pueden ejecutar de diversas formas y materiales (concreto reforzado, concreto simple, gavión, etc.). Se puede afirmar en términos generales que las obras de arte refieren una condición de labor puntual espacialmente, donde los impactos significativos se centran principalmente en el componente hídrico. De igual forma puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto).	Se hace referencia a los recubrimientos y protecciones que se proveen a los taludes de corte y de terraplén, dada la exposición a la intemperie (vientos, lluvia, radiación solar) a la que se ven expuestos, y que pueden comprometer su estabilidad geotécnica, afectando la seguridad en operación vehicular. Comprende obras como zanjas de coronación para minimizar el accionar de las aguas de escorrentía, la inducción vegetal mediante técnicas forestales como la empradización, la siembra de semillas, las fajinas, los biomantos, la siembra arbustiva, etc. Dado el posible comportamiento previamente analizado, puede comprender además obras preventivas y de reforzamiento estructural como son los trinchos, los pernos para anclaje o "amarre" y los muros de confinamiento referidos en la actividad "Obras de arte". Se puede afirmar en términos generales que el tratamiento de taludes refiere un accionar donde los impactos significativos se centran principalmente en el componente físico, centrado esencialmente en los suelos y en las aguas de escorrentía superficial. Asimismo, puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Rellenos con material clasificado.	Hace referencia a una secuencia de acciones encaminadas a conformar la banca de la carretera, tanto en corte, como en terraplén y/o sección transversal mixta. Consiste en la materialización de la estructura de pavimento, la cual se compone por lo regular de capas de material pétreo que sirven de apoyo estructural a la capa final de rodadura, compuesta por lo regular de una base y de una capa de rodadura en mezcla asfáltica. El material granular proviene de plantas de trituración de materiales granulares y la mezcla asfáltica igualmente, por lo regular proviene de plantas industriales donde se fabrica el concreto asfáltico con tecnologías especialmente encaminadas a este propósito. Lo característico de esta actividad es el acarreo o movilización de los materiales granulares desde las plantas respectivas hasta el lugar de acopio, donde se extienden y compactan por capas sobre la banca lista o preparada técnicamente en pos de conformar la denominada corona de la carretera. En estos procesos de compactación se emplea el agua como elemento que contribuye a densificar las capas granulares, para lograr la resistencia estructural que se requiere ante las cargas que transmitirá el accionar del tráfico vehicular. En lo concerniente a las capas asfálticas, acontece igualmente el acarreo, es decir el transporte de la mezcla asfáltica a altas temperaturas, de tal forma que al llegar a los frentes de trabajo sea de factible manipulación para su extendido y compactación técnica, conformando así la calzada o zona de circulación vehicular. Conviene indicar que la estructura de pavimento va acompañada de obras laterales que protegen su estabilidad estructural, especialmente ante el accionar de las aguas lluvias; estas son las cunetas, los canales laterales, los sardineles y/o los bordillos, los cuales se pueden asimilar como obras de arte y que por lo regular se fabrican en concreto hidráulico. Estas actividades pueden llegar a producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Imprimación y colocación de concreto asfáltico.	
	Restauración y recuperación de áreas intervenidas.	Consiste en la plantación de césped y/o semillas sobre taludes de terraplenes, cortes, sitios de disposición final y otras áreas del proyecto. Estas actividades producen impactos positivos, generando un cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad debido a la generación.
	Desmantelamiento.	Una vez terminadas las actividades constructivas, las instalaciones temporales construidas deben ser desmanteladas en su totalidad, es decir, debe desmontarse completamente la infraestructura y recuperar el área utilizada, esta actividad es susceptible de producir impactos debido a la generación de escombros, degradación del área intervenida y a la emisión de material particulado, entre otros.
	Señalización y demarcación vial.	Hace referencia a la colocación a todo lo largo de la carretera, de la señalización vial vertical y horizontal, de tipo preventivo, reglamentario e informativo, así como de elementos de seguridad como defensas metálicas, barandas y otros componentes por lo regular prefabricados. Es entonces la fase en la cual se provee el mobiliario requerido para garantizar la adecuada operación vehicular, y la seguridad de los moradores y peatones que interactúan con el corredor vial. Puede suponer además la construcción de zonas de paraderos, puentes peatonales, áreas de accesibilidad lateral, dispositivos de restricción al paso peatonal, etc.
CONSTRUCCIÓN TÚNEL	Excavaciones mecánicas y con explosivos.	Consiste en la construcción de obras que, por su magnitud y complejidad constructiva, se asumen de carácter especial, más aun teniendo en cuenta que comparativamente son de mayor costo económico, pero con la particularidad que por lo regular se traducen en economías importantes en la fase operativa, pues reducen los costos de mantenimiento y de operación vehicular, además que son en su mayoría "amigables" con el medio

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Movimiento, transporte y disposición final de tierras.	ambiente. Para el caso en particular se hace referencia al túnel. Los túneles son obras subterráneas destinadas a atravesar complejas formaciones del relieve, cuya materialización se caracteriza por el cumplimiento de una secuencia constructiva propia de la ingeniería de túneles, con tecnología, maquinaria y equipos específicamente orientados a tal fin. Característico en la mayoría de casos, es la necesidad de contar con zonas de depósito para disponer el material rocoso producto de la excavación de la sección del túnel, así como el contar con dispositivos de apoyo para la captación, conducción, tratamiento y vertido final de las aguas subterráneas que surgen en el proceso constructivo. De señalar igualmente los altos factores de seguridad que se deben proveer, así como las altas exigencias que se imponen en material de salud ocupacional, pudiéndose afirmar que son las obras que comparativamente tiene mayores requerimientos en tal sentido, pues temas como la ventilación y la detección de gases así lo demandan.
	Instalación redes eléctricas.	
	Revestimiento del túnel.	
	Descarga de aguas industriales.	
	Rellenos con material clasificado.	
	Imprimación y colocación de concreto.	
	Construcción de rieles.	
	Instalación sistema de ventilación y electromecánico.	

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Volumen final de materiales sobrantes y posibles sitios de disposición

Los materiales sobrantes de las excavaciones se dispondrán en Zonas de Disposición de Manejo de Materiales Estériles (ZODME), en donde la adecuación se realizará de acuerdo con la forma de llenado o según la secuencia constructiva

En la siguiente tabla se presenta la localización de los posibles sitios de disposición de material sobrante y de excavación, los cuales se describen y se determinan para las cuatro alternativas teniendo en cuenta que los corredores de las alternativas B y C son muy próximos al igual que los corredores de las alternativas A y D.

Descripción de los posibles sitios de disposición final de materiales sobrantes

No.	ALTERNATIVA		DESCRIPCIÓN
	B Y C	A Y D	
1	X	X	Morfología casi plana conformada en litología de depósitos de conos aluviales.
2	X	X	Morfología de superficie inclinada conformada por rocas estratificadas.
3	X	X	Morfología alta escarpada, conformada en material ígneo saprolitizado.
4		X	Morfología plana sub horizontalizada, configurada en depósitos de terrazas aluviales y terrazas estructurales.
5	X		Morfología depresiva acanalada, suavemente inclinada, conformada por estratificación plegada.
6		X	Morfología de superficie plana suavemente inclinada configurada en depósitos.
7	X		Morfología de superficie corrugada e inclinada, conformada en material volcano-sedimentario.
8		X	Morfología de superficie corrugada e inclinada, conformada en material de brecha de falla.
9		X	Morfología entre acolinada y abrupta baja conformada por material volcano-sedimentario.
10	X		Superficie suavemente colinada e inclinada, conformada por roca estratificada subhorizontalizada
11		X	Superficie plana ligeramente ondulada, conformada por roca estratificada

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Localización de las ZODME propuestas por cada una de las alternativas

ZODME A			ZODME B			ZODME C			ZODME D		
NOMBRE	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**
1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888
2	774374	856803	2	777489	872226	4	813917	857309	4	813917	857309
3	794274	856333	3	794274	856333	5	825010	864319	5	825010	864319
4	813917	857309	4	813917	857309	6	831503	846899	6	831738	875651
5	825010	864319	5	825010	864319	7	845938	851970	7	837786	876500
6	831738	875651	6	831503	846899	8	864921	851923	8	854431	874227
7	837786	876500	7	845938	851970				9	855975	869566
8	854431	874227	8	864921	851923				10	875432	864715
9	855975	869566									
10	875432	864715									

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

El volumen total aproximado de disponibilidad en las ZODME´s es de: 17'598.316,34 m^3 para las alternativas B y C y de 29'110.224,49 m^3 para las alternativas A y D.

Volúmenes de corte y relleno

Los volúmenes de corte y relleno estimados para las diferentes obras de infraestructura presentes en las alternativas:

A continuación, se presenta el estimado de los volúmenes de corte y lleno estimados

Cantidades de material de corte y lleno alternativa A

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA A	165.000	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	93.069	22.624.153	878.610
TÚNELES	38.634	23.502.763	N/A
TOTAL		**46.126.916**	**878.610**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Cantidades de material de corte y lleno alternativa B

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA B	155.200	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	93.069	17.207.166	3.404.216
TÚNELES	47.641	20.611.382	N/A
TOTAL		**37.818.548**	**3.404.216**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Cantidades de material de corte y lleno alternativa C

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA C	148.456	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	57.439	10.685.484	1.202.739
TÚNEL FÉRREO	41.986	5.878.040	N/A

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
TÚNEL LARGO	25.907	1.953.301	N/A
TÚNEL CORTO	3.033	380.485	N/A
GALERÍAS	3.170	139.312	N/A
PUENTES	20.090	N/A	N/A
PONTONES	60	N/A	N/A
NICHO	600	60.000	N/A
ACCESO NICHO	20	879	N/A
PLATAFORMA ENTRADA	N/A	3.467.261	6.321.247
PLATAFORMA SALIDA	N/A	13.000.000	0
TOTAL		**35.564.762**	**7.523.986**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Cantidades de material de corte y lleno alternativa D

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA D	140.709	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	53.753	15.543.650	521.115
TÚNEL FÉRREO	40.015	5.602.100	N/A
TÚNEL LARGO	25.907	3.097.522	N/A
TÚNEL CORTO	3.033	414.827	N/A
GALERÍAS	3.170	139.312	N/A
PUENTES	18.000	N/A	N/A
PONTONES	60	N/A	N/A
NICHO	600	60.000	N/A
ACCESO NICHO	20	879	N/A
PLATAFORMA ENTRADA	N/A	4.459.417	4.628.152
PLATAFORMA SALIDA	N/A	5.006.475	3.885.740
TOTAL		**34.324.182**	**9.035.007**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Volumen estimado de remoción de vegetación y descapote

Debido a que el nivel del estudio es de Fase I, se presenta los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido de acuerdo a la clasificación de coberturas Corine Land Cover Nivel 3, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo; a continuación, se presenta el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectada por la acometida de cada una de las alternativas:

Estimativa afectación de coberturas por alternativa

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA A					
Bosque denso	311	2242,96	5,35	319,50	2,81
Bosque abierto	312	2,04	0,00	2,04	0,02
Bosque fragmentado	313	826,80	1,97	151,41	1,33
Bosque de galería y/o ripario	314	1665,89	3,97	1099,87	9,69
Vegetación secundaria o en transición	323	2790,58	6,65	2315,91	20,39
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA B					
Bosque denso	311	5500,80	11,60	422,84	3,81
Bosque abierto	312	1,46	0,00	1,46	0,01
Bosque fragmentado	313	1176,30	2,48	143,43	1,29
Bosque de galería y/o ripario	314	1090,22	2,30	761,47	6,86

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
Vegetación secundaria o en transición	323	3067,82	6,47	2379,40	21,44
COBERTURA*	**NOMENCLATURA**	**ÁREA II (Ha)**	**ÁREA II (%)**	**ÁREA ID (Ha)**	**ÁREA ID (%)**
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA C					
Bosque denso	311	628,72	4,87	143,80	4,84
Bosque abierto	312	10,06	0,08	0,54	0,02
Bosque fragmentado	313	144,55	1,12	38,78	1,30
Bosque de galería y/o ripario	314	1102,44	8,54	214,79	7,23
Vegetación secundaria o en transición	323	2418,22	18,74	607,91	20,46
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA D					
Bosque denso	311	599,36	4,61	122,57	4,35
Bosque abierto	312	2,04	0,02	1,21	0,04
Bosque fragmentado	313	165,16	1,27	17,70	0,63
Bosque de galería y/o ripario	314	967,48	7,44	210,73	7,48
Vegetación secundaria o en transición	323	2281,61	17,54	582,89	20,69

* De acuerdo con la clasificación de coberturas Corine Land Cover Nivel 3

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Por otra parte, el volumen estimado de descapote para cada una de las alternativas es la siguiente:

Estimativo volumen de descapote por alternativa

	ALTERNATIVAS			
	A	**B**	**C**	**D**
VOLUMEN DE DESCAPOTE (m^3)	1.718.970	1.602.692	1.357.637	1.250.477

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Este volumen se calculó para el área de intervención directa, e incluye todas aquellas áreas requeridas para la instalación de campamentos permanentes y temporales, así como de zonas de disposición final de materiales sobrantes y todas las demás áreas que involucran la intervención directa de las actividades de obra civil necesarias, dentro de las cuales se encuentran los cortes y tratamientos de taludes, portales, ponteaderos, obras de drenaje y vía en superficie.

Infraestructura asociada

La infraestructura proyectada asociada para la etapa de construcción del proyecto para las cuatro alternativas propuestas contempla las siguientes obras:

A continuación, se presenta el listado de los túneles previstos para las alternativas.

Listado Túneles Alternativa A

TUNELES LARGOS ALTERNATIVA A			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K25+324,43	K26+441,53	1117
2	K41+594,48	K59+602,67	18008
4	K86+851,70	K87+911,70	1060
6	K89+701,70	K97+641,70	7940
11	K115+504,84	K117+611,78	2107
12	K123+009,19	K129+530,23	6521
13	K130+494,08	K135+818,64	5325
16	K159+451,15	K162+195,38	2744

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Total	**44.822**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA A			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
3	K85+461,70	K86+311,70	850
5	K88+631,70	K89+031,70	400
7	K102+130,79	K102+300,79	170
8	K105+690,44	K106+060,44	370
9	K108+583,82	K108+868,82	285
10	K112+749,77	K112+941,77	192
14	K139+007,15	K139+301,15	294
15	K139+962,54	K140+220,54	258
Total			**2819**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Listado Túneles Alternativa B

TUNELES LARGOS ALTERNATIVA B			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K27+888,59	K46+113,00	18224
3	K73+778,40	K74+838,39	1060
13	K139+687,54	K141+232,55	1545
8	K105+479,30	K112+518,16	7039
5	K76+628,40	K84+568,39	7940
Total			**35.808**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA B			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K72+388,40	K73+238,39	850
4	K75+558,40	K75+958,39	400
6	K88+375,46	K88+699,32	324
7	K104+900,82	K105+022,57	122
9	K115+912,11	K116+438,56	526
10	K118+224,91	K118+325,22	100
11	K121+703,38	K121+804,15	101
12	K136+271,25	K136+459,10	188
14	K142+185,94	K142+401,00	215
Total			**2826**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Listado Túneles Alternativa C

TUNELES FERREO ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K12+015,34	K54+001,73	41.986
TUNELES LARGOS ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
4	K67+160,68	K68+220,68	1060,00
6	K70+010,68	K77+950,68	7940
9	K98+861,71	K105+900,56	7039
14	K133+069,96	K134+614,96	1545
Total			**17.584**
TUNELES CORTOS ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K56+815,04	K57+547,39	732
3	K65+770,68	K66+620,68	850
5	K68+940,68	K69+340,68	400
7	K81+757,74	K82+081,60	324
8	K98+283,10	K98+404,85	122

10	K109+294,74	K109+820,74	526
11	K111+607,47	K111+707,47	100
12	K115+085,67	K115+186,67	101
13	K129+653,59	K129+841,59	188
15	K135+568,38	K135+783,38	215
Total			**3558**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Listado Túneles Alternativa D

TUNELES FERREO ALTERNATIVA D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K7+929,46	K47+944,28	40.015
TUNELES LARGOS ALT D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
3	K53+671,54	K54+752,75	1081,21
5	K62+603,31	K63+663,31	1060
7	K65+453,31	K73+393,31	7940
12	K91+256,45	K93+363,39	2107
13	K98+760,80	K105+281,84	6521
14	K106+245,69	K111+570,25	5325
17	K135+202,76	K137+946,99	2744
Total			**26.778**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K49+847,70	K50+804,60	957
4	K61+213,31	K62+063,31	850
6	K64+383,31	K64+783,31	400
8	K77+882,40	K78+052,40	170
9	K81+442,05	K81+812,05	370
10	K84+335,43	K84+620,43	285
11	K88+501,38	K88+693,38	192
15	K114+758,76	K115+052,76	294
16	K115+714,15	K115+972,15	258
Total			**3776**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Es importante anotar que los túneles ferroviarios se encuentran proyectados en dos (2) tubos, uno por sentido de circulación, con dos (2) plataformas para intercambio modal y maniobras asociadas (una plataforma por portal).

Interceptación de infraestructura de servicios públicos

A nivel regional se presentan las siguientes interceptaciones con infraestructura de redes de servicios públicos como Gas Natural y Energía Eléctrica, de la misma forma se presenta el cruce con redes de hidrocarburos por tratarse de una zona con presencia de pozos de extracción de petróleo y gas.

Listado interceptación de redes

RED	**NOMBRE**	**LONGITUD TOTAL (m)**	**ABSCISA DE CORTE CON LAS ALTERNATIVAS**	
			B Y C	**A Y D**
Gas	Gualanday - Dina	136.570	k153+300	k141+900
Petróleo	Poliducto Pto Salgar - Gualanday - Neiva	331.000	k151+700	k139+600
Gas	Gasoducto Neiva - Gualanday	148.966	k147+700	k137+100
Combustible	Oleoducto del Alto Magdalena	395.222	k152+100	k141+500
Energía	Red de alta tensión	206.082	K148+800	k138+600

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Vías existentes y vías nuevas de acceso

De acuerdo con la cartografía oficial consultada y con la tipología de vía propuesta por la metodología IGAC, presenta la cantidad de vías existentes de acceso al corredor según las siguientes categorías para cada una de las alternativas:

- Vías Tipo 1: 5-8 metros de ancho pavimentadas.
- Vías Tipo 2: 5-8 metros de ancho sin pavimentar.
- Vías Tipo 3: 2-5 metros de ancho pavimentadas.
- Vías Tipo 4: 2-5 metros de ancho sin pavimentar.
- Vías Tipo 5: Transitables en tiempo seco.
- Vías Tipo 6: Camino.
- Vías Tipo 7: Sendero.

Listado número de accesos a los corredores por tipo de vía

TIPO DE VÍA (Metodología IGAC)	NÚMERO DE ACCESOS POR ALTERNATIVA			
	A	B	C	D
Tipo 1	4	4	3	3
Tipo 2	0	0	0	0
Tipo 3	0	1	0	1
Tipo 4	4	1	4	1
Tipo 5	12	12	11	11
Tipo 6	18	17	17	11
Tipo 7	93	90	93	90

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Vías nuevas de acceso al corredor

Los corredores actuales por donde discurren los trazados de las alternativas presentan diferentes y numerosos tipos de vías de acceso existentes, según lo descrito anteriormente, lo anterior sugiere que gran parte de dichos accesos se pueden utilizar para la entrada y salida a los sitios de obra y para la movilización de equipos y maquinaria, reduciendo la necesidad de construcción de vías nuevas de acceso al corredor.

Por otra parte, en el presente estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas no se entra a detallar el número ni características de las vías nuevas requeridas en el proyecto, puesto que el nivel de detalle del estudio es de Fase I, lo que implica que en fases posteriores los trazados o alineamientos presentes cambios importantes en su diseño siempre sobre el corredor de estudio, al cual ya se identificaron los accesos existentes según las categorías de tipo de vía propuesta por el IGAC. Sin embargo, se puede asumir que las vías de acceso nuevas se presentarán en zonas de portales de túneles y en pontones principalmente.

Instalaciones de apoyo

El Instituto Nacional de Vías – INVIAS para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas definió dos (2) tipos de instalaciones de apoyo, así:

Operativos: Estas instalaciones son de carácter temporal y se encuentran generalmente cercano o en los frentes de obra y áreas de pontones. En éstos se pueden encontrar lugares de almacenamiento de materiales, equipos y maquinaria. Cada uno de estos puede contar también con un área para la disposición temporal de residuos tanto aprovechables como los sobrantes de obra que pueden ser o no objeto de reciclaje o reúso. Así mismo se puede encontrar un área dispuesta para la colocación de un botiquín de primeros auxilios y una camilla.

Complejos Industriales: Son de carácter permanente, lo que permite que dentro de su área se instalen plantas de concreto, asfalto y en algunos casos de plantas trituradoras. En estos complejos se ubican también los talleres de mantenimiento, zonas de carga y descarga de combustible, zonas de parqueo de vehículos y maquinaria pesada, zonas de almacenamiento de materiales, así como talleres de mantenimiento.

Dentro de este tipo de instalaciones no se relacionan las de tipo habitacional, debido a que se prevé que la demanda de viviendas y habitaciones sea suplida por los cascos urbanos de los municipios del área de influencia y por los corregimientos pertenecientes a estos.

De manera preliminar se presenta a continuación la localización de las instalaciones señaladas anteriormente, de la siguiente forma:

Localización de instalaciones de apoyo Alternativa A y B

COMPLEJOS INDUSTRIALES	CAMPAMENTOS OPERATIVOS	ABSCISA DE TRAZADO
CI-1		K11+600
CI-2		K54+400
	CO-1	K69+200
	CO-2	K78+600
CI-3		K99+200
	CO-3	K106+600
CI-4		K117+600
	CO-4	K133+400
	CO-5	K149+000

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Localización de las instalaciones de apoyo Alternativa C y D

COMPLEJOS INDUSTRIALES	CAMPAMENTOS OPERATIVOS	ABSCISA DE DISEÑO
CI-1		K7+600
CI-2		K56+000
	CO-1	K64+800
	CO-2	K74+000
CI-3		K85+200
	CO-3	K95+800
	CO-4	K106+000
CI-4		K141+000

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Alternativas de cruces de corrientes de agua o infraestructura existente

A continuación, se presenta el tipo y número de obras hidráulicas identificadas para cada una de las alternativas de estudio:

Obras hidráulicas previstas por alternativa

OBRAS HIDRÁULICAS	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Alcantarillas	671	Un	747	Un	474	Un	393	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**918**	**Un**	**1005**	**Un**	**674**	**Un**	**553**	**Un**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

De acuerdo con el documento presentado por el INVIAS se señala que para cada una de las alternativas se presenta la construcción de obras hidráulicas como puentes, alcantarillas, box y pontones, y como es de resaltar en la mayoría de los casos requieren de permiso de ocupación de cauce.

Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauce

No se especifica la necesidad de desvío de cauces puesto que los estudios hidráulicos se realizan a nivel de fase I, es decir, en esta fase el alcance llega a pre dimensionar las obras de drenaje requeridas para cada una de las alternativas, así como proyectar las estructuras típicas de las obras de drenaje definidas y el desarrollo de la modelación hidráulica de las fuentes principales a partir de la cartografía 1:10.000.

En el numeral anterior se presentó el número de obras hidráulicas por alternativa, de éstas, algunas alcantarillas, puentes y box coulvert intervendrán directamente cauces permanentes o intermitentes, sin embargo, otras de estas corresponden a las definidas en el estudio hidrológico e hidráulico que no necesariamente intervienen cauces naturales, sino que simplemente funcionan para desalojar las aguas de escorrentía generadas a los costados de la vía y proporcionar seguridad a la misma.

Necesidades de explosivos

Según se indicó en el Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas en la información presentada se requiere la necesidad de explosivos y describe los tipos de explosivos a utilizar dependiendo de dos factores principales:

- Si la excavación es a cielo abierto o subterráneo, debido a que en el mercado existen diferentes explosivos que dependiendo de estas condiciones es más favorable la utilización de unos que de otros.

- En el caso de túneles, el explosivo dependerá de la densidad, resistencia a la compresión, velocidad de propagación sónica y humedad de la roca.

Para el caso colombiano, el único proveedor de elementos explosivos es INDUMIL (Industria Militar Colombiana), el cual cuenta con los siguientes productos (tomado de https://www.indumil.gov.co/categoria-producto/productos-civiles/explosivos/): Los cuales son:

- Emulind- E (Emulsión Encartuchada)
- Emulind-B (Bombeable)
- Emulind-S
- Indugel Av800 Agente de Voladura
- Indugel Plus Ap Explosivo Tipo Hidrogel
- Indugel Plus Pm (Permisible) Tipo Hidrogel
- Sismigel Plus Explosivo Tipo Sísmico

Interacción con otros proyectos

En la actualidad se encuentra vigente el contrato INVIAS 1536-2015 a cargo de la empresa Ingeniería de Vías S.A., cuyo objeto es el Mejoramiento, Gestión Predial, Social y Ambiental de la Carretera Ataco - Planadas en el Departamento del Tolima para el Programa "*Vías Para La Equidad".*

El contrato tiene como alcance el mejoramiento en pavimento flexible, gestión social, predial y ambiental, de conformidad con los estudios y diseños aprobados para dicho corredor, como referencia los sectores de intervención se encuentran en las siguientes abscisas: del K0+000 Ataco (Quebrada Paipa) hasta el K1+600 y entre el K35+900 hasta el K41+423, de la misma forma debe realizar el mantenimiento rutinario, atención de sitios críticos y de emergencias en el tramo del contrato durante la vigencia del contrato.

Con respecto a la interacción de este contrato con las alternativas actualmente estudiadas, se encuentra que el contrato 1536-2015, el cual se establece entre el K35+900 y el K41+423, se traslapa con la alternativa D entre las abscisas K87+300 y K91+600 aproximadamente, es decir en una longitud aproximada de 4,3 Km.

Por otro lado, a nivel regional se presentan las interceptaciones con infraestructura de redes de servicios públicos como Gas Natural y Energía Eléctrica, de la misma forma se presenta el cruce con redes de hidrocarburos por tratarse de una zona con presencia de pozos de extracción de petróleo y gas.

Estimación preliminar sobre necesidades de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Explotación de materiales

En la siguiente tabla el Instituto Nacional de Vías – INVIAS presenta las fuentes de materiales propuestas para cada una de las alternativas.

Localización de las Fuentes de materiales propuestos por alternativas

FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA A			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA B			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA C			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA D		
NOMBRE	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**
2	766357	860387	1	766074	872197	1	774553	867200	2	775464	856784
3	779209	853217	4	789256	863029	3	790008	862255	4	791886	852354
5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349
6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755
7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678

9	831537	873448	9	826275	852337	9	826275	852337	8	831537	873448
12	850568	877050	10	847988	842804	10	847988	842804	12	850568	877050
13	859397	877648	11	855984	850239	11	855984	850239	13	859397	877648
15	871223	864482							14	862524	867555
19	862524	867555							15	871223	864482

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

En el estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas se cita que se requiere materiales de cantera y arrastre para la construcción del terraplén de la vía y las obras en concreto como son placas, pilotes, alcantarillas, box coulvert, puentes, túneles y cunetas, entre otras, cuyo abastecimiento para las cuatro alternativas se realizará a través de terceros debidamente autorizados que cuenten con título minero y licencia ambiental vigentes o de lo contrario el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, deberá tramitar y obtener el respectivo título minero y la licencia ambiental dentro del EIA de la alternativa seleccionada para la ejecución del proyecto.

Aprovechamiento Forestal

Debido a que el nivel del estudio es de Fase I, presenta los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido de acuerdo a la clasificación de coberturas Corinne Land Cover Nivel 3, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo; el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, presento el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectada por la acometida de cada una de las alternativas.

Captación de Aguas

Con respecto a las alternativas de sitios de captación de agua, se propone inicialmente obtener el recurso de fuentes que superen un caudal medio de 1 m^3/s, con el fin de garantizar que su disponibilidad no se vaya a ver afectada por la captación que se realice.

Las fuentes que cumplen con este criterio son:

Fuentes hídricas de posibles sitios de captación de agua teniendo en cuenta el caudal medio anual

Nombre	Q (l/s)	Q (m^3/s)	Alternativa
Rio Magdalena	281.156,50	281,16	A, B, C y D
Rio Atá	42.041,81	42,04	A, B, C y D
Rio Aipe	28.772,07	28,77	A, B y C
Rio Venado	13.873,93	13,87	A, B, C y D
Rio Saldaña	9.617,72	9,62	A, B, C y D
Rio Hereje	8.604,11	8,60	A, B y C
Rio Siquilla	6.554,58	6,55	A, B, C y D
Q Montalvo	2.454,33	2,45	B y C
Rio Parraga	2.243,15	2,24	A, B, C y D

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

El Instituto Nacional de Vías – INVIAS, en el capítulo 5 del Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas describe el volumen de agua para cada una de las alternativas para uso doméstico e industrial, para lo cual en la siguiente tabla se determina el estimado del consumo total de agua de uso industrial para cada una de las alternativas propuestas.

Volumen total de agua para uso industrial por alternativa

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Concretos hidráulicos (m^3)	1.199.452	1.152.227	1.113.738	1.055.619
Mezclas asfálticas (m^3)	45.457	60.262	39.883	37.802
Capas granulares (m^3)	345.696	363.160	309.253	293.115

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Riegos y aspersiones (m^3)	4.760	4.062	4.341	3.421
Terraplén (m^3)	1.180.129	1.072.179	1.279.078	1.535.951
TOTAL (m^3):	**2.775.494**	**2.651.890**	**2.746.294**	**2.925.909**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

En la siguiente tabla se determina el estimado del consumo total de agua de uso doméstico para cada una de las alternativas propuestas.

Volumen de agua de uso doméstico por alternativa

ÍTEM	A	B	C	D
INSTALACIONES TEMPORALES	272.000	210.000	263.340	210.672
INSTALACIONES PORTALES TÚNELES	432.000	408.000	517.104	488.376
PONTEADEROS	960.000	960.000	387.828	517.104
TOTAL (m^3):	**1.664.000**	**1.578.000**	**1.168.272**	**1.216.152**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Vertimientos

Respecto a los vertimientos de aguas residuales, se prevé que los campamentos industriales puedan generar este tipo de aguas y por tanto deban contar con un sistema de tratamiento de las mismas para su posterior descarga. La localización de los campamentos y las posibles fuentes receptoras serían las siguientes:

Posibles fuentes hídricas receptoras

COMPLEJOS INDUSTRIALES	ABSCISA DE DISEÑO	POSIBLE FUENTE RECEPTORA
ALTERNATIVA B y C		
CI-1	K11+600	Q La fría
CI-2	K54+400	Río Hereje
CI-3	K99+200	Río Claro
CI-4	K117+600	Q. Hatoviejo
ALTERNATIVA A y D		
CI-1	K7+600	Q Los negros
CI-2	K56+000	Río Hereje
CI-3	K85+200	Q. El Tablón
CI-4	K141+000	Q. Agua fría

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Ocupación de Cauce

La estimación de las ocupaciones de cauce necesarias para cada una de las alternativas es la siguiente:

Estimativo ocupaciones de cauce

NO. DE OCUPACIONES DE CAUCE								
OBRAS HIDRÁULICAS	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**247**	**Un**	**258**	**Un**	**200**	**Un**	**160**	**Un**

Fuente: ANLA a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

El Diagnostico Ambiental de Alternativas presentado señaló de manera general -dado el alcance del proyecto en fase I, las características y localización de las alternativas donde se indica que estas se sitúan cerca a centros poblados, caseríos y asentamientos dispersos, señalando lo siguiente:

Asentamientos comunes a las Alternativas: Los asentamientos comunes identificados en las alternativas, son:

- El Resguardo Indígena las Mercedes (alternativas A y B), localiza en el municipio de Rioblanco (Tolima), Pueblo Indígena NASA con una población total de 254 habitantes, sus actividades económicas las derivan del sustento de los cultivos de fríjol, granadilla, habichuela y en menores cantidades de café y plátano, aunque últimamente están implementando cultivos de Sacha Inchi.

- El centro poblado del corregimiento de Herrera (alternativas A, B, C y D), en el municipio de Rioblanco (Tolima), población total de 24.993 habitantes, población urbana 4.269 habitantes, población rural de 20.724 habitantes, su proyección poblacional al 2020 es de 24.039, y sus actividades económicas se centran en cultivo de café, cultivo de productos agrícola y ganadería;

- Asentamientos dispersos en las Veredas Berlín y Diamante (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del municipio de Ataco (Tolima), con una población total de 15.665 habitantes, una urbana de 4.566 habitantes, y rural de 11.099 habitantes, su proyección se estima para el año 2020 en 22.891 habitantes, y sus principales actividades económicas son los cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales, entre otros; actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas y avícolas.

- Centro poblado de Praga (Alternativas A y B), corregimiento de Praga, en jurisdicción del municipio de Aipe (Huila), con una población total: de 19.928 habitantes, urbana de 12.254 habitantes, y rural: 7.674 habitantes, y una proyección de población estimada para el año 2020 de 29.940 habitantes. Sus principales actividades económicas se centran en la industria petrolera, ganadería para ceba y cría; explotación minera de minerales como roca fosfórica, barita, carbón, arcilla; agricultura; comercio e Industria.

- Centro Poblado, Corregimiento Santiago Pérez (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del Municipio de Ataco, con una población total de 15.665 habitantes, una urbana de 4.566 habitantes, una rural de 11.099 habitantes y una proyección al año 2020 de 22.891 habitantes; sus principales actividades económicas son, entre otros, cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales; actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas, y avícolas.

- Centro poblado Mesa de Atá (Pueblo Nuevo), (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del municipio de Ataco, con una población urbana de 4.566 habitantes, rural de 11.099 habitantes, una proyección estimada de población para el año 2020 de 22.891 habitantes, sus principales actividades económicas son los cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales entre otros; complementado con las actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas, y avícolas.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA

ÁREA DE ESTUDIO

Para el Diagnostico Ambiental de Alternativas se determinaron las áreas de influencia de acuerdo a los Términos de Referencia para la elaboración de este tipo de estudios para proyectos lineales (DA-TER-3-01) adoptados por el MAVDT (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS), mediante Resolución 1277 de junio 30 de 2006.

Señaló el mismo Diagnostico Ambiental de Alternativas que las áreas de influencia fueron definidas teniendo en cuenta la identificación de los impactos que puedan generarse, manifestarse y trascender al medio físico, biótico, socioeconómico y cultural durante la construcción y operación del proyecto.

ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

El AII es el área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al AID y se extiende hasta donde se estima se manifiestan tales impactos, de conformidad

con las condiciones más prevalecientes. Para los trayectos a "cielo abierto" y conforme las condiciones dominantes del proyecto que discurre en su mayoría en terreno montañoso, donde la intervención tiende a ser muy específica conforme el diseño geométrico y las características geológico – geotécnicas, se contempla ampliar la franja de 200 m de ancho referida para el AID, a una dimensión holgada y representativa que permita asimilar las posibles variaciones del diseño en etapas posteriores del proyecto, siendo para los efectos del orden de 400 m, es decir 200 m a cada lado del eje central en cada corredor alternativo en evaluación.

En esta franja aloja lo referente a cortes, terraplenes, puentes, zodmes, vías de acceso y en general la potencial infraestructura operativa que acompaña la materialización y la operación de un proyecto de esta magnitud y características. Es muy importante asimilar que la presente fase de diagnóstico ambiental de alternativas es a nivel de prefactibilidad, donde es conveniente adoptar anchos como el indicado, intuyendo que en las fases subsiguientes de estudios y diseños a nivel de factibilidad y/o fase III, se requiere ajustar y optimizar el discurrir de los trazados geométricos resultantes, los cuales de todas formas deberán en su momento y en lo mayormente factible, estar inmersos en la franja delimitada espacialmente para el AII.

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

Se determinaron cuatro alternativas (A, B, C, D) las cuales tienen unos tramos en común como es el caso de cruzar la cordillera central a través de túneles carreteables para el caso de las alternativas A y B y túneles férreos para las alternativas C y D y se describe las actividades teniendo en cuenta la franja a utilizar de las obras a construir en superficie como en los túneles proyectados.

a. Túneles largos y profundos

El AID corresponde a la intervención puntual y directa del macizo rocoso profundo, circunscribiéndose en consecuencia al contorno directo de excavación y su envolvente cercana, que se ha estimado entre 30 metros y 40 metros en función de las condiciones hidrogeológicas presentes, pues las características de la roca, las condiciones de la excavación y el nivel de la rasante, concentran y delimitan las intervenciones y sus impactos asociados, a la misma actividad de excavación, al proceso de retiro del material removido y a la implementación de revestimientos y acabado final dentro de la cavidad subterránea. En consecuencia, la delimitación gráfica de la influencia directa en estos túneles profundos es una representación lo más aproximada posible de la situación que acontece bajo tierra a 2540 metros de profundidad, y que conforme la caracterización física adelantada se puede circunscribir a un ancho del orden de 400 m totales a nivel de desplante de la rasante, inmersa plenamente en el entorno profundo de estos túneles férreos.

b. Otros túneles

En lo concerniente a los demás túneles, es decir los medianos, los cortos y algunos largos, con tendencia a coberturas más superficiales o someras, la situación es similar a los de la Cordillera Central en materia de impactos directos, pero con la diferencia que se advierten impactos secundarios relativamente representativos sobre las respectivas coberturas de cada obra subterránea; estos últimos asociados propiamente al AII, pudiéndose incluso señalar que la afectación indirecta representa mayores incidencias que la directa por aspectos ligados a por ejemplo potenciales alteraciones del medio hídrico en sus diversas manifestaciones. En consecuencia, la representación gráfica del área de influencia directa para estas obras subterráneas resulta igualmente representativa mediante los 200 m totales establecidos especialmente y conforme la caracterización física adelantada.

c. Obras en superficie

Se hace referencia a la combinación de ponteaderos principales y de trayectos a "cielo abierto". Al respecto y en virtud de contar con resultados representativos de las áreas de Diseño Geométrico, Geología y Geotecnia, conforme el mejor grado de detalle que se deriva de los requerimientos de la autoridad ambiental, es factible identificar un AID apropiada, que es el resultado de la suma de la denominada intervención directa por materialización de las correspondientes obras civiles (a partir de líneas de chaflán de acuerdo con el diseño en planta y en perfil disponible a Fase I), más unas márgenes que se requiere incluir a manera de holgura o seguridad por factibles ajustes del diseño en etapas posteriores del proyecto, todo lo cual permite establecer un ancho pleno o total del orden de

400 m a efectos de la representación gráfica del AID en superficie, para cada uno de los corredores en evaluación.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD

Consideraciones Medio Abiótico

Teniendo en cuenta la información presentada y la visita de campo realizada por esta Autoridad se pudo observar los sitios de inicio y final de las cuatro alternativas propuestas (A, B,C,D), con unas longitudes propuestas en cada una de estas 165 Km, 155,2 Km, 148,55 Km y 140,8 Km en cuyos trayectos se observó un cordón montañoso en la mayoría de las longitudes de estas, por lo consiguiente se proyecta la construcción de túneles, viaductos, terraplenes y puentes y demás obras de arte.

Los tramos de las alternativas se encuentran dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos Hereje, Saldaña y demás fuentes hídricas que son afluentes de este, que finalmente entrega las aguas a la gran cuenca del rio Magdalena.

Con respecto al paisaje las alternativas en el punto de inicio se observó un paisaje de ladera hacia plano donde se puede apreciar el comienzo del gran valle del cauca con sus cultivos de caña de azúcar, en la parte final de los abscisados de las alternativas terminan en un paisaje montañoso hacia ladera conectando a la ruta 45 vía nacional de gran importancia para conectar al norte, interior y sur del país, donde se pudo observar la formación del desierto de la Tatacoa y la cuenca del rio Aipe entregando sus aguas al rio Magdalena.

Una vez evaluada la información presentada respecto a la definición del AID de las alternativas propuestas, se considera que es adecuada y coincidente con la información presentada y las observaciones realizadas durante la visita técnica adelantada.

Se concluye que el área de influencia Indirecta está adecuadamente establecida y corresponde con el área de estudio propuesta, así mismo, la delimitación cumple con los requerimientos definidos en los términos de referencia DA-TER-3-01.

Consideraciones Medio Biótico

La metodología empleada en la definición del área de influencia directa e indirecta para las alternativas se basó en criterios ecosistémicos de relevancia significativa tales como drenajes naturales, drenajes artificiales, divisoria de aguas, distribución de coberturas vegetales: criterios que delimitan la manifestación de los impactos generados por el proyecto dentro del área de estudio.

Desde el medio biótico, se considera que el área de influencia directa e indirecta para cada una de las alternativas propuestas por la Sociedad es coherente y cubre en extensión, hasta donde se proyectan de forma directa los impactos generados por las actividades del proyecto en cada una de las alternativas presentadas.

Consideraciones Medio Socioeconómico y cultural

El estudio del Medio Socioeconómico contempla dos áreas de influencia, las cuales se delimitan según la organización político-administrativa del área del proyecto, así como la presencia de territorios que corresponden tanto a los resguardos indígenas del Pueblo Nasa que se localizan en cercanía al proyecto como aquellos que corresponden a la zona de Parques Nacionales Naturales PNN de Colombia:

Unidades Territorial Mayores (UTM): se localizan en tres departamentos de intervención, correspondientes a: Valle del Cauca, Tolima y Huila y los respectivos municipios Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima (Tolima) y Neiva y Aipe (Huila), por los cuales discurre las cuatro (4) alternativas propuestas.

Unidades Territoriales menores (UTm): corresponden a corregimientos, veredas, caseríos y territorio de comunidades étnicas que se ubiquen sobre o en cercanía al área de intervención, señalo el Estudio que en este caso se evaluarán para cada una de las UTm aspectos relacionados con demografía, acceso y cobertura en servicios públicos y sociales, aprovechamiento de recursos naturales, actividades económicas, mercado laboral, formas de tenencia, organizaciones sociales, entre otros temas de interés, estas unidades se relacionaron en la siguiente tabla:

La alternativa que mayor número de unidades territoriales menores interviene es la Alternativa A con 51 unidades, seguida de las Alternativas B y C con 45 unidades, mientras la Alternativa D presenta el menor número con 42.

El municipio que observa mayor intervención en su territorio es el de Ataco con 23 unidades territoriales menores en las alternativas A y D respectivamente, seguido de Pradera con 12 con las alternativas C y D, seguida del municipio de Ataco con 11 en las alternativas B y C.

En contraste el municipio que menor número de veredas o unidades menores ve afectadas es Natagaima y Neiva con tan solo 1 unidad en las alternativas B y C respectivamente, seguido de Rioblanco con un promedio de 3 a 2 unidades afectadas en las cuatro alternativas evaluadas.

Finalmente, la alternativa D es la que interviene el menor número de municipios por alternativa; el Resguardo Indígena Kwet Wala solo se encuentra en la alternativa C.

Esta Autoridad considera que las áreas de influencia presentadas son acorde con lo visto en campo durante la visita y es coherente con lo establecido por el Instituto Agustín Codazzi – IGAC y Términos de Referencia, es necesario señalar que de acuerdo con la información suministrada, las Unidades Territoriales fueron establecidas con base a los Esquemas y Planes de Ordenamiento Territorial de acuerdo a la localización de las cuatro (4) Alternativas, en ese sentido y con base en la información descrita anteriormente, así como lo observado durante la visita de evaluación por medio de las diferentes entrevistas con las autoridades municipales, se considera pertinente y ajustado lo presentado para el área de influencia en relación con el medio socioeconómico y a lo definido en los Términos de Referencia.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD A LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO ABIÓTICO

Geología

Se hace la descripción estratigráfica, el análisis estructural regional, la comparación geológica de las alternativas y el análisis y evaluación de las amenazas naturales.

Estratigrafía

En relación a la Geomorfología General, en el proyecto se encuentran unidades litológicas que varían de edad desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. De igual forma, los rasgos estructurales, representados por las diferentes fallas y lineamientos, que en la zona del proyecto presentan una tendencia regional más importante NE-SW, delimitan porciones extensas del terreno, imprimiendo un marcado control estructural sobre el relieve y aumentado el grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos.

La escala de trabajo de 1:10.000 para las obras subterráneas, en función de la sectorización geológica que influye directamente en el comportamiento hidrogeológico del área, que divide en tres (3) regiones geográficas representativas donde se emplazan los corredores en análisis; a saber:

> **Región 1:** Valle Alto del río Cauca entre Palmira y la Falla de Potrerillo en el piedemonte occidental de la Cordillera Central. (en esta región no se contemplan la construcción de túneles). Corresponden a extensos depósitos cuaternarios, de origen aluvial, fluvio-glacial conforman buena parte de esta región.
>
> **Región 2:** Vertiente occidental de la Cordillera Central entre la Falla de Potrerillo y su divisoria de aguas, en el límite departamental Valle del Cauca - Tolima. (En esta región se ubican los túneles férreos y viales largos). La Cordillera Central está constituida por rocas ígneas y metamórficas del Proterozoico al Terciario, recubiertas por rocas volcánicas y depósitos volcano-sedimentarios del Terciario y Cuaternario. En las estribaciones aparecen rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico.
>
> **Región 3:** Estribaciones orientales de la Cordillera Central entre la citada divisoria de aguas y la Falla de San Francisco, en el piedemonte del valle superior del Río Magdalena. (En esta región se

concentran la mayoría de túneles del proyecto). El valle de los ríos Magdalena y Saldaña está conformado por rocas sedimentarias, marinas y continentales del Mesozoico y Cenozoico, que forman serranías alargadas en dirección N-NE, así como rocas volcánicas del Triásico-Jurásico. Extensos depósitos cuaternarios, de origen aluvial, fluvio-glacial, volcánico y volcanoclástico, conforman buena parte de esta región. La secuencia estratigráfica cretácica, paleógena y neógena es más gruesa hacia el noreste y disminuye paulatinamente hacia el suroeste.

De acuerdo a la caracterización de las unidades geológicas representadas en el área de estudio para las cuatro alternativas (A, B, C y D), el Batolito de Ibagué (Jcd) es la unidad geológica con mayor cobertura tanto en el área de influencia directa como indirecta.

Para la alternativa A presenta un % de cobertura 30,56 en el AII y 28,04% AID, en la alternativa B presenta un % de cobertura 36,93 en el AII y 34,27 % en el AID, en la alternativa C presenta un % de cobertura de 39,21en el AII y 39,37% AID, en la alternativa D presenta un % de cobertura 34,21 en el AII y 29,76% AID.

Geología Estructural

El área de estudio está ubicada en la zona andina, región colombiana sometida a interacción de las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica. Los mayores rasgos morfotectónicos son el valle del río Cauca, la Cordillera Central que se levanta a partir de un conjunto de fallas inversas escalonadas, la depresión estructural más sur del valle del río Magdalena, limitada al este con la Cordillera Oriental, cabalgando rocas del basamento de edad Precámbrica hasta Jurásica, sobre rocas sedimentarias más jóvenes del valle del Magdalena. Estos rasgos morfotectónicos están relacionados con posibles fenómenos distensivos en el Jurásico y compresivos en el Cenozoico (Oligoceno – Mioceno), a los que se asocia el levantamiento de las cordilleras y las depresiones interandinas.

Los esfuerzos de compresión principal, orientados en sentido general E-W, ocasionaron deformaciones de la corteza terrestre, en su mayoría pliegues y fallas geológicas; algunas de estas últimas de mucha importancia en evaluación de la amenaza sísmica.

En la Cordillera Central la mayoría son fallas inversas de ángulo alto, sin embargo, algunas de estas fallas se han movido como fallas de rumbo por lo menos una vez durante su evolución (Ingeominas, 1985). En general, para el sector de las Estribaciones Orientales de la Cordillera Central se diferencia una alta complejidad estructural, dada la historia tectónica que la caracteriza.

En esta área, se conoce un conjunto de fallas mayores; algunas de ellas afectan casi exclusivamente al Batolito de Ibagué, por lo que se dificulta detectar el tipo de movimiento y el desplazamiento de los bloques a lado y lado de la estructura (Ingeominas, 1985).

Una de las fallas más prominentes es la Falla del Saldaña que provoca el alineamiento de los ríos Siquila y Saldaña, donde el movimiento de la falla es de tipo vertical y el plano de falla tiene un buzamiento bastante alto; con el bloque Oriental levantado con relación al Occidental. La Falla El Hereje causa el control de los ríos Saldaña y Hereje, tiene dirección E-W.

Localmente, se le da mayor importancia a la disposición de las fallas que afectan la construcción de túneles. De esta forma, en los dos trazados de las Alternativas Viales (A, B), los túneles férreos alternativas (C, D) son afectados por la Falla Meridiano. Los túneles 5 y 6, de las Alternativas viales (A, B), respectivamente, se encuentran localizados en cercanías a la Falla Saldaña, adicionalmente, los túneles 13 y 16 de las Alternativas Viales (A, B), se encuentran localizados en cercanías al Sistema de Fallas de Chusma. Finalmente, los Túneles, 2, 3 y 7 de la alternativa del Corredor Vial alternativa (B) se encuentran afectados por la Falla Hereje y la Falla Santiago-Pérez, en su orden.

Comparación geológica de alternativas

A partir de información de campo y fotointerpretación de detalle se elaboró cartografía geológica a escala 1:25.000, Adicionalmente se adquirieron tres imágenes satelitales corregidas, sensor RAPIDEYE (años 2009, 2011 y 2014), sobre la cual se realizó el análisis geológico de alternativas.

Con la descripción de las unidades geológicas presentes en las Alternativas A, B, C y D en orden cronológico, se establece el tipo de litología y grado de compactación y competencia de las rocas que atravesaría el proyecto.

- Rocas Precámbricas: Rocas cristalinas producto de metamorfismo regional, facies anfibolita hasta granulita, representado en la Cordillera Central por el Complejo Icarco, distribuidos irregularmente dentro del Batolito de Ibagué, con frecuencia asociados a zonas de falla, especialmente la Falla del Saldaña. La litología más común es de anfibolitas masivas a ligeramente esquistosas y de grano fino a medio, neises anfibólicos bandeados, con grano medio a grueso y textura granoblástica y neises cuarzo-feldespáticos y biotíticos, cuarcitas y migmatitas.

- Rocas paleozoicas: Rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas de edad paleozoica afloran exclusivamente en la Cordillera Central, representadas por las unidades litologicas. Complejo Cajamarca (Pzc), Complejo Arquía (Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), Metagabroides de Bolo Azul (Pzba)), Batolito de Santa Bárbara (PTRcd). Estas litologías cristalinas están asociados a un metamorfismo regional de unidades pelítica–psamítica y rocas metaígneas y rocas ígneas plutónicas conformadas por cuarzo-diorita/tonalita. El batolito intruye los complejos de Cajamarca y Arquía, relacionado con el ciclo magmático permotriásico por lo que su edad seria Paleozoica superior para el metamorfismo regional. Estas características muestran unas rocas duras, competentes e impermeables.

- Rocas mesozoicas: corresponde a rocas de origen ígneo y sedimentario, las formaciones Payandé (secuencia calcárea con desarrollo de paisajes kárstico por disolución química), Saldaña (secuencia vulcano-sedimentaria conformada por rocas volcánicas, lavas y tobas, intermedia a ligeramente básica (dacitas-andesitas) con estratos sedimentarios son menos abundantes representados por areniscas líticas y arcósicas con intercalaciones de limolitas y arcillolitas y calizas), Batolito de Teruel e Ibagué (rocas fanerítica de textura equigranular, maciza y de composición tonalitas, cuarzodiorítica – cuarzomonzonítica, con facies locales dioríticas), Stocks cuarzo-dioríticos del cretáceo, Formación Anaime (Consiste de basaltos toleíticos masivos con lavas almohadilladas de origen oceánico) y un grueso paquete sedimentario de ambientes continental, marino transicional y marino conformada por las formaciones Yaví, Caballos, Hondita, Loma Gorda, La Tabla, Seca, Guaduas y unidades informales como las rocas sedimentarias de la Quebrada Barranco, Grupo Olini. Esta complejidad geológica influye directamente en la estabilidad de las obras y en el comportamiento hidrogeológico de las áreas a intervenir por el proyecto.

- Rocas terciarias: conformando unidades sedimentarias de ambiente continental e ígneo de origen plutónico y volcánico, representada por las rocas de la formación Gualanday, Grupo Honda (son unidades de permeabilidad primaria con moderada a alta capacidad hidrogeológica) y rocas Hipoabisales (diques cristalinos conformadas por rocas daciticas, andesiticas y graníticas, con texturas afanítica, porfirítica y fanerítica fina, que afloran como diques y plutones de poca extensión).

- Depósitos Cuaternarios: Los depósitos que se encuentran en el Valle del río Cauca son aluviones (Qal, Qt), derrubios (Qd) y espectaculares conos aluviales (Qca) concentrados a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Central. Los anteriores conos son en general depósitos múltiples que tienen poca estratificación y están compuestos de cantos, guijarros y gravas, con cantidades menores de arenas, limos y arcillas. Son depósitos dinámicos y su composición refleja la geología regional de la cordillera central.

En general todas las alternativas atraviesan las mismas unidades geológicas en menor o mayor proporción conformadas por rocas competentes, bien consolidadas con buena capacidad portante, de porosidad primaria, secundaria (asociada a fracturas y/o a la disolución de minerales) y rocas impermeables afectadas por un complejo comportamiento estructural debido a la interacción de las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica que levanta, fractura, falla, pliega las unidades que conforma de la Cordillera Central y sus estribaciones.

Conforme a lo evidenciado anteriormente, se observa que la información aportada mediante radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, en cuanto a la caracterización geológica cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006, no obstante, en el EIA se debe incorporar con mayor detalle los análisis geomecánico, la resistencia del material, el perfil de meteorización de las mismas, además del análisis morfodinámico y geotécnico de las unidades descritas y las amenazas naturales sísmica, inundación, ceraunica y erosión en el área de influencia de la alternativa seleccionada.

Se deberá optimizar los trazados de tal manera que se minimice la afectación predial y la de áreas que presenten amenazas naturales, como son fenómenos hídricos (inundaciones), morfodinámicos (procesos erosivos y de remoción en masa, entre otros) y geotécnicos (suelos altamente inestables que no garanticen la sostenibilidad de la vía a largo plazo); minimizando además la intervención de las áreas con coberturas vegetales naturales, seminaturales y en proceso de regeneración natural y también la necesidad de aprovechamiento forestal, uso o afectación de recursos naturales.

Adicionalmente se debe realizar una caracterización más detallada del sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia

Geomorfología

El componente de geomorfología presentado se realizó utilizando los criterios y metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC) en la "*Propuesta para la estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia*" (Carvajal, 2011) a escala 1:100.000 y la "*Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*" a escalas 1:10.000 y 1:2.000, complementado con imágenes de satélite y el DEM.

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas identifica los insumos temáticos como Modelo Digital de Elevación, mapas de pendientes, cartografía geológica e imágenes de sensores remotos, así mismo identifican las unidades en la totalidad de la zona de estudio, en escala 1:25.000.

Las diferentes unidades litológicas y el complejo comportamiento estructural provocan que el grado de susceptibilidad a los procesos morfodinámicos o al grado de fracturamiento de las unidades responda de manera diferencial a los procesos exógenos que moldean el territorio.

En general el proyecto identifica cinco (5) regiones geomorfológicas:

- *Región Geomorfológica 1, que corresponde al Valle del río Cauca, es casi de exclusividad de Ambiente Fluvial.*

- *Región Geomorfológica 2, que corresponde al flanco occidental de la Cordillera Central, la divisoria de aguas y la parte más alta del flanco oriental, hasta un cambio de pendientes que se alinea de sur a norte, probablemente por causas estructurales de tipo tectónico, tiene una predominancia de ambientes glaciales en las cotas más altas, siendo importantes en las cotas intermedias ambientes denudacionales y estructurales en cotas bajas en el piedemonte occidental, asociados al sistema de fallas de Romeral.*

- *Región Geomorfológica 3, haciendo parte también de la Cordillera Central, está determinada esencialmente por el control que ejercen las rocas ígneas del Batolito de Ibagué y presenta un predominio de ambientes denudacionales.*

- *Región Geomorfológica 4, finalizando la Cordillera Central, es controlada por la secuencia de rocas sedimentarias, que, aunque se encuentran por sectores intensamente plegadas, en conjunto aun es perceptible la tendencia aproximada norte sur en los rumbos, acorde con la dirección de fallas compresionales.*

- *Región Geomorfológica 5 integra el Valle del río Magdalena, donde no todo corresponde a ambientes fluviales como en el caso del río Cauca; estos ambientes se combinan en el predominio con ambientes denudacionales, en su mayor parte como lomas residuales, resultado de la erosión de rocas sedimentarias antiguas.*

Asimismo, el documento describe las unidades geomorfológicas basadas en el ambiente morfogenético:

Ambiente Denudacional: dentro de estas geoformas se encuentran aquellas que presentan una expresión morfológica definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan, dejando expresiones remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas unidades donde se acumulan los sedimentos, conformadas por geoformas de Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión, escarpe de erosión mayor, lomo denudado bajo de longitud larga, lomo denudado moderado de longitud larga, lomeríos disectados, ladera erosiva, lomo denudado

moderado de longitud larga, sierra denudada y residual.

Ambiente Fluvial: Corresponden a las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, sin importar las variaciones que tiene el comportamiento de la dinámica fluvial. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados apenas pierde su capacidad de arrastre, corresponden las unidades de Abanico aluvial sub-reciente, Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados, Escarpe de abanico fluvial, Planicie y delta lacustrino.

Ambiente Estructural: En este ambiente se encuentran las geoformas cuyo origen se asocia a las estructuras geológicas sobre las cuales se desarrollan el relieve, como los plegamientos y los fallamientos. En el área del Proyecto se presenta una alta complejidad estructural, al abarcar una franja horizontal extensa entre el valle del río Cauca, la totalidad de la Cordillera Central y el valle del río Magdalena, que involucra muchos de los más importantes eventos del tectonismo andino de Colombia, asociada a las geoformas de Espolón, escarpe de línea de falla, sierra, sierra homoclinal.

Ambiente Glacial: agrupa las geoformas que se originan por procesos relacionados con la erosión intensa ocasionada por el movimiento de masas de hielo en zonas de alta montaña ante el retroceso de las zonas glaciales, estos eventos modelaron el sustrato rocoso preexistente, generando gran cantidad de sedimentos que fueron trasportados o acumulados en las laderas adyacentes. En el área del Proyecto la totalidad de las unidades encontradas se localizan en las cotas más altas de la Cordillera Central, asociada a artesa glacial, circo glacial y de nivación, flancos de valle glacial, laguna glacial, morrena de fondo, sierra glaciada, sierra homoclinal glaciada.

Si bien se realiza un análisis morfográfico y dinamico de las unidades geomorfológicas identificada sobre la base de la fotointerpretación y control de campo es necesario identificar y establecer un análisis de áreas susceptibles a procesos morfodinámicos, mofométricos de las unidades cartografiadas y presentar un análisis de pendientes

Suelos

Se relaciona la descripción de las características edáficas generales del área de influencia de las alternativas propuestas, detallando variables relacionadas con la clasificación agrológica, capacidad de uso, cobertura y uso actual, analizadas con base en los estudios generales de suelos de los departamentos de Huila, Tolima, Valle del cauca y Cauca; estudios realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Unidades de Suelo

Descritos en el aparte de clasificación agrológica, en la zona de estudio se presentan suelos de paisaje de montaña en clima frío húmedo y muy húmedo (MLCc2), caracterizados por su baja fertilidad; suelos de paisaje de lomerío en clima frío húmedo y muy húmedo (LLBd3p) pobremente drenados y un nivel de erosión moderada en algunos sectores afectados por erosión hídrica y remoción de masa en grado ligero a moderado y suelos de paisaje de lomerío en clima medio seco caracterizados por ser superficiales con un nivel severo de erosión, sobre todo hídrico y eólica y altos niveles de pedregosidad.

Clasificación agrológica

En la zona de influencia del proyecto se identificaron grupos agrológicos:

La clasificación de los suelos por su capacidad de uso contempla ocho (8) clases que se designan con números romanos del I al VIII, donde la clase I corresponde al suelo con las mejores características para la producción agropecuaria y la clase VIII son suelos que se deben dedicar a la conservación debido a que presentan muchas limitantes que no permiten su explotación agropecuaria.

El sistema de clasificación agrológica de los suelos comprende el agrupamiento de suelos de acuerdo con su mismo grado relativo de limitación y riesgo, en lo referente a su uso, protección y conservación, de tal forma que se garantice su uso sostenible. El método se integra por ocho clases, las que se designan con números romanos, aumentando su grado de limitación respecto de su aprovechamiento agropecuario. Las clases I a IV

pueden ser aradas y cultivadas sin mayores riesgos, siempre y cuando se lleven a cabo prácticas correctas de conservación. Las clases V a VIII no pueden ser aradas y cultivadas y requieren protección y conservación.

Uso actual del suelo

El uso actual del suelo se verificó con la ayuda del SIG, de las unidades de suelo y las unidades de cobertura de la zona de estudio, siendo las actividades agropecuarias establecidas sobre dichas coberturas, las que corresponden al uso actual de cada unidad resultante.

En el capítulo 4 del estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, en la **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.**, se presenta la caracterización del uso actual del suelo para cada una de las alternativas A, B, C y D respectivamente, el uso del suelo categorizado como uso de PROTECCIÓN es el más representativo a nivel de cobertura en porcentaje y hectáreas para las cuatro alternativas. Las categorías del uso actual del suelo corresponden a las establecidas por el IGAC.

Según lo observado en la visita de campo por esta Autoridad se establece que el uso de mayor predominio es el de protección y le sigue el agrícola, observándose cultivos de café en su gran mayoría, plátano y caña de igual forma, se identifican potreros asociados a ganadería intensiva y semi intensiva. Al igual se presentan caseríos distanciados en el área de estudio.

Uso potencial del suelo

En la determinación del uso potencial del suelo se utiliza la capacidad de uso, que corresponde a la clasificación y agrupación de las tierras en unidades homogéneas que presentan e igualmente suministran similares condiciones de explotación y manejo con el fin de obtener altos rendimientos, generando un menor riesgo de deterioro, sistema desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (Manual 210 USDA) con algunas adaptaciones y modificaciones realizadas por la Subdirección de Agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC para su aplicación al trópico Colombiano a lo largo de los años de aplicación de la misma.

El análisis de tipo interpretativo de la capacidad de uso de las tierras se fundamenta en la evaluación de los siguientes criterios de calificación sobre cada una de las unidades cartográficas de suelos que integran la caracterización del recurso. A continuación, se describen estos:

- Pendiente
- Degradación (grado de erosión, remoción en masa).
- Humedad (drenaje natural, frecuencia de inundación, rango y duración de inundaciones).
- Suelos (Profundidad efectiva, grupo textural, fragmentos de roca, pedregosidad en superficie, afloramientos rocosos, fertilidad, conductividad, PSI, relación Ca/Mg, Saturación de aluminio).
- Clima (piso térmico, provincia de humedad, distribución de las lluvias, heladas).

Adicionalmente se describió para cada una de las alternativas el potencial de suelo de cada una de las franjas del área de influencia directa e indirecta de las alternativas A, B, C, D.

Conflictos de uso del suelo

Los conflictos de uso del suelo identificados corresponden a tierras en uso adecuado donde el uso actual está acorde a su capacidad de uso, tierras en uso inadecuado en zonas donde el uso actual supera el uso potencial de los suelos y tierras en uso muy inadecuado correspondiente a zonas donde el uso actual está muy por encima de la aptitud de los suelos.

Respecto de la caracterización diagnostica del componente suelo se presenta el desarrollo de los conflictos de uso del suelo como un aspecto concluyente de la evaluación del recurso, a través de los cuales se identifica el estado de aprovechamiento y deterioro del mismo.

La determinación de los niveles de conflicto de uso del suelo se sustenta en un procedimiento que se fundamenta en la confrontación simultánea de las temáticas definidas como uso actual versus el uso potencial, determinando así, en mayor o menor grado la discrepancia entre el aprovechamiento actual de las tierras y la oferta edáfica estimada.

Para la determinación de los conflictos de uso del suelo se implementó la matriz de cálculo, la cual presenta la totalidad de las posibles combinaciones que se pueden presentar en el área de estudio, lo que hace referencia a la confrontación de las unidades de uso actual especifico, versus las 4 clases agrologicas que definen las categorías de capacidad de uso de las tierras que determinan el uso potencial, estableciendo las posibles combinaciones que son analizadas, de acuerdo con la caracterización de las unidades de uso y de otra parte las características de las categorías de capacidad de uso que definen el uso potencia.

Para las cuatro alternativas a evaluar dentro de este trámite, las tierras sin conflicto de uso o uso adecuado es la unidad más representativa en cobertura y en porcentaje dentro del área de estudio.

Hidrología

Para entender el comportamiento hidrológico del área de estudio que comprende la región de las Estribaciones Orientales de la Cordillera Central, se lleva a cabo la recopilación y análisis de estudios de este tipo elaborados por diferentes entidades, especialmente para determinar los volúmenes de agua que se infiltran en las unidades hidrogeológicas potencialmente acuíferas. Estos análisis se centran únicamente en una caracterización climática (análisis temporal y espacial de datos de lluvia, temperatura, evapotranspiración) y de red de drenaje, con base en la información analizada.

El área de estudio, dada su extensión y su diversidad de relieves presenta distintas condiciones climáticas y atmosféricas como referente se tienen principalmente estudios de Planes de Ordenamiento Territorial de algunos de los municipios que hacen parte de la Región 3.

En cuanto a la red hidrográfica de la región se conforma por la gran cuenca del Río Magdalena, con un caudal promedio año 728.81 m3, haciendo parte de esta cuenca varios ríos como Pata, Río Claro, Atá, Saldaña, Bolo Blanco, Hereje, Cambrín, Anamicho, Mendarco y Blanco, entre otros.

El área montañosa de la Región 3 dado su relieve, presenta una gran diversidad de climas que van desde cálidos con temperaturas medias anuales de 26° Centígrados, precipitaciones de 1500.0 mm/año y alta evapotranspiración del orden de 1200.0 mm/año, hasta zonas de páramo con temperaturas entre 12 y 4° C y alturas entre 3000.0 y 4000.0 m.s.n.m. De acuerdo con los registros del IDEAM, en las estribaciones correspondiente a la parte media de la Cordillera, en alrededores de los 1000.0 msnm, la precipitación es de 2000.0 mm/año y la evapotranspiración de 1500.0 mm/año.

Para el análisis de las características hidrológicas se contempla un área de estudio para los cuatro corredores, dividida en cuatro (4) sectores o regiones con características similares cada una; son las siguientes:

a. Valle Alto del Río Cauca, entre la ciudad de Palmira y la Falla de Potrerillo en el Piedemonte Occidental de la Cordillera Central.
b. Vertiente Occidental de la Cordillera Central, entre la Falla de Potrerillo y su divisoria de aguas en el límite departamental Valle del Cauca - Tolima.
c. Estribaciones Orientales de la Cordillera Central, entre su divisoria de aguas y la Falla de San Francisco en el piedemonte del Valle Alto del río Magdalena.
d. Valle Alto del río Magdalena, entre la Falla de San Francisco en el piedemonte de la Cordillera Central y la Falla de Baraya en el piedemonte de la Cordillera Oriental.

La información presentada cumple con los requisitos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente hidrología.

Usos del agua

Se determina los usos actuales y usuarios del agua a partir de información secundaria generada en los POMCA's, registros de concesiones otorgadas por las Corporaciones Autónomas Regionales, así como trabajo de campo, indicando que predominan en el área de influencia el uso doméstico, agrícola, pecuario, para abastecer los acueductos municipales y el sector agroindustrial, se describe en el capítulo 4 del documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas todos los usos del agua por municipio donde pasa cada una de las alternativas propuestas.

Adicionalmente se relaciona conceptualmente las implicaciones de los conflictos por el uso del agua en términos

generales, así como la estimación de caudales mínimos para diferentes períodos de estiaje durante el año, teniendo en cuenta la visita de campo realizada por la empresa consultora para identificar el uso del agua subterráneas y superficial, la gran mayoría de las personas entrevistadas aducen que el suministro de agua para uso doméstico, las quebradas abastecedoras reducen de forma considerable su caudal en época de estiaje, los cuales deben hacer racionamiento, que si no es bien manejado, ocasiona un conflicto del uso y más para riego de cultivos, por el acceso limitado al agua.

Teniendo en cuenta la visita de campo realizada por esta Autoridad y la información suministrada, se pudo observar que para las alternativas (A, B) en el sitio del caserío la unión vereda Castel del departamento del Huila en la construcción de los túneles para estas alternativas el riesgo es alto por el corte de agua subterránea y en los sitios de los caseríos de tres esquinas y santa Rita se puede presentar un alto riesgo de afectación en fuente superficial.

Por otra parte en la localización de los tramos de las alternativas (A,B) en el sector de florida donde se empieza ascender por la vía existente tipo 6, paralelo a la margen izquierda del rio fraile para llegar al sitio del portal de entrada de la proyección de los túneles carreteables para estas alternativas donde se localiza la comunidad étnica los Nassa del resguardo indígena Paeces donde se niegan a dar el permiso o la viabilidad a los megaproyectos; y en este sector donde nace el rio fraile el cual es la fuente hídrica que alimenta los acueductos veredales como municipales de pradera, la candelaria, florida y Palmira.

Hidrogeología

El análisis del componente hidrogeológico elaborado contempla el desarrollo de los siguientes aspectos identifica o relaciona tres regiones a partir de sus características hidrogeológicas (coincidente con la caracterización geológica). Las unidades hidrogeológicas se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la IAH (1995), de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (Primaria o intergranular y secundaria o por fracturas) y a su potencialidad acuífera, reflejada esta última en el valor de la Capacidad Específica.

Por tal razón las diferentes unidades hidrogeológicas del área se pueden clasificar en Acuífero (Unidad hidrogeológica que almacena agua y permite su movimiento a través de sus poros o fracturas bajo la acción de la gravedad o de diferencias de presión), Acuitardo (Unidad hidrogeológica que almacena y transmite lentamente el agua subterránea hacia una captación artificial o natural o hacia un acuífero adyacente) y en Acuicludo (Unidad hidrogeológica que no almacena ni trasmite el agua subterránea):

Región Uno: Valle Alto del Río Cauca entre la Ciudad de Palmira y la Falla de Potrerillo en el Piedemonte Occidental de la Cordillera Central.

El análisis de la información geológica, estructural, geomorfológica, hidrológica y captaciones de aguas subterráneas a partir de los informes CVC-INGEOMINAS (1971) y CVC, (1986) conformadas por rocas de la Formación Amaime (rocas volcánicas) de una pobre porosidad secundaria por fracturas, por rocas ígneas de muy baja permeabilidad y rocas de la Formación Vilela (conglomerados interestratificados con tobas arenosas) de porosidad primaria y por los depósitos Cuaternarios con desarrollo de porosidad primaria.

En general, el área está cubierta por extensos depósitos conos aluviales de edad Cuaternaria, que conforman sistemas acuíferos de tipo libre de porosidad primaria. Dicha unidad hidrogeológica constituye el principal sistema acuífero del Departamento del Valle del Cauca. Estos depósitos cuaternarios agrupan diversas unidades de tipo aluvial y coluvial como las Terrazas, Depósitos de Derrubio y de Cauce Aluvial.

En esta región los sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular conforman sistemas acuíferos de extensión regional del periodo cuaternario considerados de gran importancia hidrogeológica en el departamento del Valle del Cauca, debido a su gran almacenamiento de agua de buena calidad para diversos fines, especialmente consumo humano, doméstico, agrícola e industrial, pertenecen a esta clasificación los acuíferos depósito de conos aluviales, terrazas y depósito de cauce aluvial del cuaternario y el acuífero Vilela del Terciario. Este comportamiento geológico conforma acuíferos multicapa de tipo libre, semiconfinado y confinado con un espesor entre 1 a 200.0 m, depositada sobre unidades consideradas de escasa a nula permeabilidad.

La dirección general del flujo subterráneo va del piedemonte hacia el Sur Este en dirección al Río Cauca, con un gradiente hidráulico bajo, además los parámetros hidráulicos calculados para la Unidad Hidrogeológica en el área atravesada por las Alternativas Viales son, para la Transmisividad entre 300.0 y 1000.0 m2/día, con Coeficiente de Almacenamiento desde 1.5 E-03 hasta 7.0 E-04 y Conductividad Hidráulica de 3.0 a 6.0 m/día,

la Capacidad Específica fluctúa desde 5.0 hasta8.0 l/s/m, siendo explotada por pozos con caudales que varían de 20.0 a 80.0 l/s. El Radio de Influencia calculado para estos pozos varía entre 500.0 y 1200.0 m de longitud.

El agua subterránea es dulce con una concentración en Sólidos Disueltos Totales que varía entre 220.0 y 300.0 mg/l, contenido de CaCO3 entre 100 y 400 mg/l (aguas duras a muy dura) con un pH desde 7.1 hasta 7.3. Geoquímicamente se clasifica como bicarbonatada cálcico magnésica y bicarbonatada magnésico cálcica, resultado principalmente del proceso de lavado por corrientes superficiales de rocas de origen volcánico, su recarga ocurre primordialmente a partir del agua superficial que se infiltra rápidamente a través de los piedemontes.

Otra categoría propuesta en el documento de Diagnóstico Ambiental son los Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular y a través de fracturas, con limitados recursos de aguas subterráneas al que pertenece el Acuitardo Depósito de Derrubios del Cuaternario, conformado por fragmentos de rocas volcánicas en matriz de granulometría predominantemente fina, y por los Acuicludos Formación Amaime, compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino localmente fracturadas, que conforman en gran proporción la vertiente Occidental de la Cordillera Central, constituyendo a su vez el basamento hidrogeológico del área y por las rocas intrusivas Pórfidos Andesíticos, Diorita Horbléndica y Roca Intrusiva constituyen sistemas de baja capacidad hidrogeológica en almacenamiento y tansmisividad ya sea por el porcentaje de matriz arcillosa que conforman sistemas de acuitardos o acuicludos por la textura cristalina de las rocas ígneas – metamórficas. Estas unidades regionalmente, por la masividad y compactación exhibida permiten considerarla prácticamente impermeable, y por ello se considera el basamento de la cuenca hidrogeológica del área investigada. Aunque pueden conformar sistemas acuíferos por porosidad secundaria.

La definición de estas unidades y su potencial hidrogeológico permite establecer un Modelo Hidrogeológico Conceptual y predecir el comportamiento del agua subterránea almacenada en las diversas unidades hidrogeológicas y su relación con las fuentes superficiales.

De este modo, se identifican zonas de recarga (infiltración), zonas de tránsito, de almacenamiento y zonas de descarga del agua subterránea. Siendo las rocas Paleógenas - Neógenas volcano-sedimentarias de la Formación Vilela que afloran en cercanías al piedemonte con espesor aproximado a los 100.0 m y depositadas sobre la Formación Amaime (basamento hidrogeológico), por contener una matriz limo-arenosa se comporta como acuífero con pobre a moderada capacidad de almacenamiento de agua.

Es recargado por la precipitación y las corrientes superficiales y a su vez aportan agua al flujo base de las corrientes superficiales a ella asociadas. Hacia el Occidente, el gran Acuífero Aluvial conformado por el Depósito Aluvial del Valle del Río Cauca es recargado principalmente por las corrientes superficiales provenientes de la vertiente de la Cordillera Central y a través de la precipitación. El flujo subterráneo tiene una dirección desde el piedemonte hacia el Suroccidente en dirección al cauce del Río Cauca y fundamentalmente su descarga ocurre alimentando el flujo base del Río Cauca y mediante la explotación de numerosos pozos profundos y aljibes.

Región Dos: Vertiente Occidental de la Cordillera Central entre la Falla de Potrerillo y su Divisoria de Aguas en el Límite Departamental Valle del Cauca-Tolima.

Durante la Orogenia Andina en el Neogeno, se produce el levantamiento y deformación de la Cordillera Central, dando lugar a las intrusiones ígneas que contribuyen al plegamiento y fallamiento en la mencionada Cordillera.

Asimismo, se producen una serie de geoformas abruptas y montañosas representadas por serranías, cerros agudos y colinas altas sub-redondeadas de fuertes pendientes, donde se desarrolla un drenaje sub-paralelo a rectangular generalmente controlado por los rasgos estructurales, de corrientes generalmente de tipo permanentes que al final de los períodos secos alcanzan a disminuir considerablemente sus caudales.

El análisis hidroclimático muestra una precipitación promedio de 1578.0 mm/año y una evapotranspiración del orden de 1200 mm/año, un balance hídrico le asigna que la cantidad de agua disponible para escorrentía y evaporación equivale a 264.0 mm/año y la infiltración del suelo y percolación hacia los acuíferos es de aproximadamente 79.0 mm/año, estimándose para la recarga potencial del área un valor cercano a los 40.0 mm/año.

La clasificación de unidades hidrogeológicas identifica a los sedimentos con flujo esencialmente intergranular potencialmente acuífera por porosidad primaria a los depósitos aluviales cuaternarios, debido a su directa asociación con las corrientes superficiales conformando acuíferos continuos de extensión regional de tipo libre y de baja a muy productividad debido a su poco espesor, menor de 5.0 m, y extensión que son recargados por

la lluvia.

Otra unidad caracterizada corresponde al Sistema Acuífero Grupo Cajamarca cuya capacidad y dirección de flujo está supeditado al grado de fracturamiento de la unidad con bajas a moderadas posibilidades de almacenamiento de agua, siendo de tipo confinado. Es recargado principalmente por la infiltración directa del agua lluvia y las corrientes superficiales hacia las partes altas de sus zonas de afloramiento, transitando el agua en forma rápida a través de las fracturas, convirtiéndose los manantiales, que generalmente ocurren en las partes topográficas medias y bajas, en sus zonas de descarga.

El basamento hidrogeológico está asociado a las rocas cristalinas y depósitos de derrubios o de origen glacial conformado principalmente por fragmentos de rocas volcánicas los primeros y rocas ígneas y metamórficas embebidos en matriz de granulometría predominantemente fina y desarrollo de porosidad primaria. Las unidades rocas están representadas por los Acuicludos Formación Amaime compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino, y por las rocas intrusivas Stocks Cuarzo-Dioríticos, Batolito de Ibagué, Esquistos Básicos de Bugalagrande, Metagabros de Bolo Azul y Batolito de Santa Bárbara.

En esta región no se presentan datos correspondientes a inventario de captaciones de agua subterránea, por lo que no se pueden definir características como nivel freático y parámetros fisicoquímicos de cada una de las unidades geológicas presentes en dicha región.

Región Tres: Estribaciones Orientales de la Cordillera Central entre la citada Divisoria de Aguas y la Falla de San Francisco en el Piedemonte del Valle Superior del Río Magdalena en límites con la Ruta 45.

Con una longitud total desde la Divisoria de Aguas hasta la Falla de San Francisco, de aproximadamente 95.0 km, donde el trazado de los Alternativas Viales atraviesan rocas que se pueden diferenciar de dos orígenes: Ígneo y metamórfico separados hasta unirse con alternativa D, continuando prácticamente unidos hasta llegar a la Falla de San Francisco sobre rocas cristalinas principalmente ígneas plutónicas junto con rocas metamórficas antiguas; y un grupo asociado a rocas sedimentarias y volcánicas, que en algunas áreas son intruidas por rocas plutónicas de edad Triásico y Cretácico.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas tipifican una gran variedad de vegetación y suelos. Los suelos de las estribaciones orientales de la Cordillera Central se han formado a partir de cenizas volcánicas y demás materiales piroclásticos, asimismo el dominio de rocas volcánicas y metamórficas representadas por flujos de lava y mantos de piroclastos heterométricos y cuerpos intrusivos antiguos conforman serranías alargadas y cerros altos montañosos.

Los paquetes metasedimentarios y sedimentarios antiguos moldean el paisaje y conforman colinas subredondeadas con escaza vegetación, donde se presenta un drenaje dentrítico al desarrollarse por meteorización suelos de granulometría fina, como también un drenaje sub-paralelo y las geoformas conformadas por Depósitos Glaciales Cuaternarios asociados a las partes topográficas más altas de la citada Cordillera y Depósitos de Cauce Aluvial relacionados con las principales corrientes superficiales con topografía semi-plana. Estas condiciones generan una gran variedad de suelos y tipos de vegetación de cobertura en ellos, incidiendo directamente en la infiltración y recarga de los sistemas acuíferos.

En esta región se desarrollarán los diferentes túneles cortos y medianos sobre rocas cristalinas y sedimentarias distribuidos así:

- El trazado de la alternativa A en esta Región, contempla dieciséis (16) Túneles atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Santa Bárbara y del Batolito de Ibagué, cubiertos parcialmente por Depósitos Glaciares, el Complejo Icarco, la Quebrada Barranco, la Formación Saldaña, Formación Payandé, Formación Caballos y el Grupo Gualanday.

- La alternativa B presenta catorce (14) trazados de túneles, atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Ibagué, Grupo Honda, Complejo Icarco, Formación Saldaña y finalmente el Grupo Gualanday.

- La Alternativa C, contempla catorce (14) Túneles atraviesan rocas del Batolito de Ibagué, Formación Saldaña, y finalmente el Grupo Gualanday.

- El trazado de la alternativa D en esta Región contempla dieciséis (16) Túneles atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Santa Bárbara y del Batolito de Ibagué,

cubiertos parcialmente por Depósitos Glaciares, el Complejo Icarco, la Quebrada Barranco, la Formación Saldaña, Formación Payandé, Formación Caballos, y finalmente el Grupo Gualanday.

Siendo catalogadas como Sedimentos y Rocas con Flujo Esencialmente Intergranular el Sistema Acuífero Grupo Honda conformado por los acuíferos La Victoria y Villavieja de edad Terciaria, el Sistema Acuífero Grupo Gualanday divido en Gualanday Inferior, Medio y Superior, y los acuíferos Yaví y Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barrancos del Cretácico como también los Depósitos de Cauce Aluvial, todos ellos caracterizados por desarrollar una porosidad primaria.

De estos los de mayor potencial hidrogeológico son los Grupos Honda y Gualanday (Superior e inferior), con agua dulce dominantemente bicarbonatada cálcica con algunos sectores de tipo bicarbonatada sódica, moderadamente dura a dura con valores de CaCO3 entre 110.0 y 180.0 mg/l, con un pH que varía desde 7.4 hasta 8.4 y una concentración en SDT desde 220.0 y 470.0 mg/l, considerándose apta para su consumo donde el nivel estático del agua subterránea se encuentra entre 8.0 y 15.0 m de profundidad. Sus principales parámetros hidráulicos indican para la Transmisividad valores que oscilan entre los 20.0 y 100.0 m2/día con Coeficiente de Almacenamiento desde 1.5 E-03 hasta 1.0 E-06 y Capacidad Específica entre 0.5 y 1.5 l/s/m.

Los sistemas acuíferos conformados por las unidades geológicas Yaví, Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barranco, fueron considerados unidades hidrogeológicas por su composición litológica los cuales generan sistemas continuos de extensión regional con desarrollo de porosidad primaria y de tipo confinado, sin embargo, no hay reporte de estudios hidrogeológicos que determine las propiedades hidráulicas de estas unidades.

Las unidades hidrogeológicas conformadas por rocas con flujo esencialmente a través de fracturas pertenecen los sistemas acuíferos de Payandé (por disolución química y fracturas), La Tabla y Caballos de edad Cretácica constituido por una secuencia de conglomerados con intercalaciones de areniscas depositadas en ambiente marino y el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca conformado por rocas metamórficas de edad Paleozoica, con desarrollo de porosidad secundaria por fracturas.

Estos sistemas carecen de estudios hidrogeológicos, pero se le considera un acuífero de extensión local con desarrollo de porosidad secundaria por fracturas, con baja a moderada capacidad de almacenamiento de agua subterránea, el flujo subterráneo tiene cortos tiempos de recorrido y permanece poco tiempo en el acuífero; sin embargo, estos sistemas están supeditados a la densidad de fracturas y diaclasas y de tipo confinado con pobre capacidad de almacenamiento y producción de agua subterránea.

Por otro lado, los sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular y a través de fracturas, con limitados recursos de aguas subterráneas pertenecen los sistemas de Acuitardos conformados por los Depósitos Cuaternario-Glaciales y de Morrena, embebidos en matriz fina y con desarrollo de porosidad primaria. Las unidades rocas están representadas por los Acuicludos Formación Saldaña compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino, y por las rocas intrusivas, Rocas Hipoabisales, Stocks San Cayetano, Batolito de Ibagué, Batolito de Teruel, Batolito de Santa Bárbara y Complejo Icarco.

El Modelo Hidrogeológico conceptual proyecta el mayor potencial hídrico en las estribaciones orientales de la Cordillera Central producto por el levantamiento Terciario, que genero una mayor erosión y acumuló los materiales del Grupo Gualanday de ambiente fluvial, posteriormente en un periodo de reposo en un ambiente de llanura aluvial en el Mioceno Medio se depositan los sedimentos de la Formación Honda conformando un sistema de moderada productividad, con porosidad primaria, continuo de extensión regional y de tipo confinado, presentando un espesor de 1100.0 y se recarga con agua lluvia y de corrientes superficiales, con niveles estáticos entre 25.0 y 35.0 m de profundidad.

En el periodo cuaternario las condiciones ambientales generan glaciares cuyos depósitos por el contenido de matriz son considerados como Acuítardos de muy baja productividad, continuos de extensión regional y tipo libre. Mientras, los depósitos aluviales recientes se definen como Acuíferos de muy baja productividad, continuos de extensión regional y tipo libre, los cuales son recargados por agua lluvia y escorrentía superficial.

Estructuralmente, la región por su comportamiento de origen compresivo genera unidades fracturadas de materiales ígneos y metamórficos muy competentes. Definiendo las capacidades hidráulicas de las fallas como permeables, aquellos lineamientos que atraviesan unidades consideradas acuíferas de tipo sedimentario.

Aunque algunos de estos sistemas de fallas que afectan la construcción de Túneles como son las de Casa Zinc, Santa Rita, Pava y la Falla Chusmas que afectan al Batolito de Ibagué y al Batolito de Santa Bárbara,

consideradas de carácter de baja permeabilidad por generar zonas de brechas con milonitización arcillosa, la Falla Meridiano se considera de tipo permeable al cortar rocas esquistosas del Grupo Cajamarca.

Considerando la diferencia de valores de precipitación y evapotranspiración, para la zona más alta de la Cordillera Central entre alturas que van desde los 3000.0 hasta los 4000.0 msnm, este valor se estima en aproximadamente 300.0 mm/año. Considerando que el 70% de este último valor es el agua disponible para Escorrentía y Evaporación (210.0 mm/año), el 50% de este valor correspondería al agua disponible para infiltración y percolación o Recarga Potencial hacia las unidades geológicas potencialmente acuíferas. Así se calcula en forma muy aproximada que dicha recarga puede ser del orden de los 30 mm/año. Para la parte media de la Cordillera en alturas promedio de 1000.0 msnm, la recarga potencial se estima en 50.0 mm/año.

El Documento de Diagnóstico Ambiental presenta un análisis de cada una de las alternativas propuestas por SANVAL y EDL en el sentido de establecer la interacción hidrogeológica de los túneles en cada una de las alternativas: i) para la Región 1, no se realiza este análisis ya que no se construye ningún túnel, ii) los túneles largos viales y férreos el portal de entrada atraviesa sistemas cristalinos que conforman un grueso sistema de Acuicludo de baja permeabilidad y poca transmisión de agua situación favorable ya que no presenta unidades acuíferas durante esta parte del trazado y iii) la complejidad geológica de las unidades litológicas y estructurales de esta región condicionan el cordón montañoso irregular, surcado por varios drenajes que lo dividen en varias fajas de importancia ecosistémica.

La selección de la alternativa desde el punto de vista hidrogeológico se realiza teniendo como base el modelo conceptual regional, el potencial hidrogeológico de cada una de las unidades y el análisis hidrogeológico en cada túnel para cada una de las alternativas, teniendo en cuenta:

> *"(…) Que el trazado del túnel no intercepte unidades acuíferas, ya que podría disminuir los niveles freáticos y cambios del régimen de direcciones de flujos subterráneos de la zona.*
>
> *Que ningún sistema estructural atraviese el túnel, siendo que estas zonas se catalogan como acuíferas por su fracturamiento, si la falla o lineamiento se encuentra ubicada en un acuicludo esta recibe flujos superficiales por la escorrentía, caso contrario si se encuentra localizada en unidades acuíferas la situación es más crítica ya que recibe tanto los flujos superficiales como los subterráneos y se espera un posible aumento de caudales de ingreso al momento de ejecución de la obra, en ambas condiciones.*
>
> *No tener corrientes superficiales asociada a fallas o sistema estructurales, ya que es un punto crítico por las posibles infiltraciones que se puedan generar al momento de la excavación, ya que las fallas por su característica de fracturamiento se comportan como acuíferos así la estructura este ubicada sobre acuicludos, el tránsito y flujo de agua puede cambiar, a su vez afectar las quebradas y ríos que se encuentren bajo esta condición, generando posibles modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre la unidad hidrogeológica y los flujos superficiales reflejados en una probable disminución en sus caudales.*
>
> *No poseer corrientes superficiales, cuerpos lenticos y manantiales, ubicados sobre unidades acuíferas, condición que puede generar modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre los mismos, afectando probablemente sus caudales más cuando estos son fuente de abastecimiento para la población (…)"*

De acuerdo con lo anterior se realiza un análisis hidrogeológico de túneles para cada una de las alternativas propuestas:

Análisis hidrogeológico de túneles para cada alternativa

ALTERNATIVA A	De los 16 túneles, (11) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 16 túneles, (4) túneles son atravesados por (4) estructuras tectónicas. De las (4) estructuras tectónicas solo (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (16) túneles solo (5) son atravesados por (12) corrientes superficiales. De las (12) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (12) corrientes superficiales, (1) está asociada a estructuras tectónicas.
ALTERNATIVA B:	De los 14 túneles, (6) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 14 túneles, (3) túneles son atravesados por (3) estructuras tectónicas. De las (3) estructuras tectónicas, (3) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (14) túneles solo (3) son atravesados por (9) corrientes superficiales. De las (9) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas.

	De las (9) corrientes superficiales, ninguna está asociada a estructuras tectónicas
ALTERNATIVA C:	De los 14 túneles, (4) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 14 túneles, (4) túneles son atravesados por (8) estructuras tectónicas. De las (8) estructuras tectónicas, (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (14) túneles solo (5) son atravesados por (25) corrientes superficiales. De las (25) corrientes superficiales solo (4) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (25) corrientes superficiales, (4) estan asociadas a estructuras tectónicas. De las (25) corrientes superficiales, (4) están asociadas a estructuras superficiales y unidades acuíferas.
ALTERNATIVA D	De los 16 túneles, (5) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 16 túneles, (8) túneles son atravesados por (15) estructuras tectónicas. De las (15) estructuras tectónicas, (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (16) túneles solo (6) son atravesados por (25) corrientes superficiales. De las (25) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (25) corrientes superficiales, (4) ninguna asociada a estructuras tectónicas. De las (25) corrientes superficiales, (4) están asociadas a estructuras superficiales y unidades acuíferas.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo con el análisis el documento concluye que la Alternativa C, es la que presenta menos alteraciones en la hidrogeología del área del proyecto porque intercepta solo 4 unidades acuíferas especialmente con tres (3) túneles cortos no mayores de 500 m. de longitud. Además, la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel la mayor parte en acuicludos, condición que favorecería a la mitigación o prevención a las potenciales afectaciones o infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

El componente hidrogeológico requiere una optimización del trazado con base en el análisis de las zonas de recarga de acuíferos y su vulnerabilidad que puedan afectarse por el desarrollo del proyecto; minimizando la intervención del proyecto sobre cuerpos de agua y sus zonas de ronda hídrica, en los lugares que sea necesario, debe realizarse en lo posible de manera ortogonal. Asimismo, se deberá, realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia, de estas perforaciones se debe revestir algunas en unidades acuíferas y otras en acuicludos para determinar los niveles freáticos y sus propiedades hidráulicas a través de ensayos de bombeo y/o slug, ya que muchas de estas por estar localizadas en rocas fracturadas su comportamiento es heterogéneo.

Por otro lado, se deberá realizar exploración geofísica realizando un análisis y consideraciones en relación con las incertidumbres y/o condicionantes en la interpretación geofísica (contenido de agua, salinidad, composición geológica, mineralizaciones metálicas, contenido de arcilla, fracturas), no solo en función del contenido de fluidos.

Teniendo en cuenta que el proyecto atravesará áreas de paramo, se deberá presentar los resultados y análisis del monitoreo de aguas subterráneas para el periodo correspondiente a un año hidrológico en cuerpos de aguas superficiales, aguas lluvias y subterráneas; de manera que permita establecer la relación entre los distintos flujos que interactúan en el área de influencia del proyecto. Asimismo, presentar modelaciones matemáticas que permita determinar de manera cuantitativa el caudal de infiltración para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas, discriminados en tablas año por año (caudales de drenaje en los túneles proyectados).

Además, realizar simulaciones para tener en cuenta los efectos climáticos del fenómeno ENSO en el caudal infiltrado, que permita tener claridad cuantitativa de los resultados y de la incidencia del fenómeno en la recarga y en la infiltración de caudales por las actividades subterráneas.

Por último, ejecutar inventarios de manantiales, captaciones de agua subterránea y corrientes superficiales, en la alternativa escogida al final de la época de estiaje y al final de la época de lluvias, para determinar la conformación de una Línea Base que determine las condiciones hidrogeológicas del agua subterránea y las principales características del agua superficial, para complementar actividades posteriores como el Modelo Conceptual y Modelo Numérico. La información presentada en el estudio cumple con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente hidrogeológico.

Geotecnia

El componente geotécnico identifica las zonas en superficie con mayor susceptibilidad a presentar procesos de remoción en masa, basado en el modelamiento mediante un método heurístico semicuantitativo que involucra una matriz de atributos o variables que contribuyen a los movimientos en masa, con un análisis de superposición temática que permite realizar la suma algebraica de mapas para establecer zonas más vulnerables de manera regional, asimismo se describen algunas zonas con problemas de estabilidad, estos son puntuales, de magnitud limitada y que obedecen básicamente a problemas de erosión y falta de drenaje.

Las variables utilizadas en la elaboración del análisis geotécnico son: *i)* el grado de inclinación natural del terreno, *ii)* grado de saturación del terreno basado en dos variables: densidad de drenajes y la pluviosidad, *iii)* grado de meteorización de manera indirecta basado en la resistencia y la estructura interna (fábrica) de la unidad litológica.

El análisis geotécnico presentado establece que los siguientes resultados para cada una de las alternativas propuestas se presentan en la siguiente tabla:

Relación de la zonificación geotécnica para cada alternativa propuesta

	NOMBRE	% ÁREA II	% ÁREA ID
ALTERNATIVA A	Tramos de vía en túnel	29,01	42,28
	Estabilidad Alta	15,29	9,52
	Estabilidad Moderado	44,34	38,00
	Estabilidad Medio bajo	11,36	10,20
ALTERNATIVA B	Tramos de vía en túnel	36,35	49,97
	Estabilidad Alta	12,20	9,72
	Estabilidad Moderado	32,21	26,80
	Estabilidad Medio bajo	19,24	13,51
ALTERNATIVA C	Tramos de vía en túnel	44,32	52,41
	Estabilidad Alta	4,74	7,24
	Estabilidad Moderado	30,08	23,12
	Estabilidad Medio bajo	20,85	17,23
ALTERNATIVA D	Tramos de vía en túnel	48,94	49,02
	Estabilidad Alta	0,17	0,11
	Estabilidad Moderado	32,84	33,63
	Estabilidad Medio bajo	18,05	17,23

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Como resultado del análisis de geotécnico cualitativo se concluye que la justificación cualitativa y cuantitativa de las opciones viales teniendo en cuenta aspectos técnicos constructivos (longitud de vía, diseño vial y movimientos de tierras), de igual forma se presenta un análisis abiótico de los corredores (geología, geomorfología, hidrología y riesgos de deslizamiento); de cuya evaluación se concluye que para el caso de las alternativas C y D de optimización objeto del presente trámite ambiental, cuenta con menor riesgo geológico en superficie dada la alta inclinación de las pendientes, e hidrogeológico por encontrarse en una zona de rocas de muy baja permeabilidad, el diseño vial proyectado en esta alternativa ofrece ventajas de velocidad y nivel de servicio dada su proyección del proyecto.

Sin embargo, la implementación de estas Alternativas implica la proyección de generosas obras de contención sobre los taludes superior y acondicionamiento de geoformas en los sectores de la estación de transición de los túneles férreos a viales para evitar desprendimientos sobre la vía en construcción, además de la construcción de numerosos pasos elevados, puentes o calzadas en voladizo dada la cercanía del río. Por otro lado, estas alternativas proyectadas por la cantidad de viaductos y túneles generan menos impacto sobre los suelos coluviales que, debido a su naturaleza, son altamente susceptibles a deslizamientos e igualmente requiere de menores volúmenes de corte y terraplén proyectada.

Durante el recorrido de campo realizado por esta Autoridad se evidenció en varios tramos de la vía actual, la presencia de laderas estructurales, altamente disectadas y depósitos coluviales en el cauce del Rio Hereje de grandes dimensiones y con fuerte impacto en el sector y que incidirían en el uso y aprovechamiento del alineamiento vial. De acuerdo a lo informado, la zona de estudio de la optimización propuesta, evita en lo posible

tener contacto con estas áreas coluviales o susceptibles a procesos de remoción en masa o erosivos activos para disminuir el impacto de generar o reactivar deslizamientos al momento de construir la vía, se debe mencionar las dificultades geotécnicas que involucra la desestabilización de un coluvión y más aún, en aquellos en los cuales se ha probado su reactivación como consecuencia de la sobresaturación de los materiales y la intervención de las comunidades vegetales nativas para instaurar la actividad pecuaria.

En este sentido, se deberá realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia.

Se deberá presentar un análisis de la amenaza geotécnica para el Área de Influencia, con el objetivo de definir áreas con susceptibilidad a procesos morfodinámicos e hidrodinámicos, periodo de recurrencia y potencial de reactivación como consecuencia de la ejecución del proyecto. De igual manera se deberá realizar modelaciones matemáticas que permitieran determinar la estabilidad de las laderas y para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas.

La información presentada en el estudio cumple con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente geotecnia.

Clima

El análisis climático de las alternativas del proyecto, así como la información de las áreas de drenaje aferentes a esta, con el sustento de la información de la zona estudiada con los soportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.

En la siguiente tabla se presenta el nombre, tipo y código de cada una de las estaciones estudiadas y sus características de localización y elevación, respectivamente para las estaciones medidoras de lluvia y climatológicas.

La zonificación climática para las alternativas A, B, C y D, se presentaron 12 provincias climáticas; siendo TEMPLADO SECO la provincia más predominante en el área de influencia directa e indirecta.

El parámetro de evaporación, el valor a nivel anual multianual alcanza 153.216 mm (5.1 mm por día), variando entre en un mínimo de 127.3 mm en el mes de noviembre (4.2 mm por día) y un máximo de 198.2 mm en el mes de agosto (6.6 mm por día).

El parámetro de brillo solar, los valores máximos se presentan en los periodos de enero, febrero y septiembre a diciembre, mientras en los demás meses del año los valores son menores al del promedio multianual.

El parámetro de humedad relativa, el valor más bajo se presenta en la estación San Alfonso con una humedad relativa de 64.07%

En el área de estudio se registra una precipitación total anual de 1635.1 mm y uno mensual de 136.26 mm, excedido por los meses de marzo a mayo y el periodo de octubre a diciembre, el mes con mayor precipitación registrada es el mes de abril con una precipitación máxima de 216 mm.

Las temperaturas más bajas de la zona del proyecto entre 16.01°C y 16.26 °C, se registran en las estaciones Los Laureles localizada en el municipio de Baraya y en la Finca Los Rosales localizada en el municipio de Planadas, y la temperatura más alta se presenta en la zona del municipio de Villavieja en la estación San Alfonso con una temperatura promedio de 28.55 °C, cerca al municipio de Aipe en el departamento del Huila.

Del análisis del comportamiento regional de la precipitación se estima un valor promedio de 939.4 mm, con máximos durante el mes de noviembre (111.6 mm) y mínimos en agosto (32.3 mm) ajustado a un comportamiento bimodal a lo largo del año, con la ocurrencia de dos períodos húmedos intercalados de dos períodos secos.

Conforme con lo evidenciado anteriormente, se observa que la información aportada, en cuanto a la caracterización del clima del proyecto es suficiente y cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006.

Paisaje

El paisaje a nivel regional se aborda a partir de la zonificación ecológica que corresponde a un proceso de sectorización de un territorio, en áreas relativamente homogéneas, con base en el análisis integrado de los atributos físicos (clima, relieve y formas del terreno, litología, suelos, hidrología), biológicos (vegetación, fauna) y ciertos aspectos socioeconómicos como el uso actual de la tierra (Villota, 1997).

La unidad del paisaje se constituye como la unidad fundamental de análisis y se define como "una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisionomía es reconocible y diferenciable de las otras vecinas" (Etter 1990, adaptado de Zonneveld, (1979).

El área de estudio localizada en los municipios de Pradera, Palmira y Florida en el departamento del Valle del Cauca; Alpujarra, Ataco, Natagaima, Planadas y Río Blanco en el departamento del Tolima y Aipe y Neiva en el departamento del Huila. Por su ubicación espacial el área de estudio en los tres departamentos se encuentra ubicada dentro de la región natural andina, la cual posee una diversidad de paisajes asociados a los procesos morfogenéticos derivados de las estructuras geológicas, de las condiciones bioclimáticas pasadas y actuales, de los cambios del nivel del mar; presenta variedad de climas y relieves propios de valles, mesetas y cañones, además de estar ubicada sobre las tres cordilleras.

De acuerdo con lo presentado en el área de estudio se identificaron toda clase de paisaje, predominando el paisaje de lomerío y de colina que se conforman a partir de niveles de geología, geomorfología, hidrología, usos del suelo, zonas de vida, clima y uso potencial del suelo:

De acuerdo a lo verificado a lo largo de la caracterización del área de estudio, se considera que la información presentada en el estudio está conforme con los requerimientos establecidos en el numeral 4.2 de los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006.

CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

A continuación, se presenta la síntesis de los aspectos más relevantes presentados en documento radicado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, referente al proyecto "*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*" y los cuales fueron objeto de verificación por parte de esta Autoridad en la visita de evaluación realizada entre el 9 al 21 de noviembre de 2017.

Ecosistemas Terrestres

Áreas Protegidas

Al interior del Área de Influencia del Proyecto, se encuentran localizadas las siguientes zonas de manejo especial:

- Reserva Forestal Central de la Ley 2.
- Reserva de la Biosfera Cinturón Andino.
- Parque Nacional Natural Las Hermosas.
- Parque Regional Páramo El Meridiano.
- Parque Natural Regional Paramo Del Meridiano: We'pe Del Wala

Ecosistemas estratégicos en proceso de declaración de área protegida

El páramo de Tinajas se localiza en el suroccidente de Colombia, al suroriente del departamento del Valle del Cauca, municipios de Florida, Pradera y Palmira entre las coordenadas planas N: 862.500, E: 1112.900, abarca un área de 14.736,35 hectáreas distribuidas así Palmira (729.5), Florida (9369) y Pradera (4637. 8), además de parte de la cuenca del río Blanco en el departamento del Tolima.

Flora

La flora asociada a cada uno de los corredores propuesto se identificó y describió teniendo en cuenta las coberturas del suelo definidas a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a una

escala de captura de 1.25.000 y para túneles a 1:10.000, así como de la observación directa en campo de las especies forestales que convergen sobre la vía en superficie, ponteaderos y portales de túneles en cada alternativa propuesta.

Fauna

Las alternativas se evaluaron por unidades biogeográficas de manera que a este nivel no son diferenciadoras en cuanto a especies sensibles o rasgos que a esta escala permitieran diferenciarlas. La movilidad de las mismas y características de hábitats son similares para las alternativas.

Ecosistemas Acuáticos

Las poblaciones de especies endémicas, como el Bocachico, por ejemplo, ha ido decreciendo vertiginosamente, amenazado principalmente por la contaminación y la sobrepesca ya que se extrae todo el año, ya sea en los ríos o en las ciénagas y madreviejas. En el valle del Cauca, por ejemplo, es la especie más capturada y comercializada por los pescadores de todos los niveles.

De acuerdo a lo verificado a lo largo de la caracterización del área de estudio, se considera que la información presentada está conforme a lo establecido en el numeral 4.2 de los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006; no obstante, se harán para la alternativa seleccionada requerimientos adicionales referentes a la descripción de áreas de manejo especial teniendo en cuenta la complejidad e importancia ecosistémica del área de influencia del proyecto.

CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL

Lineamientos de participación

De acuerdo con la información presentada a esta Autoridad en el marco del acercamiento e información sobre el proyecto con autoridades regionales, municipales y algunos representantes comunitarios, incluyendo comunidades étnicas, establecido mediante los Términos de Referencia DA-TER-3-01, se desarrollaron tres (3) enfoques de la metodología para este medio social, un nivel descriptivo y de análisis a través de la recolección de datos tanto en métodos cualitativos como cuantitativos.

Enfoque 1: Procesos de información y divulgación con autoridades municipales, en la etapa de inicio de los estudios, su fin, presentar los antecedentes, alcance, e inicio del proceso de requerimiento de Licencia Ambiental, es pertinente señalar que se presentaron en el DAA las evidencias documentales de las reuniones con Alcaldías con convocatoria, actas de reuniones y presentación proyectada.

Enfoque 2: Recolección de información primaria, en la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó reconocimiento presencia social en el Área de Influencia del Proyecto, y su propósito fue el de identificar en el área de intervención del proyecto infraestructura social de interés como centros poblados, caseríos, viviendas, comercio, actividades económicas, redes de servicios públicos, equipamientos comunitarios, caminos de herraduras, vías terciarias, zonas turísticas, infraestructura pública y/o privada. Igualmente en esta etapa o enfoque, implico la identificación de actores sociales de interés, en la etapa de inicio y desarrollo de los estudios, y su fin fue establecer un directorio de los actores sociales más representativos como presidentes de Juntas de Acción Comunal, representantes de Organizaciones Sociales, Veedurías Ciudadanas, juntas de acueductos municipales, líderes comunitarios, entre otros, al igual que funcionarios de los despachos de las Alcaldías de mayor relevancia en el desarrollo del proyecto.

Enfoque 3: Revisión de información secundaria, en la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó, tramitar certificaciones ante las entidades correspondientes, como: Ministerio del Interior, Dirección de Consulta Previa, solicitud de certificación sobre la presencia o no de comunidades étnicas en el área de intervención del proyecto; Agencia Nacional de Tierras (antiguo INCODER), con la solicitud de certificación sobre la presencia o no de Sabanas Comunales; Agencia Nacional de Tierras (antiguo INCODER), mediante la solicitud de certificación sobre la presencia o no de Reservas Campesinas; la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA, con la solicitud de certificación de presencia o no en el área del proyecto de Zonas de Interés de desarrollo rural, económico y social - ZIDRES.

Hace parte de este enfoque o etapa, la Solicitud de información institucional ante alcaldías municipales, durante la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó, Solicitar en la fase inicial de los estudios sociales, por

medio escrito y/o solicitud directa ante los despachos de interés en las Alcaldías Municipales, información de relevancia para la caracterización social del Área de Influencia UTM y UTm.

Igualmente se realizó la actividad de revisión en fuentes de información de carácter institucional, en la etapa de inicio y desarrollo de los estudios, y su interés se centró en consultar a través de fuentes secundarias, recopiladas a través de requerimientos ante entidades públicas, despachos de las Alcaldías municipales y búsqueda de información en páginas web, toda aquella información relacionada con aspectos demográficos, económicos, culturales, políticos, arqueológicos, entre otros, de cada una de las unidades territoriales intervenidas por el proyecto.

Es pertinente resaltar por parte de esta Autoridad, que cada una de estas etapas fue complementada adjuntando las respectivas evidencias documentales.

En el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se incluyó la descripción de los procesos informativos, de divulgación y participación en el que se incluyeron las siguientes actividades:

entrega en cada Alcaldía Municipal de dos comunicaciones, el primero dirigido al despacho del Alcalde, en el cual se realiza la presentación del proyecto, las actividades a desarrollar por parte de la Consultoría y se anexan planos del proyecto; el segundo se dirigió a los despachos de Planeación de cada municipio en el cual se solicita información de interés para el desarrollo de los estudios, esta gestión se realizó por correo certificado.

Acercamientos con comunidades durante el reconocimiento de campo llevado a cabo en el área del proyecto desde el 17 de mayo de 2016. Gestiones con instituciones en relación a la presencia de comunidades étnicas en el AI (8 de abril, 14 de abril, 28 de abril y 30 de agosto de 2016). Entrega de comunicaciones a Gobernadores Indígenas -que se pronunciaron rechazando toda clase de megaproyectos en sus territorios. Finalmente se realizaron reuniones informativas en las Alcaldías Municipales del AI, entre el 10 y 12 de agosto y el 21 de octubre de 2016.

Estas reuniones con representantes de las autoridades municipales se incluyeron los siguientes temas: Descripción del contrato 1735 de 2015; Antecedentes; Proceso de licenciamiento; Aspectos técnicos; Área Ambiental y finalmente Área Social.

Es importante señalar que en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se presentó una secuencia de acciones relacionadas con los acercamientos y posibles reuniones con los representantes de las comunidades étnicas existentes en el área de influencia de las Alternativas y localizados en el Valle del Cauca, mediante invitaciones, cartas de acercamiento para poder socializar el proyecto, no obstante los representantes de estas comunidades señalaron que no están de acuerdo con ningún megaproyecto por sus territorios ancestrales aduciendo impactos que afectarían la cosmovisión de estas. Las evidencias documentales de estas cartas, respuestas e información alusiva a esta reposan en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas como anexos, en campo se verificó la negativa determinante de ellos a reuniones que representen proyectos que crucen por sus territorios.

Adicional a las evidencias documentales presentadas, esta Autoridad realizó visita de campo entre el 9 al 21 de noviembre de 2017, con el fin de verificar el proceso de información y comunicación desarrollado, los cuales se relacionan a continuación.

El 9 de noviembre, se realizaron reuniones en la ciudad de Neiva en la territorial de INVIAS, en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, luego con representantes de la Gobernación del Huila (Secretaria de vías e Infraestructura, Secretaria de Ambiente) y con el representante de la Secretaría de Vías de Neiva, con el objeto de presentar los alcances de la visita de Evaluación al proyecto que obra en el expediente NDA 0808 correspondiente al proyecto vial Conexión Buenaventura – Orinoquía, los funcionarios señalaron conocer el trazado del proyecto para las cuatro Alternativas.

En horas de la tarde, se realizó reunión con funcionarios de la Alcaldía municipal de Aipe, Huila, (Secretarias de Planeación y de Ambiente), y luego con representantes de Asocomunal o Asojuntas, con el mismo propósito dar a conocer el alcance de la visita de Evaluación socioambiental del Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, para el proyecto. Los funcionarios a excepción de los representantes de Asocomunal, señalaron conocer el trazado del proyecto para las cuatro Alternativas.

El 10 de noviembre, que se realizó el desplazamiento terrestre desde la ciudad de Neiva hacia el municipio de Aipe (Huila) y luego paralelo al corredor de las Alternativas B y C, hasta el municipio de Planadas (Tolima),

realizando durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural mediante observaciones panorámicas y generales del corredor para las Alternativas B y C; durante ese recorrido se realizaron contactos y entrevistas informales con representantes comunales como: presidente Acueducto, presidenta y vicepresidente de la JAC y expresidente de la JAC, del corregimiento de Praga, en jurisdicción del municipio de Aipe (Huila), quienes señalaron no conocer el proyecto. Durante el recorrido se atravesaron por las áreas de influencia directa del corredor conformado por las veredas Río Aipe, San Isidro, El Callejón, El Castel, La Unión, Los Cauchos y Praga en jurisdicción del municipio de Aipe y la vereda Horizonte en jurisdicción del municipio de Neiva (Huila).

El 11 de noviembre, se realizó reunión con funcionarios de la Alcaldía municipal de Planadas, Tolima, (alcalde, Secretario de Infraestructura, asistente de alcaldía y Promotor de JAC del municipio), señalaron conocer el trazado del proyecto mediante reuniones de socialización realizadas por INVIAS anteriormente.

Posteriormente se realizó desplazamiento paralelo al corredor de las cuatro alternativas (A, B, C y D,) durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural mediante observaciones panorámicas y generales por las veredas de influencia directa: Santa Rosa, Patagonia, Buenos Aires, La Ilusión, San Jorge, El Recreo, La Aurora, La Loma, La Esperanza, Caño Roto yo Caño Fisto y Bruselas en jurisdicción del municipio de Planadas, Tolima y Aroca, Paujil y Betania en jurisdicción del municipio de Ataco, Tolima.

Luego el 12 de noviembre se realizó el desplazamiento terrestre desde la cabecera municipal de Planadas hacia el corregimiento de Herrera en jurisdicción del municipio de Río Blanco, Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, mediante observaciones panorámicas y generales del área de influencia del corredor, durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural, igualmente de los potenciales portales de ingreso y salida de túneles, viaductos, puentes y construcción de vías superficiales propuestos y ZODME'S, y atravesando las veredas de influencia directa; en Herrera se realizó reunión con representantes de las comunidades veredales de Pueblo Nuevo, Campo Hermoso, Herrera, Las Mercedes, Palonegro y Los Guayabos y la alcaldesa municipal y Río Blanco, Tolima, quienes señalaron conocer el proyecto y sus implicaciones impactos y medidas de manejo.

El 13 de noviembre se realizó desplazamiento terrestre desde la cabecera municipal de Planadas hacia el corregimiento de Herrera en jurisdicción del municipio de Río Blanco -Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, igualmente de los potenciales portales de ingreso y salida de túneles, viaductos, puentes y construcción de vías superficiales propuestos y ZODME'S, y atravesando las veredas de influencia directa.

En la zona rural de Herrera se realizó reunión con representantes de las comunidades indígenas de la etnia Paéz, Resguardo Las Mercedes, Gobernador y comunidad, quienes señalaron que conocen el proyecto, que se han reunido varias veces con los representantes del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, han recibido información del trámite, los trazados del proyecto, los impactos y las medidas de manejo y esperan que se realice la Consulta Previa como lo ordena la norma, que están interesados que el proyecto se realice dado que podrían llegar más rápido hacia su referente étnico y pueblo ancestral que se localiza en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca, en el departamento del Tolima no cuenta con una vía apropiada para la comercialización de sus productos y acercamientos a su pueblo.

Posteriormente desde la cabecera municipal de Planadas hacia el sector del municipio de la cabecera municipal de Ataco, Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, mediante observaciones panorámicas y generales del área de influencia del corredor, y atravesando algunas de las veredas de influencia directa del municipio de Ataco, compuestas por: Agua Dulce, Berlín, Canoas la Vaga, Casa de Zinc, Chilirco, Capilicua, El Aceituno, El Agrado, El Águila, El Cóndor, El Jazmín, El Jordán, El Limón, El Paujil, El Porvenir, Jazmina, La Betania, La Ceiba, La Dorada, Las Cruces, Las Señoritas, Los Mangos, Mesa de Pole, Pastalito, Pueblo Nuevo, San José, Santiago Pérez, y Totumal. En Mesa de Pole se realizó entrevista con la Gobernadora del Cabildo indígena Pijao denominado "*Mesa de Pole - Pueblo Pijao*", reconocida mediante resolución 0158 de 2012 por el Ministerio del Interior, resaltando y advirtiendo que en el municipio de Ataco existen 8 comunidades indígenas y 1 Resguardo.

Luego, el equipo Social se dirigió a la Alcaldía municipal de Natagaima, con su única vereda de influencia Montefrio, se realizó entrevista al señor alcalde y su asesor, la secretaria de Personería y el gobernador indígena del cabildo Montefrio, que, a la vez, es enlace municipal del municipio, el señor alcalde informó que conoce el proyecto, pero se expuso durante la visita de esta Autoridad no corresponde con lo presentado, mientras el enlace municipal conocía el proyecto.

Es pertinente señalar que esta Autoridad sostuvo reunión, el 14 de noviembre, con representante de la Gobernación del Tolima (Secretaria de Infraestructura), con el objeto de dar los detalles y alcances de la visita de Evaluación al proyecto, igualmente se realizó reunión con la Corporación Regional del Tolima (CORTOLIMA) y Dirección Territorial de INVIAS, sede Tolima este último en cabeza de director, todos indicaron conocer el proyecto en sus especificaciones de los corredores de las Alternativas, sus impactos y medidas de manejo y resaltó la importancia del mismo.

Luego esta Autoridad realizó el desplazamiento a la ciudad de Cali desde Ibagué vía terrestre, y se realizó el desplazamiento terrestre desde Cali hacia el punto de San Juan de los Caballeros punto de partida de las cuatro Alternativas, y recorrido hacia la Alternativa A, reunión con comunidad y Cabildo Central Nasa, quienes señalaron no estar de acuerdo con ningún megaproyecto y no permitieron su ingreso.

Esta Autoridad realizó reunión con representante de la Gobernación del Valle del Cauca (Secretario de Infraestructura) quien señaló conocer el proyecto, sus impactos y medidas de manejo, resaltó la necesidad de informar a las comunidades étnicas antes de ingresar a sus predios, atendiendo a los previos compromisos en la Minga. Luego nos dirigimos hacia la Alcaldía municipal de Florida (Valle del Cauca) se reunió con representantes de la misma (Secretario de Infraestructura y Enlace comunidades Indígenas), quienes señalaron conocer el proyecto, previas reuniones de socialización con INVIAS, resaltaron la presencia de comunidades étnicas (indígenas y comunidades negras) en el área de influencia del proyecto y advirtieron la necesidad de su consulta.

Posteriormente el equipo social se dirigió hacia la Alcaldía municipal de Pradera (Valle) y se realizó reunión con el señor alcalde, y Secretaria de Planeación resaltaron la importancia del proyecto e indicaron conocer el mismo y el DAA de las cuatro Alternativas.

En general se encontró que algunos representantes comunitarios conocen el proyecto de Alternativas, al igual que todas las administraciones municipales, los enlaces municipales de comunidades étnicas y población diferencial y autoridades ambientales y departamentales consultadas referenciaron el proyecto y los distintos momentos de información, incluidos los talleres de impactos y medidas de manejo, igualmente se observó en campo la existencia de comunidades étnicas las cuales deberán ser objeto de consulta, atendiendo a lo señalado en la normatividad vigente y al pronunciamiento que realice en su momento el Ministerio del Interior, se resalta que para esta etapa del proyecto, el pronunciamiento de ese Ministerio no aplica atendiendo a lo señalado por esa misma Entidad en el comunicación EXTMI16-0021579 del 10 de mayo 2016, del cual se obtuvo respuesta por parte del Ministerio OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, en el cual se señaló lo siguiente: *"No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres*".

En ese sentido esta Autoridad, en relación con los lineamientos de participación considera que, son ajustados y coherentes con lo observado en campo, dado que allí algunos líderes y todas las autoridades municipales señalaron conocer el proyecto y en el documento se describieron los encuentros realizados en cada uno de los municipios que conforman el área de Influencia, así como los acercamientos realizados con asentamientos poblacionales en los recorridos de reconocimiento llevados a cabo por las cuatro (4) alternativas propuestas, se incluyeron evidencias documentales de registros fotográficos, actas, invitaciones, entre otras, de las reuniones con representantes de las autoridades municipales y comunidades étnicas, no obstante es pertinente señalar que debió haber existido reuniones de socialización del proyecto con los miembros y representantes de Asojuntas o Asocomunal de los municipios de influencia, con el fin que estos conozcan de primera mano la información y ayuden a multiplicar la misma a sus asociados.

Caracterización socioeconómica y cultural

En relación con la información presentada para la solicitud de seleccionar una de las cuatro Alternativas A, B, C y D para el proyecto, el documento describió y caracterizó con información secundaria, de manera cualitativa y cuantitativa y en relación con las actividades del proyecto, todas las dimensiones señaladas en los Términos de Referencia, como: demográfico, espacial, económico, cultural, político-organizativo, organización y presencia institucional, tendencias de desarrollo, población a desplazar y los aspectos arqueológicos para las Unidades Territoriales Mayores (municipios de Pradera y Florida en el Valle del Cauca; municipios de Rioblanco, Ataco, Planadas y Natagaima en Tolima y municipios de Neiva y Aipe en Huila).

En el mismo sentido y con información secundaria, listó y describió las Unidades Territoriales menores, resaltando las veredas, centros poblados y corregimientos de influencia de las cuatro alternativas A, B, C y D, destacando que para la A serían 51 UTm, para la Alternativa B se impactarían 45 UTm, para la Alternativa C se afectarían 45 UTm y para la Alternativa D se reconocieron 42 UTm.

Se resalta que para las comunidades étnicas asentadas en las UTm, se caracterizó de manera general, con información secundaria y de manera cualitativa y cuantitativa a esas, realizó énfasis en localización de esas comunidades étnicas existentes en el área de influencia, como los Resguardos Cristal Páez (municipios de Florida y Pradera en Valle del Cauca), Nasa Tha (municipio de Florida en Valle del Cauca), Resguardo Kwe'sx Kiwe (municipio de Florida, Valle) y Las Mercedes (municipio de Rioblanco, en Tolima), el Consejo Comunitario San Antonio de los Caballeros, Consejo Comunitario Vereda Perodias, Consejo Comunitario del Corregimiento del Remolino y Consejo Comunitario Ángel de la Luz (municipio de Florida, Valle del Cauca); indicó el DAA, el proceso de solicitud ante el Ministerio del Interior, los encuentros y gestiones realizadas y adelantadas ante las Entidades correspondientes y ante las mismas comunidades y sus representantes y destacó de manera general: su cosmovisión, su organización política, sus planes de vida, su economía, la salud, educación, alimentación, vivienda, vestido y danzas, entre otros.

Respecto a la información sobre población a ser desplazada, no se realizaron encuestas o acercamientos con propietarios, arrendatarios y/u ocupantes de construcciones aledañas al proyecto. Sin embargo, resaltó, que las alternativas se localizan cerca a centros poblados, caseríos y asentamientos dispersos, pero que posteriormente con un diseño más preciso, podría evaluarse su real afectación.

Es pertinente destacar para la población a desplazar, incluyó dos escenarios de análisis: 1) Asentamientos poblacionales, donde se describieron por cada alternativa los centros poblados identificados en el reconocimiento realizado en campo así como datos puntuales a nivel municipal que permitieran evaluar de manera general la afectación sobre la población en áreas rurales y urbanas por unidad territorial y dinámicas económicas de dichas poblaciones; y 2) Estimado de población afectada en el AI, donde se presentó por cada UT interceptada por el alineamiento de las alternativas, el total de población que se encuentran allí.

Lo anterior, les permitió conocer de manera preliminar el número de población que convivirá con el desarrollo del proyecto, al igual que refiere a la población beneficiada a nivel local por la posterior operación de la vía. En ese sentido, describió de manera general las poblaciones asentadas en: Resguardo Indígena Las Mercedes y centro poblado de Herrera (Rioblanco), por las Alternativas A y B; Veredas Berlín y Diamante (Ataco), por las Alternativas A y B; centro poblado de Praga (Aipe) por las Alternativas A y B; centro poblado Santiago Pérez (Ataco), Alternativa A; centro poblado Mesa de Ata/Pueblo Nuevo (Ataco), por la Alternativa A.

Esta Autoridad considera que la información presentada (texto y evidencias documentales) para todas las dimensiones de la caracterización socioeconómica y cultural de las Unidades Territoriales Mayores y Menores son adecuadas, ajustadas y coherentes con los Términos de Referencia y Guías Ambientales junto con lo observado en campo y durante las reuniones realizadas con representantes de las autoridades municipales y con algunas de las comunidades y representantes o líderes de las veredas, corregimientos y ciertos representantes de los enlaces municipales de comunidades étnicas y población diferencial.

No obstante, es pertinente resaltar que durante las labores en campo por parte de esta Entidad y durante las diferentes conversaciones con autoridades y líderes, estos informaron la presencia de comunidades étnicas de la parcialidad Pijao en los municipios de Ataco y Natagaima (Tolima), que no fueron señaladas, en ese sentido si se define una Alternativa viable, deberá para el EIA identificar y caracterizar de manera rigurosa las comunidades existentes en el área de influencia del proyecto atendiendo a los Términos de Referencia y a lo señalado por el Ministerio del Interior.

CONSIDERACIONES DE LA AUTORIDAD SOBRE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

En el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se presentó la zonificación ambiental para el proyecto a partir del análisis de las características propias de los medios abiótico, biótico y socio económico presentes en el área de estudio, para así establecer criterios que definan el área de estudio en términos de sensibilidad e importancia.

A partir de la valoración establecida y contando con la cartografía temática e implementado los modelamientos específicos para cada una de las variables ambientales, se obtuvo el mapa de zonificación.

Se realiza la calificación de sensibilidad para cada uno de los componentes caracterizados partiendo de la cartografía temática generada en la fase del diagnóstico. Es así como, a cada unidad temática se le asigna un valor de sensibilidad.

El análisis que se realiza mediante técnicas de superposición de mapas y con el apoyo de la denominada álgebra de grillas que ofrecen los sistemas de información geográfica SIG. Se realiza la evaluación de sensibilidad para cada una de las variables, la evaluación para cada componente (físico, biótico y socioeconómico) y finalmente el mapa de zonificación ambiental basado en los mayores niveles de sensibilidad asociados.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO ABIÓTICO

En el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se señaló y calificó las siguientes variables o elementos sensibles ante las cuatro (4) Alternativas del proyecto teniendo en cuenta los criterios de geología, geomorfología, suelos e hidrología.

Para las cuatro alternativas lo más que predomina con respecto al paisaje son los de montaña y de piedemonte.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad para el componente geológico y morfológico, las variables con más peso dentro del análisis son: la densidad de fallas o fracturamiento de las rocas, la morfometría del corredor y la susceptibilidad de los materiales a la remoción en masa, en los que tuvo mayor sensibilidad la Alternativa B y C.

Los procesos morfodinámicos identificados como típicos en las cuatro alternativas según se observa en los carreteables existentes, son las caídas de bloques y fragmentos de roca y deslizamientos planares, donde el corte de taludes se efectúa en las partes bajas a intermedias de las laderas, sobre roca sana o poco alterada, fracturada, de diferentes composiciones; los deslizamientos rotacionales o mixtos y el desarrollo de grandes cárcavas, en las partes altas de laderas donde la roca se encuentra muy alterada y la socavación de orillas que afecta la banca cuando esta se ha construido en valles estrechos, entre laderas empinadas de un lado y curvas externas de los ríos por el otro.

Las características litológicas del túnel férreo en la Alternativa D permiten calificaciones del macizo rocoso con calidades más altas que en la Alternativa C, mientras que en la Alternativa A y D se cuenta con un 86 % de la litología integrada por rocas ígneas intrusivas de resistencias altas, en la Alternativa C se cuenta con el 60% en esta misma litología y en cambio aparece en la parte central del macizo un 18% de rocas metamórficas de resistencias bajas integradas por esquistos entre los que pueden encontrarse grafíticos y sericíticos de resistencias muy débiles y comportamientos geomecánicos altamente inestables.

Con respecto al criterio hidrológico, la mayor sensibilidad se presenta en el cruce de la cordillera central, donde la Alternativa B Y C se encuentra compuesta por dos bloques el primero por el sistema acuífero del Grupo Cajamarca (Pzc), con una longitud horizontal de casi 4000 m., situación desfavorable al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, siendo de tipo confinado y por su porosidad secundaria permite el tránsito de agua.

Adicionalmente estructuralmente y por su interacción con la Falla Meridiano, la cual presenta mayor sensibilidad ambiental, dado que es contacto para las unidades hidrogeológicas una acuífera y otra acuitardo (Pzc-Jcd), lo cual puede presentar infiltraciones en un alto grado hacía el túnel al momento de su construcción, presentando situación desfavorable en esta zona crítica.

En cuanto al componente de suelo, el uso potencial destinados para la protección de la vida silvestre, presenta sensibilidad alta para el área de influencia directa, por lo tanto, las obras que se proyectan para mitigar el impacto sobre el uso del suelo son túneles y puentes.

Teniendo en cuenta las calificaciones de los criterios evaluados para el componente abiótico, con respecto a los tipos de sensibilidad, en términos generales para el componente predomina la sensibilidad Media para las cuatro alternativas A, B, C y D, obteniendo valores promedio, tanto para el AII y el AID entre los 82,3 % y 70%, siendo la Alternativa D la de menor porcentaje en el AII con el 67% y AID con el 62%, respectivamente, esta sensibilidad Media corresponde a que el terreno puede llegar a presentar en menor medida amenazas por deslizamiento y derrumbes, en las zonas propuestas para las obras de los túneles y vía en superficie.

Una vez revisada la información y de acuerdo con la visita de campo realizada por esta Autoridad la calificación de la sensibilidad asignada con respecto a los criterios del componente abiótico se considera que es adecuada.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO BIÓTICO

En el documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, se presenta la calificación de sensibilidad del medio biótico para las variables de Cobertura de la Tierra y Fauna presente en el ecosistema del NorAndino Valle del Cauca Orobioma Bajo, Medios y Altos de los Andes, NorAndino Valle del Magdalena Orobioma Bajo, Medios y Altos de los Andes.

Adicionalmente se presentan los mapas de evaluación para cada variable de manera independiente y finalmente se consolida el mapa del medio biótico.

Del análisis de la sensibilidad ambiental, las cuatro alternativas al estar inmersas dentro de la misma matriz de distritos biogeográficos, para este nivel de evaluación no presentan diferencias significativas entre ellas, pero si se presenta la sensibilidad media – alta por los tipos de ecosistemas por los que discurren. La sensibilidad 2 que se le otorga a los Mosaicos de pastos con espacios naturales los cuales presentan una sensibilidad con valores de 2, dado que son coberturas que presentan una muy baja representatividad a lo largo del corredor, determinadas a partir de la alta intervención y potrerización por parte de los pobladores en la región.

Las áreas de suelo constituidas por bosques fragmentados reciben un subvalor de 4 determinadas por la poca presencia de esta cobertura a lo largo del corredor en estudio, así como la alta fragilidad de este ecosistema el cual en la actualidad se encuentra altamente intervenido. La vegetación secundaria recibe un valor de sensibilidad correspondiente a 3 ya que estas coberturas ocupan un porcentaje muy pequeño en estas áreas de bosques, influenciadas por una pérdida considerable de masa vegetal por los continuos procesos antrópicos generados a partir de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria en la zona; es de vital importancia la restauración ecológica de estos ecosistemas naturales, ya que prestan servicios ecológicos, ambientales y económicos al albergar gran número de especies de fauna y flora.

Teniendo en cuenta que es importante mantener una regulación en los afluentes hídricos, por esto se le otorga una sensibilidad de 3 a los bosques de galería, las cuales están constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Esta cobertura se encuentra limitada por su amplitud y su conservación es fundamental, debido a la fuente de recursos hídricos y sirven de albergue a especies de flora y fauna, que regulan la dinámica del ecosistema presente en la zona.

De igual forma para los bosques densos y herbazales, que se encuentran en el distrito biogeográfico NorAndino Páramo y especies de subpáramo, se caracterizan por la abundancia de musgos y epífitas herbáceas, las cuales almacenan gran cantidad de agua. Los bambúes, helechos arborescentes suelen ser muy abundantes. A medida que se asciende en altitud los árboles y sus hojas se hacen más pequeños. El epifitismo es elevado en bromelias, orquídeas, musgos, líquenes y hepáticas, así como albergan especies de fauna endémica y amenazada a la extinción.

Se presenta la calificación de sensibilidad del medio biótico para las variables de Cobertura de la Tierra y Fauna presente en el ecosistema del Orobioma Bajo, medio y altos de los Andes. El valor de sensibilidad total se obtuvo promediando los valores de sensibilidad para flora y sensibilidad para la cobertura específica y la sensibilidad total fue calculada para cada cobertura presente en el área de influencia.

En términos generales para el componente predomina la sensibilidad Media y Muy Baja para las alternativas C y D, resultado obtenido a partir de las áreas de intervención correspondientes a mosaicos de pastos y cultivos, zonas que se presentan en ambas alternativas en más de un 40%. La sensibilidad media se asocia a las zonas de bosque fragmentado correspondiente a un 37% para ambas alternativas, los cuales están asociados a los fragmentos de bosque denso, poco intervenidos, herbazal y bosque riparios que se distribuyen a lo largo del corredor de forma continua en el área de estudio, favoreciendo los flujos de energía y, por tanto, un mayor nivel de conectividad funcional, por eso su alta sensibilidad.

Sin embargo, para la alternativa A y B conforme la reglamentación de las áreas establecidas de carácter especial, el cruce de la cordillera central para ambas alternativas, tienen un carácter especial y se denominaron elementos sensibles, al encontrarse áreas de reserva de tipo nacional, regional y local, por lo que esta zona se encuentra determinada como de sensibilidad Alta, debido a que los cruces especiales que deben generarse en este sector, como las obras de tipo subterráneo de mayor extensión y mayor profundidad.

Para el medio biótico de acuerdo a la información presentada para el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas las Alternativas C y D presentan un área mayor de sensibilidad Alta constituyendo el 47% y 41% respectivamente del total, con respecto a la Alternativa A y B que representa el 27% y 25%, debido a los elementos sensibles como los Páramos, Bosque seco, Áreas prioritarias de Conservación del Río Hereje, Cinturón Andino, Reserva Forestal de la Ley 2 de 1959

CONSIDERACIONES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

El Diagnostico Ambiental de Alternativas identificó, señalo y calificó las siguientes variables o elementos sensibles ante las cuatro (4) Alternativas el proyecto, atendiendo a las diferentes actividades del mismo, a lo descrito en la caracterización socioeconómica y cultural y al resultado de los mapas temáticos: resguardos indígenas, centros poblados, actividades económicas tradicionales, portales de túneles, cabeceas municipales y resto (se refiere a lo arqueológico).

Elementos sensibles y calificación de la sensibilidad por alternativas

Elementos Sensibles	**Sensibilidad**			
	Alternativas			
	A	**B**	**C**	**D**
Resguardos Indígenas	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Alta**	**Muy Baja**
Centros Poblados	**Moderada**	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Moderada**
Actividades económicas tradicionales	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**
Portales de túneles	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**
Cabeceras municipales	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**
Resto	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Muy Baja**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Ahora bien, las siguientes son las tablas de calificación de la sensibilidad social propuesta por INVIAS para cada una de las Alternativas.

Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa A - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA A				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	32653,38	77,84	9858,76	86,82
Sensibilidad Moderada	8461,71	20,17	1487,87	13,10
Sensibilidad Alta	836,35	1,99	9,23	0,08
Total	**41951,44**	**100**	**11355,86**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa B - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA B				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	41628,02	87,81	9466,47	85,29
Sensibilidad Moderada	5552,43	11,71	1633,15	14,71
Sensibilidad Alta	229,07	0,48	0,00	0,00
Total	**47409,52**	**100**	**11099,63**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa C - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA C				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	33442,37	80,52	9805,05	75,80
Sensibilidad Moderada	7316,26	17,62	2472,81	19,12
Sensibilidad Alta	772,96	1,86	656,82	5,08

Total	**41531,59**	**100**	**12934,68**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa D - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA D				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	31555,47	82,62	10142,99	77,80
Sensibilidad Moderada	6501,27	17,02	2828,44	21,69
Sensibilidad Alta	137,53	0,36	66,01	0,51
Total	**38194,27**	**100**	**13037,43**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

RESULTADO INTEGRADO CON LOS TRES MEDIOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Para el medio abiótico y biótico las alternativas C y D presentan un área mayor de sensibilidad Alta constituyendo el 47% y 41% respectivamente del total, con respecto a la alternativa A y B que representa el 27% y 25%, debido a los elementos sensibles como los Páramos, Bosque seco, Áreas prioritarias de Conservación del Río Hereje, Cinturón Andino, Reserva Forestal de la Ley 2 de 1959, entre otros, los cuales representan una sensibilidad alta; la sensibilidad baja para las alternativas A y B presenta una participación con el 26%.

De acuerdo con el análisis presentado a pesar de que la Alternativa D presenta mayor sensibilidad Alta con respecto a las Alternativas B y C, ésta junto con la Alternativa A, pueden minimizar los impactos ante los posibles cambios que puedan generarse por la implementación de los proyectos de compensación en los ecosistemas sensibles.

Es pertinente señalar por parte de esta Autoridad que el resultado de sensibilidad para el medio social fue el producto del análisis de sensibilidad para las variables o elementos, tal como lo señala el resultado final en el mapa temático, predominó la sensibilidad Muy Baja con el 87% y 86.6 % para el AII y AID respectivamente para las alternativas A y B y el 82% y 77%, AII y AID respectivamente para las alternativas C y D, las cuales están asociadas a las actividades económicas y centros poblados. La sensibilidad Moderada el porcentaje del 21% del AID alternativa D, se debe a la presencia de los Resguardos en el cruce en túnel de la cordillera central.

No obstante, para esta Autoridad y como resultado de la visita técnica especialmente en el sector del Tolima Planadas y Rioblanco, donde se observó una alta concentración de minifundios o microfundios que son altamente cultivados con café, caña y productos de pancoger, en ese sentido se considera que es una variable o elemento muy sensible (estructura de la propiedad de la tierra) que debió tenerse en cuenta para valorar la sensibilidad y así establecer una zonificación ambiental fruto de lo existente en el área de influencia directa, así una vez definida la Alternativa, se deberá incluir esta variable como elemento existente y muy sensible ante las diferentes actividades del proyecto para la identificación y caracterización inicial y su calificación dentro de la zonificación ambiental en el EIA.

Igualmente identificar y calificar la sensibilidad -atendiendo a lo verificado en campo- con la existencia en los municipios de Ataco y Natagaima de Resguardos y comunidades étnicas existentes, pero que no fueron identificadas en el proyecto del DAA y que serían muy sensibles a las diversas actividades del proyecto de la variable elegida.

En términos generales para los tres medios - abiótico, biótico y socioeconómico y cultural - la zona más representativa en el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas corresponden a las Áreas de Exclusión para la alternativa B ocupando un mayor área con el 45.25% y la alternativa A con el 37.78%; mientras la alternativa C y D presentan áreas de exclusión menor del 16.68 % y 19.54 % respectivamente, dado que la mayor representatividad de manejo ambiental es en el área de intervención con restricción media-alta en el orden del 47.02% Alternativa C y 40.48 % alternativa D, las cuales son zonas que con un manejo adecuado ambiental, estarán acordes con las actividades y etapas del proyecto.

Una vez revisada la información y de acuerdo con la visita de campo realizada por esta Autoridad la calificación de la sensibilidad asignada con respecto a los criterios del componente abiótico, biótico y socioeconómico y cultural se considera que es adecuada y consistente con las condiciones presentes en el área de estudio.

Conforme a lo anterior, a continuación, se muestran los criterios de niveles de sensibilidad e importancia ambiental:

Zonificación Ambiental Alternativa A

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA A				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	345,45	0,82	207,45	1,83
Bajo	11890,53	28,34	3038,35	26,76
Medio	4811,49	11,47	713,12	6,28
Alto	12832,31	30,59	3106,49	27,36
Muy Alto	12071,67	28,78	4290,45	37,78
Total	**41951,44**	**100**	**11355,86**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Zonificación Ambiental Alternativa B

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA B				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	38,19	0,08	18,87	0,17
Bajo	10994,09	23,19	2547,99	22,96
Medio	4007,83	8,45	647,03	5,83
Alto	12659,04	26,70	2863,17	25,80
Muy Alto	19710,37	41,57	5022,57	45,25
Total	**47409,52**	**100**	**11099,63**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Zonificación Ambiental Alternativa C

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA C				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	110,84	0,27	96,77	0,75
Bajo	11338,40	27,30	3472,95	26,85
Medio	4287,62	10,32	1119,21	8,65
Alto	16026,81	38,59	6088,29	47,07
Muy Alto	9767,93	23,52	2157,47	16,68
Total	**41531,59**	**100**	**12934,68**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Zonificación Ambiental Alternativa D

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA D				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	347,78	0,91	207,23	1,59
Bajo	11285,98	29,55	3457,75	26,52
Medio	2931,67	7,68	1449,89	11,12
Alto	14099,00	36,91	5375,50	41,23
Muy Alto	9529,84	24,95	2547,05	19,54
Total	**38194,27**	**100**	**13037,43**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LA DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

De acuerdo con la información presentada se relaciona en la siguiente tabla los requerimientos de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales para las cuatro (4) alternativas (A, B, C, D) propuestas para el desarrollo del proyecto.

Requerimiento permisos ambientales

RECURSO	PERMISO	ALTERNATIVA				OBSERVACIÓN
		A	B	C	D	
Agua	Concesión de agua	X	X	X	X	Requerido para la ejecución de las actividades, obras civiles y funcionamiento de la infraestructura de apoyo como campamentos industriales. Las captaciones se realizarán únicamente en corrientes superficiales, es decir, en cuerpos de agua lóticos, no lénticos ni subterráneos.
	Vertimientos industriales y domésticos	X	X	X	X	Generados principalmente por el funcionamiento de la infraestructura de apoyo como campamentos industriales y por la generación de aguas industriales durante la construcción de los túneles. Antes de realizar la descarga sobre alguna corriente superficial serán aguas respectivamente tratadas conforme corresponda.
	Ocupación de cauce	X	X	X	X	Podrá ser de carácter temporal o permanente, dependiendo el tipo de obra a construir sobre o cerca de un cuerpo de agua.
Aire	Permisos de emisiones atmosféricas	X	X	X	X	Permiso relacionado con la generación de material particulado en las zonas de complejos industriales en donde operarán plantas de trituración, asfalto y concreto hidráulico.
Flora	Aprovechamiento forestal	X	X	X	X	Permiso requerido para la realización de las talas forestales correspondientes en zonas de cortes, explanaciones, conformación de sitios de disposición de material sobrante y fuentes de materiales.
	Levantamiento de vedas	X	X	X	X	Se requiere cuando se encuentran especies forestales con algún grado de restricción contenida en la normatividad ambiental colombiana.
Suelo	Licencia Minera y Ambiental para la Explotación de Materiales Pétreos en Cantera y/o Material de Arrastre de Río	X	X	X	X	La licencia minera se tramita a través de la Agencia Nacional de Minería, por su parte, la Licencia Ambiental se tramita ante la autoridad competente siguiendo lo señalado en el decreto 1076 de 2015.
	Autorización de Sitios de disposición de materiales sobrantes	X	X	X	X	Este permiso es requerido para la utilización de áreas en donde se pretende depositar los materiales que no van a ser utilizados en la construcción y son los provenientes de cortes y/o demoliciones.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Por otro lado, se relaciona en la siguiente tabla la cantidad de obras a realizar en cada una de las alternativas propuestas, de donde se sacaron los cálculos de los volúmenes de la demanda de los recursos naturales a requerir.

Información base para el cálculo de la demanda

Obra	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
	Longitud (m)	**Cantidad (Un)**	**Longitud (m)**	**Cantidad (Un)**	**Longitud (m)**	**Cantidad (Un)**	**Longitud (m)**	**Cantidad (Un)**
Longitud Total	165.000	-	155.200	-	148.550	-	140.800	-
Longitud Vía en Superficie	93.539	-	93.069	-	55.991	-	50.768	-
Longitud Túneles Cortos	2.819	8	2826	9	3558	10	3.776	9
Longitud Túneles Largos	44.822	8	35808	5	17.584	4	26.778	7
Longitud Túnel Férreo	-	-	-	-	41.986	1	40.015	1
Longitud Puentes	23.820	132	23496	126	21.681	98	19.463	84
Muros	10.249	139	21.057	166	14.505	105	1.127	18
Obras Hidráulicas	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Alcantarillas	671	Un	747	Un	474	Un	393	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**918**	**Un**	**1005**	**Un**	**674**	**Un**	**553**	**Un**

Movimiento de Tierras	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Corte	22.624.153	m^3	17.207.166	m^3	8.921.585	m^3	12.997.000	m^3
Lleno	878.610	m^3	3.404.216	m^3	3.167.652	m^3	669.707	m^3
Excavación túneles*	23.502.763	m^3	20.611.382	m^3	8.263.960	m^3	13.666.708	m^3
TOTAL MATERIAL A DEPOSITAR	**17.396.434**	**m^3**	**17.915.221**	**m^3**	**7.406.745**	**m^3**	**15.060.635**	m^3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Cabe resaltar que el material de excavación del túnel el 80% será utilizado para agregados, Base y Sub-bases y relleno para terraplenes, el 20% del material será depositado en las Zodme.

AGUA SUPERFICIAL

Concesión de agua

De acuerdo con lo propuesto la concesión de agua requerida para el desarrollo de las actividades de construcción de las cuatro (4) alternativas, se realizará de corrientes superficiales y de la compra de agua a terceros debidamente autorizados con sus respectivos permisos ambientales por la autoridad competente.

De acuerdo con los cálculos establecidos en el capítulo 5 en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas los volúmenes de agua requeridos para uso industrial como domestico se relacionan a continuación:

Para el volumen de uso industrial se tuvieron en cuenta factores e indicadores de las obras de infraestructura por alternativa, como para el caso de vías sin túneles ni puentes se tomó un indicador de 66 m^3/Km para riego y aspersiones.

En la siguiente tabla se relaciona las cantidades de agua de uso industrial para cada una de las alternativas.

Volúmenes de agua para uso industrial por alternativa

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Concretos hidráulicos (m^3)	1.199.452	1.152.227	1.113.738	1.055.619
Mezclas asfálticas (m^3)	45.457	60.262	39.883	37.802
Capas granulares (m^3)	345.696	363.160	309.253	293.115
Riegos y aspersiones (m^3)	4.760	4.062	4.341	3.421
Terraplén (m^3)	1.180.129	1.072.179	1.279.078	1.535.951
TOTAL (m^3):	**2.775.494**	**2.651.890**	**2.746.294**	**2.925.909**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el cálculo de concesión de agua para uso doméstico, se tuvo en cuenta la cantidad de infraestructura a instalar, el personal total en cada locación y la dotación.

Por otra parte, estimó la dotación bruta máxima para poblaciones con clima cálido según el nivel de complejidad bajo, con un porcentaje de pérdida técnica máxima admisibles de 25% en 0,133 m^3/Habitante-día. Este valor se obtuvo siguiendo los requerimientos del Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

Volumen de agua para consumo doméstico en cada una de las alternativas

ÍTEM	A	B	C	D
INSTALACIONES TEMPORALES	272.000	210.000	263.340	210.672
INSTALACIONES PORTALES TÚNELES	432.000	408.000	517.104	488.376
PONTEADEROS	960.000	960.000	387.828	517.104
TOTAL (m^3):	**1.664.000**	**1.578.000**	**1.168.272**	**1.216.152**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

A continuación, se presenta la cuantía total considerada dentro de la demanda hídrica del proyecto.

Volumen total de agua por alternativa para el proyecto

	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
TOTAL (m^3)	4.439.494	4.229.890	3.914.566	4.142.061

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo con la información presentada se considera que para el requerimiento de concesión de aguas utilizaran fuentes hídricas superficiales en el área de influencia del proyecto que tengan caudales superiores a un metro cubico por segundo.

Los resultados de volúmenes totales de agua por alternativa se considera que la de menor consumo de volumen es la alternativa C, adicionalmente cabe mencionar que no se hacen requerimientos para la utilización de aguas subterráneas en ninguna de las alternativas planteadas.

VERTIMIENTOS

Para la determinación de los volúmenes de agua residual doméstica que se generarían durante la construcción de cada una de las alternativas, se realiza la metodología encontrada en el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, teniendo en cuenta el valor de agua que se requiere para consumo doméstico y el coeficiente de retorno de dichas aguas como residuos.

Según los cálculos realizados se obtienen los resultados de los volúmenes de agua residual doméstica, para cada una de las alternativas planteadas del proyecto, como se muestra en la siguiente tabla.

Estimativo del volumen de agua residual doméstica generada

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
TOTAL (m^3)	1.164.800	1.104.600	817.790	851.306

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Según estos resultados la alternativa C es la que menos volumen de agua a verter generaría durante las actividades del desarrollo del proyecto.

OCUPACIÓN DE CAUCE

La estimación de las ocupaciones de cauce necesarias para cada una de las alternativas es la siguiente:

Estimativo ocupaciones de cauce por alternativa

No. DE OCUPACIONES DE CAUCE								
OBRAS HIDRÁULICAS	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**247**	**Un**	**258**	**Un**	**200**	**Un**	**160**	**Un**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Para el permiso de ocupación de cauces según la información suministrada en el Diagnostico Ambiental de Alternativas, la alternativa más favorable es la D, ya que tiene menos número de intervención de ocupación de cauces (180) en cuestión de la proyección de construcción de puentes, Boxculvert y pontones, con respecto a las demás alternativas propuestas.

APROVECHAMIENTO FORESTAL

El Estudio indica que debido a que el nivel del estudio es en Fase I no es posible calcular los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido para la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo, se indica el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectadas por la acometida de las alternativas:

Estimativa afectación de coberturas por alternativa

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA A					
Bosque denso	311	2242,96	5,35	319,50	2,81
Bosque abierto	312	2,04	0,00	2,04	0,02
Bosque fragmentado	313	826,80	1,97	151,41	1,33
Bosque de galería y/o ripario	314	1665,89	3,97	1099,87	9,69
Vegetación secundaria o en transición	323	2790,58	6,65	2315,91	20,39
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA B					
Bosque denso	311	5500,80	11,60	422,84	3,81
Bosque abierto	312	1,46	0,00	1,46	0,01
Bosque fragmentado	313	1176,30	2,48	143,43	1,29
Bosque de galería y/o ripario	314	1090,22	2,30	761,47	6,86
Vegetación secundaria o en transición	323	3067,82	6,47	2379,40	21,44
COBERTURA*	**NOMENCLATURA**	**ÁREA II (Ha)**	**ÁREA II (%)**	**ÁREA ID (Ha)**	**ÁREA ID (%)**
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA C					
Bosque denso	311	628,72	4,87	143,80	4,84
Bosque abierto	312	10,06	0,08	0,54	0,02

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
Bosque fragmentado	313	144,55	1,12	38,78	1,30
Bosque de galería y/o ripario	314	1102,44	8,54	214,79	7,23
Vegetación secundaria o en transición	323	2418,22	18,74	607,91	20,46
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA D					
Bosque denso	311	599,36	4,61	122,57	4,35
Bosque abierto	312	2,04	0,02	1,21	0,04
Bosque fragmentado	313	165,16	1,27	17,70	0,63
Bosque de galería y/o ripario	314	967,48	7,44	210,73	7,48
Vegetación secundaria o en transición	323	2281,61	17,54	582,89	20,69

* De acuerdo a la clasificación de coberturas Corinne Land Cover Nivel 3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a los estimativos de afectación de coberturas presentados en la tabla anterior para el área de influencia directa e indirecta de cada uno de los corredores en estudio para las áreas donde se prevé la instalación y operación de la infraestructura asociada a los procesos constructivos tales como campamentos, zonas de depósitos, ponteaderos, bocatomas de túneles, accesos a zonas de obra, entre otros, la alternativa que requiere menor demanda de aprovechamiento forestal tanto en el área de influencia indirecta como indirecta corresponde a la Alternativa D con respecto a las otras alternativas.

DISPOSICIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el manejo de escombros y materiales de excavación se plantea la adecuación de ZODMES

La localización de las ZODMES se presenta en la siguiente tabla:

Localización de las Zodmes propuestos por alternativas

ZODMES A			ZODMES B			ZODMES C			ZODMES D		
Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte
1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888
2	774374	856803	2	777489	872226	4	813917	857309	4	813917	857309
3	794274	856333	3	794274	856333	5	825010	864319	5	825010	864319
4	813917	857309	4	813917	857309	6	831503	846899	6	831738	875651
5	825010	864319	5	825010	864319	7	845938	851970	7	837786	876500
6	831738	875651	6	831503	846899	8	864921	851923	8	854431	874227
7	837786	876500	7	845938	851970				9	855975	869566
8	854431	874227	8	864921	851923				10	875432	864715
9	855975	869566									
10	875432	864715									

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo con la relación de las ZODMES en cada una de las alternativas, cabe aclarar que algunos sitios son de uso similar para los corredores de las alternativas como el caso de la alternativa B y C, y de las alternativas A y D.

En la siguiente tabla se muestra las capacidades de almacenamiento de materiales sobrantes de las ZODME relacionadas anteriormente.

Capacidad de los ZODMES

	Alternativa B y C	**Alternativa A y D**
Volumen Total (m^3)	17'598.316,34 m^3	29'110.224,49 m^3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a la información suministrada se evalúa teniendo en cuenta que las alternativas B y C al igual que las alternativas A y D comparten el mismo corredor o son muy próximos, por lo cual definieron las ZODMES similarmente para la disposición del material sobrante y de excavación, se analiza que la mejor alternativa para este ítem son las alternativas B y C con respecto a las alternativas A y D, debido a que en la alternativa D se tiene mayor proyección de construcción de túneles que las demás alternativas y la alternativa A el volumen de corte en la vía terrestre es mayor que la alternativa B.

FUENTES DE MATERIALES

Se considera que, para la alternativa seleccionada se deberá relacionar específicamente las fuentes de materiales a utilizar en desarrollo del proyecto teniendo en cuenta los títulos mineros y la licencia ambiental respectiva, y en caso que el proveedor sea un tercero deberá tramitar y presentar todos los permisos correspondientes para la utilización de estas fuentes relacionadas.

AIRE

Emisiones Atmosféricas

A nivel del componente aire, la necesidad de recursos se relaciona principalmente con las emisiones que generen los equipos y la maquinaria que se utilice dentro de los campamentos como la planta de asfalto, en este sentido, para el funcionamiento de estos equipos, se debe presentar solicitud de permiso de emisiones atmosféricas, la cual deberá estar incluida en la Licencia Ambiental del proyecto y se deberá realizar el monitoreo y seguimiento requerido por la autoridad ambiental pertinente para controlar los niveles máximos permitidos por la legislación vigente.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Metodología

Se indicó para este ítem que se empleó la metodología ad hoc propuesta por el Consultor Consorcio SANVAL presentado en el año 2014 a esta Autoridad, señalando que ésta permitió valorar los impactos de acuerdo con su naturaleza e importancia.

La caracterización se apoyó en los atributos de impacto que han sido previamente aceptados en su escogencia y en los valores a asignar, ahora bien, se calificaron los impactos y definió la tendencia ambiental para los escenarios "sin y con proyecto", complementa diciendo que realizó la comparación y se estableció la diferencia de la calidad ambiental entre los dos escenarios. De esta manera dedujo que así determinó cuánto aportaría el proyecto en generación de impactos ambientales tanto de carácter positivo y/o negativo y cuáles son atribuibles a éste.

Asignó valores a cada atributo, y acudió a algoritmos definidos por la metodología en mención para hacer una ponderación de los atributos con el fin de obtener un valor inicial del impacto. Posteriormente, empleando otro algoritmo, encontró el impacto final o calificación cuantitativa del mismo, para compararla con estándares establecidos y asignarle la calificación cualitativa para su valoración.

La importancia de cada una de las acciones enfrentadas a las características ambientales es cuantificada, y el resultado produce la caracterización de los impactos para las distintas actividades del proyecto, en donde aquellos que sean mínimos o despreciables no se tienen en cuenta, para evitar distorsionar la valoración global.

Es pertinente resaltar por parte de esta Autoridad, que la importancia de los impactos propuestos se utilizó como atributos los siguientes criterios cuantitativos y cualitativos:

Calificación y valoración de impactos propuesto por INVIAS

CATEGORÍA AMBIENTAL	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Naturaleza del impacto **(N)**	Positivo (+) Negativo (-)	Identifica si el impacto es beneficioso o no para el medio ambiente.
Probabilidad de Ocurrencia **(PO)**	Alta (3)	Cuando el impacto tiene que darse así se tomen todas las medidas
	Media (2)	Hay probabilidad de que ocurra, pero puede prevenirse.
	Baja (1)	La probabilidad de que ocurra es solo en casos excepcionales.
Reversibilidad **(R)**	Irreversible (3)	El Impacto es permanente, es decir, aun cuando cese la actividad que lo produce, no desaparece
	Recuperable (2)	Cuando es recuperable con alguna medida ambiental aplicada
	Reversible (1)	Son aquellos impactos que vuelven a auto recuperase, una vez la acción que lo produce desaparezca
Efecto **(E)**	Directo (3)	Si la afectación es causada directamente por la actividad que se está ejecutando
	Indirecto (1)	Si la afectación no es causa directamente por la actividad
Área de Afectación **(AA)**	Alta (3)	Cuando el área de afectación es mayor al área de influencia directa definida
	Media (2)	Cuando la afectación se da en el área de influencia directa
	Baja (1)	Cuando la afectación es solamente en el sitio donde se está llevando a cabo la actividad (puntual)
Duración **(D)**	Permanente (3)	Cuando el tiempo de duración del impacto persiste en el tiempo después de terminada las actividades que lo producen (permanente)
	Largo Plazo (2)	Cuando el impacto dura un tiempo más, después de terminada la actividad que lo genere
	Bajo (1)	Cuando el impacto dura, solo mientras dura la actividad que lo produce

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Señaló el Diagnostico Ambiental de Alternativas que, para obtener la calificación de importancia del impacto, se realizó la sumatoria de cada categoría ambiental, así:

$I = \Sigma N + PO + R + E + AA + D$

El impacto se clasifica de acuerdo con el valor obtenido así:

Si I genera valores entre 15 y 13, el impacto se califica como CRITICO, son aquellos impactos que son irreversibles y permanentes, son impactos que deben ser compensados.

Si I genera valores entre 12 y 11, el impacto se califica como ALTO y es a quien se deben dirigirse los programas de manejo ambiental.

Si I tiene valores entre 10 y 8, el impacto se califica como MODERADO y se espera que con medidas preventivas pueda evitarse o mitigarse.

Si I toma valores entre 7 y 5, el impacto se califica como IRRELEVANTE, solo se dará en casos accidentales.

Los resultados obtenidos de las anteriores valoraciones fueron sometidos, dependiendo de su naturaleza, a cálculos aritméticos para efectos positivos o negativos.

Escenario sin proyecto

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas señaló que, para identificar y valorar los impactos ambientales y su tendencia ambiental, en un escenario "sin proyecto", identificó y describió las actividades, en el área de influencia del proyecto, desarrolladas por las comunidades asentadas en esta o por los proyectos que existen allí, como:

- Ganadería extensiva
- Agricultura tradicional
- Minería artesanal
- Inestabilidades del terreno
- Existencia de redes de servicios públicos
- Operación de vías secundarias y terciarias

- Vertimientos de aguas residuales

En ese sentido procedió a partir de las actividades descritas, a la identificación de los impactos que estas ocasionan sobre cada uno de los siguientes elementos medioambientales considerados, con el fin de definir la tendencia de la calidad ambiental del Área de Influencia del proyecto de continuar los procesos actuales, sin el proyecto vial.

Medio Abiótico

Para el medio abiótico se identificaron y calificaron los siguientes impactos que generan las actividades que se presentan en el área de influencia de las cuatro (4) alternativas (A, B, C y D), sin proyecto:

El impacto activación de procesos erosivos, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal e inestabilidad del terreno, se considera que este impacto se califique de importancia entre MODERADA y ALTA para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto cambios en la morfología del suelo, según las actividades de ganadería extensiva, minería artesanal e inestabilidad del terreno, se califica para la ganadería extensiva de MODERADO para la alternativa B y D y ALTO para la alternativa A y C, mientras la actividad de minería artesanal e inestabilidad del terreno se consideró una calificación de impacto crítico para todas las alternativas.

El impacto incremento en la concentración de material particulado, según las actividades de minería artesanal e Inestabilidad del terreno, se considera que el impacto es MODERADO para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto aumento en decibeles de ruido, según las actividades de minería artesanal y operación de vías secundarías y terciarias, se considera que el impacto es MODERADO para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas), según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, operación de vías secundarías y terciarias, y vertimientos de aguas residuales domésticas, se considera esta situación con mayor presencia en la alternativa D, donde se presentaron más impactos CRÍTICOS que para las alternativas A, B y C, donde los impactos son MODERADO Y ALTO

El impacto disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, según las actividades de agricultura tradicional, minería artesanal y existencia de redes de servicios públicos, se considera mayor afectación para la alternativa D como impacto CRÍTICO, mientras las alternativas A, B y C presenta impacto MODERADO.

El impacto afectación de nacederos y lagunas, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal y vertimientos de aguas residuales domésticas, se considera impactado en los corredores de las alternativas por la ampliación de frontera para las actividades de ganadería y agricultura afectando los nacederos y la minería artesanal es de gran amenaza en la alternativa D.

El impacto alteración del cauce, según las actividades de minería artesanal, se considera un impacto ALTO para todas las alternativas.

El impacto cambio en la dinámica de las corrientes superficiales, según las actividades de operación de vías secundarías y terciarias, se considera un impacto ALTO para todas las alternativas.

El impacto cambio en las condiciones físicoquímicas del suelo, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, se considera para todas las alternativas impactos CRÍTICOS.

El impacto modificación paisajística, según las actividades minería artesanal, Inestabilidades del terreno, existencia de redes de servicios públicos, se considera por lo tanto que son los componentes que más se deben tener en cuenta al momento de la ejecución de las obras civiles para la materialización del proyecto.

Medio Biótico

El documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, para el escenario sin proyecto con respecto al cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad indican en términos generales que a lo largo de las alternativas se observa un cambio en la vocación de los suelos, sobre todo en el municipio de Pradera y Florida, por las grandes extensiones de cañaduzales, así como la influencia de la expansión de la frontera agropecuaria, donde se ha convertido en una de las actividades económicas más relevantes en esta región.

En el área de influencia por el sector de la cordillera central se encuentra dentro el distrito biogeográfico de Norandino Paramo orobioma alto de los Andes, donde los usuarios indirectos de este son numerosos puesto que, los suelos especiales de este ecosistema almacenan y distribuyen agua que luego es usada para riego, agua potable y otros usos en los municipios de Pradera y Florida del departamento del Valle del Cauca y del municipio de Río Blanco en el departamento del Tolima. Sin embargo, al ser un sistema frágil y de gran importancia ecológica, sus suelos son una esponja natural que al ser compactada no recobra sus propiedades.

Por consiguiente, las quemas y el pisoteo del ganado alteran sus propiedades, se pierde la capacidad de almacenamiento de agua y en consecuencia los servicios ambientales fundamentales del páramo se deterioran y con ellos la calidad de vida de las poblaciones que actualmente están utilizando el agua que nace en este ecosistema estratégico.

De igual forma para el distrito biogeográfico NorAndino Valle del Magdalena Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico, el uso actual predominante es de rastrojos, tierras ariales y pastos naturales, los cuales, en su mayoría, están dedicados a la ganadería extensiva, afectando el valor ecosistémico de estos bosques secos, principal hábitat de especies endémicas de fauna y flora.

La consecución de esta actividad propiamente dicha, lleva consigo continuos procesos de fragmentación de los bosques naturales mediante la potrerización de los mismos, evidenciándose en una disminución considerable de la cobertura vegetal existente, esta característica define la calificación de este impacto para las alternativas como CRÍTICO para las cuatro alternativas – A, B, C y D; este impacto tiene efectos directos sobre la biodiversidad y la estructura y composición florística de los bosques presentes en la zona, disminuyendo la calidad e importancia de los mismos, razón por la cual estos impactos reciben una calificación ALTO para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Con respecto al cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat para las alternativas A y B la influencia de la topografía presente a lo largo de estas alternativas está asociada a las fuertes pendientes y alta precipitación en la zona, propician en el río Atá continuos procesos erosivos a partir de los cuales se evidencia una disminución del bosque ripario, protectora de la misma, influyendo directamente en la disminución de la biodiversidad así como en la composición y estructura de este tipo de ecosistema; lo anterior permite definir una calificación MODERADA, para las alternativas A y B.

Para estos impactos en las alternativas C y D la influencia de la topografía presente a lo largo de esta alternativa está asociada a las fuertes pendientes y alta precipitación en la zona, sin embargo, no se evidencian continuos procesos erosivos a partir de los cuales la cobertura vegetal protectora es menor, lo anterior permite definir una calificación IRRELEVANTE, para la alternativa C y D.

Para la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícolas y cambio en la composición estructura de las comunidades hidrobiológica, se indica para todas las alternativas que estas actividades afectan los ecosistemas dulceacuícolas, dado que los procesos de extracción del material de arrastre desde el lecho del río Atá, y quebradas asociadas altera el hábitat dulceacuícola y en consecuencia, la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas que reaccionan a variaciones dependientes de las características fisicoquímicas y de la calidad del agua, correspondiendo estos impactos a un valor de importancia ALTO Y MODERADO para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Aparte de esta actividad, los vertimientos de aguas residuales domésticas sobre las fuentes de recurso hídrico del área de influencia, afectando en gran proporción los ecosistemas acuáticos, debido a que el vertimiento de dichas aguas modifica el hábitat dulceacuícola a corto plazo y esto provoca cambios en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, cambiando la función biológica y el ciclo de vida de los

organismos dentro del ecosistema. Por consiguiente, esta actividad corresponde a los impactos evaluados correspondiente a un valor de importancia ALTO para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Medio Socioeconómico y cultural

Para el medio social se identificaron y calificaron los siguientes impactos que generan las actividades que se presentan en el área de influencia de las cuatro (4) alternativas (A, B, C y D), sin proyecto:

El impacto migración de población, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impacto que se consideró para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como ALTO.

Los impactos desplazamiento involuntario de unidades sociales y compra de predios, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como ALTO.

Los impactos cambios en la economía local y regional, pérdida de actividades económicas tradicionales y, cambios en el valor de la tierra y construcciones, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como MODERADO.

El impacto mejoramiento en la calidad de vida, dada por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impacto que se consideró para cada una de las cuatro alternativas como IRRELEVANTE en las áreas donde se proponen las alternativas B y C y MODERADO en las áreas donde se proponen las alternativas A y D.

Los impactos afectación de la movilidad peatonal, vehicular, de semovientes y de accesos, caminos veredales y fincas y el impacto variación de los índices de accidentalidad, por la actividad de existencia de redes de servicios públicos, impacto que se consideró para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como MODERADO.

Los impactos conflictos con las comunidades campesinas y colonos, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, existencia de redes de servicios públicos, operación de vías secundarías y terciarias, y vertimientos de aguas residuales domésticas, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las alternativas B y C como MODERADO y en las áreas donde se proponen las alternativas A y D como ALTO.

Los impactos conflictos con las comunidades étnicas, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, operación de vías secundarías y terciarias, impactos que se consideraron para las áreas de influencia donde se propone la alternativa C como CRITICO.

El impacto afectación a redes de servicios públicos, dada por las actividades de existencia de redes de servicios públicos, impacto que se consideró para las áreas donde se proponen cada una de las cuatro (4) alternativas como IRRELEVANTE.

Escenario con proyecto

Se señaló que a partir de las características propias del proyecto, definieron las actividades a desarrollar relevantes para la identificación y calificación de impactos generados por el proyecto sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia, como resultado de la interrelación de las diferentes actividades con el medio. Propuso las siguientes actividades propias de construcción del proyecto vial:

Actividades de construcción vía en superficie: Compra de Predios, Contratación de Mano de Obra Calificada y No Calificada, Manejo de Vegetación, Desmonte, limpieza y descapote, Instalación operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Demolición de infraestructura existente; Traslado y relocalización de redes; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Excavaciones mecánicas para cimentación; Cimentación de las estructuras; Construcción de puentes y viaductos; Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); Construcción de obras de arte; Estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto); Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de

concreto asfáltico; Restauración y recuperación de áreas intervenidas; Desmantelamiento; Señalización y demarcación vial.

Actividades de construcción obra subterránea: Excavaciones mecánicas y con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Instalación redes eléctricas; Revestimiento del túnel; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de concreto; Construcción de rieles; Instalación sistema de ventilación y electromecánico.

En ese sentido presentó la identificación y valoración de impactos por las diferentes actividades en el escenario con proyecto para las vías en superficie y obras subterráneas para cada una de las cuatro (4) Alternativas - A, B, C, y D - para cada medio - Abiótico, Biótico y Socioeconómico y cultural -.

Medio Abiótico

En el capítulo 6 y su respectivo anexo 6 del Diagnóstico Ambiental de Alternativas se presenta la matriz de identificación de impactos ambientales en el escenario con proyecto para vía en superficie, donde se realiza la evaluación conforme a la metodología señalada anteriormente, a continuación, se describe los impactos con las actividades que lo pueden generar durante la construcción del proyecto.

El impacto activación de procesos erosivos, teniendo en cuenta las siguientes actividades durante la construcción del proyecto, como son manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), restauración y recuperación de áreas intervenida. La evaluación de este impacto para las alternativas arrojó que la C y D presenta menos incidencia sobre éste.

El impacto cambios en la morfología del suelo, según las actividades manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), rellenos con material clasificado, restauración y recuperación de áreas intervenidas. La evaluación arrojó mayor incidencia de impactos de tipo Crítico para la alternativa B y C.

El impacto aumento en decibeles de ruido, según las actividades instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal, demolición de infraestructura existente, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, cimentación de las estructuras, construcción de puentes y viaductos, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), construcción de obras de arte y estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), en conclusión la evaluación arrojó que este impacto es de carácter Moderado y no se evidenció una diferencia significativa en la valoración para cada alternativa.

El impacto alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas), teniendo en cuenta las actividades de construcción, por lo cual la evaluación arrojó que la construcción de la alternativa B y C genera más incidencia sobre este impacto, principalmente por el número de obras hidráulicas y puentes propuestos para su materialización.

El impacto disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, teniendo en cuenta las siguientes actividades instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, construcción de obras de arte, restauración y recuperación de áreas intervenidas. La evaluación se puede presentar para todas las alternativas por la captación de agua para el proyecto de manera temporal y por la tala de vegetación que se pueda presentar una disminución del recurso hídrico.

El impacto afectación de nacederos y lagunas, según las actividades extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición

final), restauración y recuperación de áreas intervenidas. La posibilidad de manifestación de este impacto, para el caso concreto del presente DAA se puede presentar con mayor magnitud en la alternativa B y C.

El impacto cambio de uso del suelo, según las actividades de adquisición de predios, manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final), construcción de obras de arte, estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), restauración y recuperación de áreas intervenidas. Los cambios en el uso del suelo se presentan principalmente en la alternativa A y B por intervenir mayor área de coberturas vegetales de bosques.

El impacto modificación paisajística, varia el paisaje de forma importante, por lo que la evaluación arrojó que este impacto para la mayoría de las actividades listadas es considerado alto.

Medio Biótico

El documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, para el escenario con proyecto por las actividades en superficie asociadas a la instalación y operación de infraestructura temporal y adecuación de accesos para las cuatro alternativas generará cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad y fragmentación del hábitat y cambio de conectividad por cuanto estas es una aactividad propia de preconstrucción.

El proceso constructivo del corredor vial requiere de un número significativo de actividades con las cuales se propende desarrollar a satisfacción la obra en mención. Teniendo en cuenta lo anterior la instalación y operación de infraestructura temporal y adecuación de accesos juega un papel importante en la fase de preconstrucción, por lo que esta actividad requiere de la selección de terrenos preferiblemente con poca cobertura vegetal en los cuales se instalan oficinas, campamentos, áreas de mantenimiento, etc.

No obstante, las adecuaciones de estas instalaciones cercanas a áreas boscosas hacen que estas actividades reciban una calificación de MODERADA, debido a que la intervención en cualquiera de estos dos corredores para esta actividad derivaría en la disminución de la cobertura vegetal viéndose reflejada en el cambio de biodiversidad, así como cambios en la estructura y composición florística para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Por las actividades de desmonte, limpieza y descapote, los impactos asociados - tala forestal, cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad y fragmentación del hábitat y cambio de conectividad – se generaran por la movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal, que corresponde a una actividad que por su naturaleza afecta de forma indirecta la cobertura vegetal, evidenciándose en una disminución de individuos arbóreos presentes en la zona a efectos del descuido de los operarios en esta labor, considerando lo anterior esta actividad recibe un resultado MODERADO en el impacto para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las actividades propias de la fase de construcción generan los mayores impactos de tipo negativo sobre los remanentes de la cobertura vegetal existente a lo largo de todo el corredor. El desmonte, limpieza y descapote corresponde a la principal actividad de remoción de cobertura vegetal en la cual hay un cambio total de este componente afectando directamente la biodiversidad y generando cambios drásticos en la estructura y composición florísticos de cada una de las coberturas boscosas presentes en el área de influencia directa, para las dos alternativas esta actividad recibe una calificación de MODERADO en la afectación puntual de la cobertura vegetal y una calificación de MODERADO para los impactos derivados de esta actividad como el cambio de biodiversidad para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

La tala forestal recibe una calificación CRITICA, ya que corresponde a la actividad que más impactos genera sobre el recurso florístico en el momento de ejecución del proyecto, viéndose reflejada en la eliminación total de la cobertura vegetal existente a lo largo del corredor afectando directamente la biodiversidad de especies vegetales presentes en la zona a la vez que se observan cambios en la estructura y composición florística de los remanentes boscosos para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Por las actividades asociadas al tratamiento de taludes, los impactos asociados - restauración y recuperación de áreas intervenidas, cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y

cambio de conectividad – generados en la fase de construcción, indican que la labor correspondiente a las actividades de tratamiento de taludes al igual que la restauración y recuperación de las áreas intervenidas, reciben una calificación de POSITIVA para las cuatro alternativas – A, B, C y D, ya que las labores de empradización en taludes y terraplenes así como la reforestación de estas áreas inicialmente intervenidas, juega un papel muy importante en el aumento de la cobertura vegetal, propiciando la aparición de nuevas especies forestales y un incremento en las masas boscosas de estas áreas degradadas.

El cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales - IUCN, CITES, migratorias, endémicas -, restringidas a un hábitat, asociado a la instalación y operación de infraestructura temporal; movilización de maquinaria y personal; remoción de cobertura vegetal y descapote; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); explotación de materiales de construcción; construcción de puentes y viaductos; obras de arte; tratamiento de taludes; restauración y recuperación de áreas; estructura de rodadura y a los procesos de mantenimiento y operación, la Empresa indica que al momento de evaluar ecológicamente los impactos generados en el ecosistema del NorAndino Orobioma bajo, medios y altos de los Andes y NorAndino Zonobiomaalternohígrico y/o Subxerofítico, es importante tener en cuenta la presencia de las diferentes coberturas vegetales presentes en cada una de las dos alternativas consolidadas para este proyecto, dado que a partir de la afectación directa de éstas, se puede diferenciar la magnitud de los impactos generados sobre este componente.

De esta manera se identificaron impactos de naturaleza negativa con calificaciones IRRELEVANTE a MODERADA para cada alternativa, que pueden ser generados por cada una de las actividades de obras propuestas en el área de influencia directa para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las dos últimas actividades sólo fueron evaluadas para los impactos de cambio en la riqueza y abundancia en las comunidades de fauna silvestre y la afectación de especies focales, teniendo en cuenta que dichas actividades tienen mayor incidencia sobre el atropello de animales. La calificación dada a este impacto es MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

El desarrollo de las actividades mencionadas genera efectos ecológicos que principalmente hacen referencia a los fenómenos de efecto barrera, efecto de borde, ruido, atropello o choque de animales y transmisión de enfermedades de fauna doméstica a fauna silvestre.

Por otro lado, se consideró que las actividades que generan impactos positivos corresponden a la restauración y recuperación de áreas, dado que podrían participar en la disminución de las consecuencias del efecto barrera y atropello de animales, respectivamente, por consiguiente, su calificación fue MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

La instalación y operación de infraestructura temporal; movilización de maquinaria y personal; remoción de cobertura vegetal y descapote; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); demolición; explotación de materiales de construcción; construcción de puentes y viaductos; obras de arte; redes; tratamiento de taludes, restauración y recuperación de áreas, desmantelamiento, mantenimiento y operación las cuales generaran afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológica, producen efectos negativos sobre los cuerpos de agua, relacionados con las cualidades físico-químicas y de calidad de agua que permiten determinar el grado de impacto.

Entre estos efectos se encuentra:

Contaminación de cuerpos hídricos: Es generada tanto en la fase de construcción como en la de operación de la vía, debido a los materiales usados en este proceso y la sedimentación producto de las actividades realizadas en el área de influencia del corredor; los aceites u otras sustancias producidas por los vehículos que puedan derramarse accidentalmente y llegar a cuerpos de agua, generalmente por procesos de escorrentía. Por consiguiente, su calificación presenta un impacto negativo de importancia IRRELEVANTE A MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Adicionalmente, el proceso de extracción y disposición final de materiales empleados en la construcción puede aumentar el grado de sedimentación de los cuerpos de agua, así como el de eutrofización, sumado a la disposición accidental de sedimentos en corrientes de agua como producto de la construcción de redes, puentes, entre otros. Este impacto negativo presenta una calificación de importancia MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Ese tipo de derrames accidentales no es el único responsable de la contaminación y eutrofización que generarían las actividades mencionadas, también se encuentran posibles filtraciones o derrames de químicos utilizados en la pavimentación de la vía, como aditivos, impermeabilizantes, retardantes, acelerantes, juntas frías, entre otros.

La composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas depende de factores físicos y químicos del sistema en el que habitan, tales como los movimientos del agua corriente, velocidad y dirección. Sin embargo, dichas comunidades también responden a variaciones en la calidad del agua, originados por actividades antrópicas como las mencionadas anteriormente. La calificación para este impacto de importancia IRRELEVANTE y de importancia MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Los efectos descritos, no sólo influirían de manera directa sobre la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos que recorren las alternativas, también de forma indirecta sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas pertenecientes a tales ecosistemas.

Medio socioeconómico y cultural

Impacto "*Migración de la población*" por las actividades de: compra de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; cimentación de estructuras; construcción de puentes y viaductos; construcción de obras de arte estabilización de taludes (con concreto hidráulico o biomanto); señalización y demarcación vial; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico y finalmente mantenimiento, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Desplazamiento involuntario de unidades sociales*" por las actividades de: Adquisición de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; traslado y relocalización de redes; construcción de puentes y viaductos; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); construcción obras de arte; rellenos con material clasificado, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Cambios en la economía local y regional*" por las actividades de: compra de predios; desmonte, limpieza y descapote; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; señalización y demarcación vial; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Cambios en el valor de la tierra y construcciones*" por las actividades de: compra de predios; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; construcción de puentes y viaductos; movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); señalización y demarcación vial; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Afectación de la movilidad peatonal, vehicular y semovientes y de accesos, caminos veredales y fincas*" por las actividades de: desmonte, limpieza y descapote; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; movilización de material de construcción, insumos, maquinaria equipo y personal; excavaciones mecánicas para cimentación; cimentación de estructuras; construcción de puentes y viaductos, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Variación de los Índices de Accidentalidad*" por las actividades de: instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; movilización de material de construcción, insumos, maquinaria equipo y personal; movimientos de tierra (incluye transporte y disposición final); señalización y demarcación vial; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con las comunidades Campesinas y colonos*" por las actividades de: compra de predios; contratación de mano de obra; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; movimientos de tierra (Incluye transporte y

disposición final); rellenos con material clasificado; restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia ALTA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con comunidades étnicas*" por las actividades de: Compra de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Rellenos con material clasificado; Restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia CRITICA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Generación de Empleo*" por las actividades de: contratación de mano de obra calificada y no calificada; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, movimientos de tierra (incluye transporte y disposición final); restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Afectación a Redes de Servicios Públicos*" por las actividades de: compra de predios; desmonte, limpieza y descapote; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; demolición de infraestructura existente; traslado de redes; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final), impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Compra de Predios*" por las actividades de: compra de predios; instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); rellenos con material clasificado, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Afectación al Patrimonio Arqueológico de la Nación*" por las actividades de: desmonte, limpieza y descapote; extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación; cimentación de estructuras; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final), impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) alternativas.

Identificación y calificación de impactos escenario Con Proyecto – Obra subterránea

Se presentó la identificación y valoración de impactos por las diferentes actividades en el escenario con proyecto para las obras subterráneas, para cada una de las cuatro (4) Alternativas A, B, C y D y para cada medio Abiótico, Biótico y Socioeconómico y cultural.

Medio Abiótico

Los impactos evaluados ambientalmente del proyecto con obra subterránea, según el INVIAS se pueden mencionar a continuación con las respectivas actividades generales para dicha actividad y que hacen parte en todas las alternativas propuestas (A, B, C, D) teniendo en cuenta que en algunas hay menor cantidad de túneles como el caso de la alterativa A y B.

Impactos evaluados:

- Activación de procesos erosivos
- Modificación geomorfológica
- Incremento en la concentración de material particulado
- Aumento en decibeles de ruido
- Alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológica)
- Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales
- Afectación calidad de aguas subterráneas
- Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)
- Modificación del nivel freático

Las actividades que pueden generar los anteriores impactos durante la ejecución del proyecto son: Excavaciones mecánicas y con explosivos, instalación redes eléctricas, revestimiento del túnel, descarga de

aguas industriales, rellenos con material clasificado, imprimación y colocación de concreto asfáltico y construcción de rieles.

Medio Biótico

Se presentó mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, para el escenario con proyecto por las actividades en obras subterráneas las actividades de movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria y personal, remoción de cobertura vegetal y descapote y tala forestal en portales generaran cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad, indicando que al igual que ocurren en las actividades que se generan en la vía en superficie, *la movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal* dada para túneles, corresponde a una actividad que por su naturaleza afecta de forma indirecta la cobertura vegetal, evidenciándose en una disminución de individuos arbóreos presentes en la zona a efectos del descuido de los operarios en esta labor, considerando lo anterior esta actividad recibe una calificación de IRRELEVANTE para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las actividades de *Remoción de cobertura vegetal y descapote,* así como *Tala forestal en portales* reciben una calificación de IRRELEVANTE a MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D en cuanto al manejo de túneles ya que estas actividades afectan la cobertura vegetal presente en los portales de los túneles y plataformas de trabajo, reflejándose en un cambio en la cobertura vegetal asociada en muchos casos a remanentes boscosos afectando indirectamente el cambio de biodiversidad en estas áreas.

Para el paso de la cordillera central en túnel férreo, permite no afectar las zonas de páramo que ofrecen gran cantidad de servicios ambientales de provisión, especialmente de agua para la región, a su vez de impactar en lo más mínimo los correderos ecológicos existentes.

Al conservar y mantener estas áreas se permite el albergue y garantiza la perpetuidad de las comunidades tanto de flora como de fauna locales y regionales, así como su conectividad y movimiento con biotas subregionales, particularmente las pertenecientes a las de bosque alto - andino, andino y de páramo.

La instalación y operación de infraestructura temporal generaran cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad; la adecuación de plataformas de trabajo correspondiente a *la instalación y operación de infraestructura temporal* demanda actividades de remoción de cobertura vegetal disminuyendo en estas áreas el número de individuos forestales, afectando indirectamente la biodiversidad presente en estas áreas, estas razones conlleva a que esta actividad en si afecte de manera IRRELEVANTE para las cuatro alternativas – A, B, C y D los recursos naturales en la zona recibiendo respectivamente en cada uno de los impactos.

El tratamiento de taludes generara cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad; una vez terminadas las labores de construcción de los diferentes túneles se hace necesaria la *recuperación y revegetalización de taludes* de portales y plataformas de trabajo, favoreciendo así la regeneración de la cobertura vegetal permitiendo la aparición de especies forestales en estas áreas, por tal razón esta actividad recibe una calificación de MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Por otro lado, aunque la construcción de túneles minimicen los impactos de la fragmentación y ocurran cambios de conectividad, el efecto de la excavación sobre el techo de los túneles carreteros propuestos a lo largo de las alternativas, si pueden llegar a causar cambios sobre la riqueza y abundancia de la especies de fauna y flora, debido al abatimiento de niveles freáticos con la consecuente disminución de caudales en corrientes superficiales localizadas por encima del eje del túnel (de acuerdo a las características hidrogeológicas de la zona), que puede llegar a disminuir la calidad fisiológica de las especies vegetales presentes, afectando la producción de semillas y flores, así como la regeneración de plántulas presente en la cobertura de bosques fragmentados y vegetación secundaría y/o en transición del orobioma bajo, medio y alto de los andes; por tal motivo esta actividad recibe una calificación de MODERADA a la disminución de la calidad fisiológica vegetal para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

En cuanto al techo del túnel férreo debido a su conformación hidrogeológica y la profundidad de su excavación, presentará muy bajo abatimiento freático, dado que la recarga para este tramo es por precipitación la cual es de carácter bimodal donde prevalecen dos períodos lluviosos, la zona se encuentra limitada en la parte oriental de la Cordillera Central, donde se crean los nacederos de las corrientes superficiales en la parte alta de las montañas, el agua que se infiltra en el área verticalmente al subsuelo es poca, ya que las mencionadas corrientes se encuentran localizadas sobre unidades hidrogeológicas muy impermeables. Por consiguiente, se garantiza la perpetuidad de las comunidades tanto de flora como de fauna local y regional, así como su

conectividad y movimiento con biotas subregionales, particularmente las pertenecientes a las de bosque alto-andino, andino y de páramo.

Los parámetros para evaluar los impactos que puede causar la construcción de túneles sobre la fauna y vegetación, se estima conforme la afectación por tala en los portales, movimiento de tierra en superficie y remoción de cobertura vegetal y descapote, el cual puede llegar a ocasionar un efecto barrera sobre la fauna silvestre, efecto de borde para los parches de bosque y cambio de conectividad del ecosistema, debido a los cambios estructurales y reducción en la complejidad estructural, producto de la fragmentación. Por consiguiente, se otorgó una importancia MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Por el otro lado, aunque la construcción de los túneles minimicen los impactos de la fragmentación y cambio de conectividad del ecosistema, el efecto de la excavación sobre el techo del túnel, si puede llegar a causar cambios sobre la riqueza y abundancia de la especies de fauna y flora, debido al abatimiento de niveles freáticos con la consecuente disminución de caudales en corrientes superficiales localizadas por encima del eje del túnel (de acuerdo a las características hidrogeológicas de la zona), que puede llegar a disminuir la calidad fisiológica de las especies vegetales presentes, afectando la producción de semillas y flores, así como la regeneración de plántulas presente en la cobertura de bosques fragmentados y vegetación secundaría y/o en transición del orobioma bajo, medio y alto de los Andes. La calificación de estos impactos es de importancia IRRELEVANTE y MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

De igual forma, estos cambios en la riqueza y diversidad de especies vegetales en el techo del túnel, eventualmente también producirá cambios en la riqueza y diversidad de especies faunísticas, provocando modificaciones de las fuentes de alimentos y de hábitat de diferentes grupos faunísticos, disminuyendo así las especies polinizadoras y dispersoras de semillas. Estos impactos en gran medida son afectados por la excavación y movimientos de tierra, así como el uso de explosivos que ocasiona desplazamiento de la fauna especialmente por las aves y mamíferos medianos, por la disminución de la calidad de los micro hábitats de estos. Por esta razón estas actividades reciben una importancia MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Finalmente, las actividades de movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria y personal, remoción de cobertura vegetal y descapote, tala forestal en portales, adecuación de vías industriales, instalación y operación de infraestructura temporal, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), excavación, manejo y uso de explosivos, disposición de material de excavación, cortes, construcción y manejo de sistema de tratamiento de aguas de infiltración, construcción sistema de impermeabilización, construcción de obras de estructura y soporte, tratamiento de taludes, estructura de rodadura, manejo paisajístico, instalación sistema de ventilación y electromecánico, desmantelamiento, cierre y abandono y mantenimiento producirán efectos negativos sobre los cuerpos de agua, relacionados con las cualidades físico-químicas y de calidad de agua que permiten determinar el grado de impacto.

Entre estos efectos se encuentra la contaminación de cuerpos hídricos: es generada tanto en la fase de construcción del túnel, debido a los materiales que se utilizan y el proceso constructivo, los cuales son principalmente partículas de plomo, y los de conservación del revestimiento del túnel, que incluyen herbicidas y materiales epóxicos; también en esta fase pueden presentarse vertidos ocasionales en los accidentes y derrames de aceites y grasas, que puedan llegar a cuerpos de agua, generalmente por procesos de escorrentía, ocasionando cambios en la calidad del agua del hábitat dulceacuícola. Por consiguiente, la calificación de este impacto de importancia MODERADA para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Adicionalmente, el proceso de extracción y disposición final de materiales empleados en la construcción puede aumentar el grado de sedimentación de los cuerpos de agua, así como el de eutrofización, sumado a la disposición accidental de sedimentos en corrientes de agua como producto de la construcción del túnel.

La composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas depende de factores físicos y químicos del sistema en el que habitan, tales como los movimientos del agua corriente, velocidad y dirección. Sin embargo, dichas comunidades también responden a variaciones en la calidad del agua, originados por actividades de obras anteriormente mencionadas. Estos impactos presentan una con importancia IRRELEVANTE para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Los efectos descritos, no sólo influirían de manera directa sobre la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos que recorren las alternativas, también de forma indirecta sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas pertenecientes a tales ecosistemas.

Medio socioeconómico y cultural

Impacto "*Migración de la población*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; descarga de aguas industriales; rellenos con material clasificado; imprimación y colocación de concreto asfáltico impacto considerado de importancia moderada para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Cambios en el valor de la tierra y construcciones*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; descarga de aguas industriales; rellenos con material clasificado; imprimación y colocación de concreto asfáltico, impacto considerado de importancia moderada para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Conflictos con las comunidades Campesinas y colonos*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; revestimiento del túnel; descarga de aguas industriales; rellenos con material clasificado; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia alta para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Conflictos con comunidades étnicas*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; revestimiento del túnel; descarga de aguas industriales; rellenos con material clasificado; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia crítica para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Generación de Empleo*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; instalación de redes eléctricas; revestimiento del túnel; construcción de rieles; instalación del sistema de ventilación; mantenimiento rutinario; mantenimiento periódico; mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia moderada para todas las cuatro (4) alternativas.

Impacto "*Compra de Predios*" por las actividades de: excavaciones con explosivos; movimiento, transporte y disposición final de tierras; rellenos con material clasificado, impacto considerado de importancia moderada para todas las cuatro (4) alternativas.

Esta Autoridad considera frente a lo propuesto en relación con la identificación y valoración de impactos sin proyecto y con proyecto para las cuatro Alternativas A, B, C y D, sean vías superficiales o subterráneas o túneles- al medio socioeconómico y cultural, ajustado y apropiado con lo observado en campo, dado que toman en cuenta las diversas actividades, los califican de manera apropiada según la metodología expuesta y es valorado atendiendo a su carácter negativo o positivo.

No obstante, es pertinente advertir que debió tener en cuenta en relación con los impactos más significativos que las Alternativas puedan generar, la identificación, calificación y análisis de los impactos acumulativos a nivel regional por la ejecución y operación del proyecto con respecto a proyectos ya existentes, en ese sentido es pertinente se determine cómo viable y se deberá para la etapa del EIA de la misma, incluir, entre otros, esos impactos acumulativos, atendiendo a los Términos de Referencia que se determinen.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS

En este ítem se presentan las consideraciones y el análisis para establecer cuál de las alternativas entregadas en el estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, es la más adecuada desde el punto de vista económico ambiental para el desarrollo del proyecto "Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia", consideraciones que se fundamentan en la revisión de la información presentada a esta Autoridad mediante comunicación 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017 y 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017.

Consideraciones sobre la selección de impactos relevantes y los criterios de escogencia por parte del usuario

La relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia o alta significancia, que presenta frente a los instrumentos de gestión ambiental. Es decir, mayor esfuerzo en la aplicación de medidas para su control, así, como el valor de los bienes y servicios ecosistémicos.

En este sentido, se indica que el criterio de selección de impactos relevantes corresponde a los resultados de la matriz de evaluación de impactos, considerando para el análisis y cuantificación económica aquellos que obtuvieron una significancia de crítico.

Identificando para las alternativas en superficie y los túneles, es decir las cuatro alternativas los impactos críticos por componente en 4 tablas, a lo que se afirma "*siguiendo la lista de impactos críticos y altos, el análisis de internalización de impactos, es importante para contar con la selección final de impactos a evaluar ya sea como costo o beneficio económico ambiental. Este paso es importante para determinar cuáles deben ser compensados y/o establecer acciones de mitigación, reducción, adaptación para minimizarlos y a su vez se entrar a definir la necesidad de valorarlos económicamente según sea pertinente.*

A partir de las estrategias ambientales formuladas según los impactos identificados (ver capítulo 8), se puede presentar información valiosa con relación a las medidas tendientes a controlar, mitigar, prevenir y/o compensar los impactos, para dar respuesta total o parcial a las actividades de cada una de las alternativas del proyecto de construcción"

Identificando como impactos a ser cuantificados económicamente, medio abiótico vía en superficie y túneles:

- Hídrico
- Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña
- Afectación de nacederos y lagunas
- Paisaje
- Modificación paisajística
- Suelos
- Cambio de uso del suelo

De acuerdo con lo anterior, si bien se enuncia la utilización de un análisis de internalización para determinar los impactos que se deben valorar económicamente, ésta no lo presenta, lo cual es acertado debido a que se trata de una fase de pre factibilidad, en consecuencia, existe incertidumbre en la capacidad de las estrategias de manejo para controlar al 100% los potenciales impactos, por lo tanto, no hay certeza de que el recurso o componente ambiental vuelva al estado inicial.

Se resalta la necesidad de aclarar que no es correcto afirmar que las medidas en las categorías de compensación no son una buena alternativa para el manejo de un impacto, ya que estas hacen relación a que este, no se pudo prevenir ni mitigar, por lo que no está siendo internalizado y debe ser valorado económicamente.

En cuanto a la selección de impactos relevantes a ser cuantificados, se destaca que este es un análisis de alternativas, por lo que la identificación de los mismos debe ser para cada una de estas, de manera que no es correcto agrupar los impactos como los ha presentado la empresa.

Por todo lo anterior, esta Autoridad Ambiental para próximos ejercicios no utilizar este tipo de planteamientos para la fase de diagnóstico ambiental de alternativas, y deberá desarrollar la identificación de impactos para cada una de las mismas.

Consideraciones sobre la cuantificación biofísica de impactos relevantes

La cuantificación biofísica corresponde a la medición del delta o cambio ambiental que causa el impacto sobre el factor o servicio ambiental, para realizar este análisis es necesario considerar un indicador que dé la oportunidad de comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico analizado, adicionalmente en coherencia con la Metodología General para Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) esta etapa debe surtirse para la totalidad de impactos seleccionados como relevantes.

Se presenta la cuantificación biofísica para los impactos de los cuales desarrollo la cuantificación económica, estos son: disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, afectación de nacederos y lagunas, modificación paisajística, cambio de uso del suelo.

Una vez más se resalta la necesidad de realizar el presente análisis partiendo de las características de cada una de las alternativas, dado que el delta ambiental, es decir, la afectación causada depende de las

características técnicas de las mismas, por ejemplo, el cambio del uso del suelo, el aprovechamiento forestal son diferentes tanto para las alternativas en superficie como para los túneles.

Consideraciones sobre la valoración de costos y beneficios ambientales

Consideraciones sobre los costos

En cuanto a las cuantificaciones desarrolladas la empresa presenta la cuantificación de Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, modificación paisajística, cambio del uso del suelo, generación de emisiones de CO2 por consumo de energía, para las alternativas A,B,C,D en una sola cuantificación económica sin considerar la cuantificación biofísica, como es resaltado por esta autoridad, por lo que no es correcto dado que a pesar que los impactos se manifiesten en las 4 alternativas, estos tienen una cuantificación biofísica, o delta ambiental para cada una de estas tanto para las alternativas en superficie como los túneles; por lo que el costo de la externalidad es diferente para cada una de las alternativas.

En cuanto al método de transferencia de beneficios desarrollado para la cuantificación de los impactos, Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, modificación paisajística y cambio del uso del suelo, se resalta que para asegurar la aplicación rigurosa de dicho método se debe de presentar el desarrollo detallado y explícito de cada uno de los siguientes pasos:

Paso 1 –Identificarlos estudios y valores para transferir, a partir de una amplia revisión bibliográfica:

a.-El objeto de la valoración debería ser comparable con aquel valorado en el estudio de referencia.
b.-Debe existir similitud entre las características de la población de referencia y las del estudio
c.-Debe demostrarse la calidad del (los) estudio(s) de referencia

Paso 2 – Ajustar los valores y/o los elementos a transferir.

Paso 3 – Estimar el valor del beneficio total.

Dado que se afirma que "*Se usa la transferencia de valor basado en un conjunto de estudios para aproximar con una medida de tendencia central el valor del servicio ecosistémico afectado. Esta transferencia de valor gana validez empírica si hay múltiples estudios (valores) que permitan obtener un rango y no un valor puntual sobre el servicio ambiental impactado*", pero no allega los cálculos ni las memorias aritméticas realizadas, por lo que no es posible establecer un criterio en cuanto a las afirmaciones presentadas.

En cuanto al impacto generación de emisiones de CO2 por consumo de energía, no es clara la razón por la cual desarrollan la cuantificación dado que este no se encuentra identificado dentro de la evaluación de impacto y de la identificación de impactos relevantes, por lo que no se puede observar la relación proyecto - impacto-externalidad.

Consideraciones sobre los beneficios

La cuantificación del beneficio ahorro en consumo de combustibles, si bien esta podría ser identificada como una externalidad positiva generada por el proyecto, es importante aclarar que los costos y beneficios que se analizan en este aparte son costos y beneficios sociales, no privados, es decir, se consigna los montos de inversión privada en los que se incurre por los costos de operación, lo cual no refleja en sí mismo el efecto (valor) social de la mejora, o en su defecto la cuantificación del nivel de mejora para las comunidades del área de influencia del proyecto.

En relación con el beneficio reducción de emisiones contaminantes, a través de precios de mercado, si bien esta podría ser identificada como una externalidad positiva generada por el proyecto, la empresa no allega a esta autoridad las memorias de los procedimientos aritméticos empleados, por lo que no es posible establecer un criterio en cuanto a las afirmaciones presentadas.

Finalmente, se resalta la necesidad de realizar el presente análisis partiendo de las características de cada una de las alternativas, dado que el delta ambiental, es decir, el beneficio generado depende las características técnicas de las mismas, son diferentes tanto para las alternativas en superficie como para los túneles.

Consideraciones sobre la evaluación de indicadores económicos

En relación con los indicadores de decisión, presenta en una tabla el comparativo de las 4 alternativas, en donde relaciona una Tasa interna de Retorno Ambiental de 12.01 % para la alternativa A: Sanval 1; 140.1% para la alternativa B: Sanval 2; del 21.01% para la alternativa C: EDL 1 y para la alternativa D: EDL2 del 21.7% con un VPN y una relación costo beneficio superior a cero para todas las alternativas.

Sin embargo, se hace preciso aclarar que, si bien los indicadores de decisión son herramientas económicas para la toma decisión, para el presente análisis debe contar con una tasa social de descuento, diferente a la tasa interna de retorno planteada; además a esta Autoridad no le quedan claros los procedimientos empleados para el cálculo de los mismos, ya que los costos y beneficios fueron calculados de forma global y no para cada alternativa, como es identificado por esta Autoridad.

Como conclusión, sí bien el análisis económico allegado, presenta algunas deficiencias de información y de cálculos matemáticos, esta Autoridad concluye que la Alternativa D: EDL 2 es la más favorable desde los costos ambientales, debido a que su diseño se encuentra por fuera de áreas sensibles ambientalmente, así mismo los criterios de los demás componentes en cuanto a la generación de impactos y por lo tanto de externalidades, son mucho más favorables que para las demás alternativas.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LA ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La Zonificación de Manejo Ambiental propuesta dentro del marco del proyecto, se presentó teniendo como referencia las consideraciones y metodología realizadas en la Zonificación Ambiental, además de las actividades del proyecto, las condiciones abióticas, bióticas y socioeconómicos y culturales de las áreas de influencia y los resultados de la evaluación de impactos.

En ese sentido se propusieron tres áreas para determinar la pertinencia o no de actividades en estas y cuáles serían las que se deben implementar con medidas o con restricciones debido a existencia de elementos socioambientales y normativos) y cuáles serían objeto de intervención sin restricciones, para cada una de las Alternativas (A, B, C, y D), además señaló el Estudio que "… *de acuerdo al análisis de sensibilidad ambiental por cada medio y con la identificación de los impactos ambientales, se clasifican las áreas, por medio del análisis de SIG, en donde se traslapan capas de los elementos ambientales identificados como vulnerables a las actividades de obra, una vez se desarrolle este análisis*", así:

Áreas de Exclusión

Áreas no intervenibles dependiendo de la actividad propuesta; se considera que el criterio de exclusión por actividad está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socioambiental de la zona, la capacidad de auto recuperación de los medios a ser afectados y el carácter de áreas con régimen especial de protección y propuso las correspondientes restricciones (Zona de Reserva Forestal Central y Páramo las Hermosas).

Áreas de Intervención con Restricciones

Áreas de intervención, donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad ambiental de la zona, (restricción por cruce de cuerpos de agua, restricción por afectación a cobertura de protección de rondas hídricas, restricción por afectación de coberturas arbóreas y arbustivas densas, restricción por afectación de cabeceras municipales, restricción por afectación cinturón andino, restricción por afectación de área prioritaria para conservación de la biodiversidad río hereje y se incluyó también la restricción por afectación de humedales.

Áreas de Intervención

Áreas de intervención con manejos adecuados, acordes con las actividades y etapas del proyecto, (sin restricciones).

Es pertinente señalar que se propuso Restricciones de carácter lineal, dado que "… *dentro del área de estudio se identificaron restricciones de carácter lineal que no pueden ser cartografiadas como polígono, por cuanto estas restricciones están asociadas a infraestructura de la línea de Transmisión de Media y Alta Tensión y el Gaseoducto, este aspecto fue considerado con los aislamientos respectivos, dentro de los trazados*".

Posteriormente como resultado del análisis incluyó en las tablas, fruto de la sensibilidad ambiental en la zonificación de manejo, para cada una de las alternativas, su área y porcentaje correspondiente a las AII y AID.

Finalmente incluyó los mapas de zonificación de manejo por cada una de las Alternativas atendiendo a las áreas de exclusión, intervención con restricciones e intervención sin restricciones.

Teniendo en cuenta los resultados de la sensibilidad de zonificación de manejo ambiental para las cuatro alternativas, la zona más representativa en el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas corresponden a las Áreas de exclusión para la alternativa B ocupando un mayor área con el 45.25% y la alternativa A con el 37.78%; mientras la alternativa C y D presentan áreas de exclusión menor del 16.68 % y 19.54 % respectivamente, dado que la mayor representatividad de manejo ambiental es en el área de intervención con restricción media-alta en el orden del 47.02% Alternativa C y 40.48 % alternativa D, las cuales son zonas que con un manejo adecuado ambiental, estarán acordes con las actividades y etapas del proyecto.

En relación con los medios abiótico y biótico, esta Autoridad considera que las categorías expresadas en la zonificación de manejo ambiental, es coherente y corresponde con lo descrito en lo relacionado con la descripción del proyecto, la caracterización de los criterios del medio abiótico y biótico, la zonificación ambiental y la identificación y calificación de impactos, de acuerdo con lo observado en campo y a lo exigido en los Términos de Referencia.

En relación con el medio socioeconómico, esta Autoridad considera que las categorías expresadas en la zonificación de manejo para este medio, es coherente y corresponde con lo descrito en lo relacionado con la descripción del proyecto, la caracterización socioeconómica y cultural, la zonificación ambiental y la identificación y calificación de impactos, de acuerdo a lo observado en campo y a lo exigido en los Términos de Referencia, no obstante, es pertinente señalar que se debió tener en cuenta en la zonificación de manejo lo relacionado, no sólo con los Resguardos indígenas, sino también con los cabildos indígenas pijaos existentes en el área de influencia de los municipios de Ataco y Natagaima (Tolima) y los Consejos Comunitarios existentes en el área de influencia de los municipios de Pradera y Florida, (Valle del Cauca); ahora bien, en Planadas y Rioblanco (Tolima).

Se observó una alta concentración de minifundios o microfundios que son altamente cultivados con café, caña y productos de pancoger, en ese sentido esta es una variable o elemento muy sensible (estructura de la propiedad de la tierra) que debió tenerse en cuenta en coherencia con lo señalado por esta Autoridad en la zonificación ambiental y que una vez valorada la sensibilidad debería establecer una zonificación ambiental de manejo adecuada y coherente fruto de lo existente en el área de influencia. Igualmente debió tener en cuenta para su valoración en la zonificación de manejo, los accesos y caminos que existen en el área de influencia y son utilizados profusamente por las comunidades, que son potencialmente proyectados para su uso en sus diversas actividades y que para esta Autoridad se consideran de alta sensibilidad, en igual proporción el patrimonio histórico, artístico y arqueológico en coherencia con lo presentado en la caracterización.

En conclusión para el componente socioeconómico la restricción en el uso del suelo, la estructura de la propiedad, la potenciación de conflictos, la intervención en territorios con presencia de grupos étnicos (indígenas y afrodescendientes), la afectación al paisaje cultural cafetero, las vías y accesos y el patrimonio histórico, artístico y arqueológico, se determinan como de importancia ambiental severa, producto de la posible afectación y alteración que las actividades del proyecto le puedan generar e impactar. De acuerdo con lo anterior, se debió establecer e identificar estos elementos para cada una de las alternativas y deberán ser incluidos como variables objeto de su zonificación de manejo.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

Se presentaron las medidas de manejo ambiental para los medios abiótico, biótico y socioeconómico para las cuatro (4) alternativas; igualmente propuso para el desarrollo de aplicación de la Gestión Ambiental dos (2) estrategias de manejo.

Las medidas propuestas buscan atender los impactos identificados en la evaluación ambiental, para los tres medios.

El Plan de Manejo Ambiental, que contiene las acciones de manejo requeridas para la ejecución de las actividades del proyecto tiene como fin prevenir, mitigar, controlar, evitar y/o compensar los impactos potenciales que se pueden llegar a presentar por su ejecución.

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Cada una de las fichas allegadas presentó: objetivos, etapa de aplicación, impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, personal requerido y presupuesto**.**

Medidas de Manejo para el desarrollo y aplicación de Gestión Ambiental propuesta por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

NÚMERO	TITULO
DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	
1H	Conformación de grupo de gestión social y ambiental. Objetivos: Definir las acciones a seguir para asegurar la ejecución y eficacia de las estrategias propuestas en este capítulo, en el cual se definen las medidas necesarias para manejar los impactos generados por las diferentes actividades
2H	Cumplimiento de requerimientos legales. Objetivos: Definir las acciones a seguir para identificar los permisos, licencias y autorizaciones por uso y/o intervención de recursos naturales que requiere el proyecto de manera que se garantice el cumplimiento de las normas ambientales vigentes

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Medidas de Manejo medio Abiótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
ESTRATEGIA DE MANEJO SUELO	
1F	Manejo y disposición de materiales sobrantes, escombros y lodos. Objetivos: Establecer los lineamientos para: • Cumplir con la normatividad para la disposición de materiales sobrantes, provenientes de las excavaciones. • Establecer las medidas para el manejo de los impactos.
2F	Manejo de taludes, laderas y control de erosión. Objetivos: Establecer los lineamientos para el diseño de obras para el manejo adecuado de los taludes.
3F	Manejo paisajístico. Objetivos: Compensar los efectos generados sobre el paisaje por las obras y actividades del proyecto.
4F	Manejo integral de materiales de construcción. Objetivos: Definir los parámetros para controlar los impactos generados por el manejo de los materiales de construcción.
5F	Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales. Objetivos: Realizar la gestión integral de los residuos sólidos no aprovechables, peligrosos y aprovechables (reciclables y/o biodegradables) generados en las actividades constructivas. Actividades posteriores a la extracción de material de las zonas de préstamo y para la etapa de abandono y restauración final. • En el momento que haya finalizado la extracción del material de las zonas de préstamo se procederá con la estabilización y conformación de los taludes para evitar la generación de procesos erosivos en sus alrededores. • El material sobrante compuesto por la tierra de descapote y material extraído que no sirva para la adecuación de las obras civiles podrá ser dispuesto debidamente perfilado y conformado sobre la base de la zona de préstamo, teniendo en cuenta las estrategias descritas en la Ficha de Manejo paisajístico. El cercado de las obras civiles (vía y plataforma) deberá contemplar las zonas de préstamo del proyecto, con el fin de evitar que especies bovinas y equinas se vean afectadas por probables caídas sobre el área intervenida. • La zona de préstamo en el área del proyecto será construida probablemente en reservorios de agua para la fauna local, doméstica y nativa, dada las características, estas zonas estarán bajo la protección de las medidas de manejo contempladas para cuerpos de agua.
6F	Manejo de la Explotación fuentes de material. Objetivos: Ratificar los procedimientos que deberá adoptar el contratista constructor en materia de adquisición de materiales pétreos a terceros o proveedores, así como señalar medidas básicas en el evento que dicho contratista pretenda explotar directamente bancos o fuentes de materiales para auto-suministro del proyecto a su cargo.
7F	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras. Objetivos: •Disminuir el efecto negativo que pueda tener las voladuras sobre el medio ambiente y realizar un manejo adecuado de los explosivos cumpliendo con todas las normas de seguridad. • Dar cumplimiento a la normativa vigente en la materia.
ESTRATEGIAS DE MANEJO HÍDRICO	
8F	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales. Objetivos: • Implementar medidas de manejo ambiental que eviten la contaminación del suelo presente en el área de la obra.

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
ESTRATEGIA DE MANEJO SUELO	
	• Garantizar que los residuos líquidos generados por el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto sean tratados y vertidos de acuerdo al correspondiente permiso de vertimientos
9F	Manejo de cruces de cuerpos de agua. Objetivos: Prevenir y mitigar los impactos asociados por la construcción de obras en los puntos de cruce de la vía con las corrientes de agua presentes a lo largo del trayecto.
10F	Manejo de la captación en cuerpos de agua. Objetivos: Prevenir y mitigar los impactos asociados a la captación de agua demandada por el desarrollo de las actividades constructivas.
11F	Manejo de aguas de escorrentía. Objetivos: • Implementar medidas de control y manejo de aguas de escorrentía superficial para evitar procesos erosivos y contaminación de cuerpos de agua.
12F	Manejo de aguas de infiltración de túneles. Objetivos: • Proporcionar un manejo sostenible a las aguas naturales de infiltración que aparecen en las cavidades de las excavaciones de los túneles. Al respecto es preciso entender que estas aguas entran en contacto con aguas de aporte relacionadas con los equipos destinados al proceso constructivo de apertura y soporte de la respectiva excavación, por lo cual es preferible hacer alusión a las aguas industriales provenientes de los túneles.
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE RECURSO AIRE	
13F	Manejo de fuentes de emisiones y ruido. Objetivos: • Prevenir la contaminación atmosférica a través del control de las emisiones atmosféricas (gases y material particulado). • Establecer medidas para controlar la generación de ruido en los frentes de obra y campamento.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el medio abiótico se plantearon tres estrategias de manejo: suelo con siete (7) fichas de manejo, hídrico con cinco (5) fichas de manejo y aire con una ficha de manejo para un total de trece (13) fichas de manejo referenciadas con la letra F; se observa que las medidas establecidas están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos identificados, que puedan generarse en la etapa constructiva del proyecto, de igual manera se evidencia que las fichas de manejo se encuentran estructuradas con los siguientes ítems: código de identificación, nombre de la estrategia, objetivos, impactos a controlar, tipo de medida a ejecutar, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, personal requerido y los costos se encuentran descritos en el anexo del capítulo 8 del Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

En relación con lo anterior, se evidenció para el medio abiótico, cada estrategia cuenta con los requerimientos mínimos que establecen los Términos de Referencia - Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales DA-TER-3-01.

Medidas de Manejo medio Biótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FLORA	
1B	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote. Objetivos: • Establecer las medidas ambientales adecuadas para realizar las actividades de desmonte y descapote del área de intervención directa del proyecto. • Manejar la capa vegetal y el suelo orgánico, con las mínimas alteraciones de sus propiedades y propender por mejorarlas. • Implementar medidas de manejo y control ambiental para evitar la afectación o el corte innecesario de material vegetal. • Evitar deterioro y pérdida de material orgánico.
2B	Manejo de flora: Objetivos: • Establecer las medidas a ejecutar para la conservación y protección de las áreas sensibles del Área de Influencia Directa del proyecto. • Establecer las medidas de manejo para la protección de la flora nativa que no va a ser objeto de aprovechamiento para la construcción del proyecto.
3B	Manejo de flora en veda o con algún tipo de restricción. Objetivos: • Proteger las especies nativas de flora, que se encuentren vedadas, ubicadas en el área directa de intervención del proyecto. • Rescatar y reubicar los brínzales y latízales de las especies de flora amenazadas o en peligro crítico que se encuentren ubicados en las áreas a intervenir, para la construcción del proyecto.
4B	Manejo de aprovechamiento forestal. Objetivos: • Implementar las medidas de manejo y control necesarias para realizar adecuadamente las actividades de aprovechamiento forestal, sobre el área de intervención directa del proyecto. • Definir las medidas de manejo y control ambiental necesarios para evitar la afectación a otras áreas e individuos arbóreos fuera del proyecto. • Mitigar el impacto visual causado por las labores de construcción.

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
5B	Manejo de la Revegetalización. Objetivos: Realizar la revegetalización en las zonas de taludes, según criterio del área geotécnica, con el fin de proteger el suelo de la erosión.
	ESTRATEGIAS DE SALVAMENTO DE FAUNA SILVESTRE
6B	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre. Objetivos: • Capacitar a todo el personal del proyecto sobre la importancia de conservación y manejo de la fauna silvestre potencial en la zona. • Disminuir el número de accidentes de fauna silvestre en la zona del proyecto. • Realizar el rescate de la fauna silvestre que se haga presente en el corredor de la vía.
7B	Apoyo de gestión con fines de repoblamiento de fauna. Objetivos: • Apoyar programas de investigación relacionados principalmente con la evaluación de hábitat y la estructura y dinámica poblacional de especies de flora y fauna vulnerables. • Concientizar a los interesados en repoblamiento con especies amenazadas sobre el "Principio de precaución" teniendo en cuenta que las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto se encuentran transformadas y cualquier acción de este tipo podría redundar en un mayor desequilibrio del sistema afectando aún más la comunidad faunística presente.
	ESTRATEGIAS DE PROTECCION Y CONSERVACION DE HABITATS
8B	Parcela permanente de estudio de sucesión vegetal y calidad de hábitat. Objetivos: • Establecer parámetros de evaluación permanente de la biodiversidad que sean comparables, replicables y monitoreables a lo largo del tiempo y entre áreas geográfica.
9B	Protección de Zonas de Reserva. Objetivos: Establecer las medidas a ejecutar para la conservación y protección de las áreas altamente sensibles en el área de influencia directa. Establecer las medidas de manejo para la protección de la flora nativa que no va a ser objeto de aprovechamiento para la construcción del proyecto vial.
	ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO
10B	Manejo de comunidades hidrobiológicas. Objetivos: • Evaluar la dinámica de los macroinvertebrados interceptados por las actividades de construcción de la vía. • Proteger las comunidades hidrobiológicas presentes en el sistema hídrico ante los procesos de intervención que puedan llegar a afectarlos.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el medio biótico, cada estrategia cuenta con los requerimientos mínimos que establecen los Términos de Referencia - Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales DA-TER-3-01.

Medidas de Manejo medio Socioeconómico y cultural propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIOECONOMICAS		Alternativa			
		A	B	C	D
1S	Atención y divulgación a la comunidad: Objetivos: • Recibir, atender y dar respuesta eficaz a las solicitudes, quejas, reclamos y/o sugerencias de las comunidades, autoridades locales, líderes comunitarios, responsables de grupos étnicos y responsables de equipamientos sociales, que se generen por el proyecto con el fin de crear un clima de confianza con la comunidad. • Difundir a través de piezas de comunicación, buzones satélites o medios alternos (emisoras y periódicos locales) información de interés para la comunidad en general en temas como cierres temporales de vías, desvíos, interrupción de servicios públicos, capacitaciones, medidas de contingencia, entre otros.	X	X	X	X
2S	Información y participación comunitaria. Objetivos: • Brindar información clara, veraz y oportuna a la comunidad en general, líderes comunitarios, gobernadores indígenas, representantes	X	X	X	X

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
	de consejos comunitarios, autoridades locales, organizaciones, representantes de equipamientos sociales y usuarios viales, con el fin de evitar posibles conflictos ocasionados por falsas expectativas o por el desconocimiento de las actividades del proyecto. • Fortalecer los procesos de participación y organización ciudadana, que permita generar acciones de control social y resolución de conflictos que puedan manifestarse durante el desarrollo del proyecto.				
3S	Gestión Predial de la población afectada por desplazamiento involuntario: Objetivos: • Establecer estrategias de información, atención y divulgación con las unidades sociales involucradas en el proceso de adquisición predial, con el fin de disminuir las alteraciones en la calidad de vida. • Aplicar los lineamientos de gestión socio predial dispuestos en las Resolución 7310 de 2015 del INVIAS, para la elaboración y ejecución de la Gestión. • Contribuir a la restitución de las redes sociales de la población sujeta a reasentamiento y que se encuentre en condiciones de alta vulnerabilidad.	**X**	**X**	**X**	**X**
4S	Contratación de mano de obra local. Objetivos: • Mejorar la calidad de vida de los pobladores de las unidades territoriales adscritas al proyecto, así como de las comunidades de grupos étnicos, a través de la vinculación laboral de sus residentes • Minimizar la migración laboral dando prelación a las contrataciones del potencial laboral local. • Sensibilizar al personal de obra sobre nociones básicas como respeto, seguridad y compromiso con el entorno natural y social, mediante la información sobre las características generales del proyecto y los aspectos socioculturales de las comunidades aledañas, sentando las bases para una comunicación eficaz, la coordinación, la resolución de conflictos y la buena convivencia.	**X**	**X**	**X**	**X**
5S	Acompañamiento social al manejo de infraestructura y redes locales. Objetivos: • Registrar el estado físico de todas las construcciones e infraestructura como: viviendas, equipamientos sociales, redes de servicios públicos, accesos veredales y/o prediales, previo al inicio de las actividades constructivas. • Verificar el debido proceso en el restablecimiento y/o reubicación de la infraestructura que pueda verse afectada por la obra, con el fin de evitar conflictos con las comunidades del área. • Restituir a las comunidades del AI del proyecto todo equipamiento social que se vea afectado por las actividades constructivas del proyecto aplicando la normatividad vigente y las directrices de cada una de las alcaldías municipales.	**X**	**X**	**X**	**X**
6S	Capacitación y sensibilización socioambiental a las comunidades locales. Objetivos: • Realizar actividades de capacitación y sensibilización socio ambiental que fomenten la participación comunitaria de residentes, instituciones educativas, organizaciones comunitarias, líderes comunitarios, representantes de grupos étnicos y demás actores sociales presentes en el área del proyecto, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental en las zonas urbanas y rurales del área del proyecto.	**X**	**X**	**X**	**X**

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
7S	Promoción de proyectos productivos. Objetivos: • Promover el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones en el AI del proyecto teniendo en cuenta las potencialidades socioeconómicas y comunitarias locales como insumo para la sostenibilidad ambiental. • Contribuir al desarrollo de la competitividad económica en el AI del proyecto. • Propiciar la inserción de familias vulnerables asociadas a iniciativas productivas. • Mejorar los ingresos y calidad de vida de las familias. • Apoyar el desarrollo de capacidades y oportunidades en las comunidades. • Impulsar el ejercicio de una Ciudadanía Activa. • Promover la articulación de las redes comunitarias presentes en las zonas de influencia directa de los proyectos.	**X**	**X**	**X**	**X**
8S	Fortalecimiento institucional y comunitario para el manejo de procesos migratorios. Objetivos: • Apoyar los proyectos y programas de bienestar social y de prevención de conflictos sociales que sean formulados por la administración municipal. • Apoyar las gestiones de control comunitario en relación a la violencia intrafamiliar y la prostitución. • Promover la salud sexual y reproductiva en las comunidades locales, en la población flotante y en la comunidad laboral en todos los niveles y áreas. • Generar estrategias preventivas del consumo de sustancias psicoactivas y comportamientos delictivos.	**X**	**X**	**X**	**X**
9S	Manejo de nuevos esquemas de movilidad local y cultura vial. Objetivos: • Generar estrategias de apropiación del proyecto a través de procesos de educación y concientización con las comunidades educativas, población en general, líderes comunitarios, representantes de grupos étnicos, usuarios viales y empresas de transporte locales, con el fin de disminuir las conductas de riesgo en el corredor vial. • Capacitar y sensibilizar a las comunidades asentadas en el AI del proyecto, usuarios viales, representantes y beneficiarios de equipamientos sociales, empresas de transporte públicos local entre otros sobre las conductas apropiadas y el reconocimiento y manejo del riesgo en el corredor vial.	**X**	**X**	**X**	**X**
10S	Acompañamiento Social al Cumplimiento de Acuerdos con Comunidades Étnicas. Objetivos: • Garantizar la participación del Pueblo Indígena Nasa en los resguardos Las Mercedes, Triunfo Cristal Páez y Nasa Thá, y aquellas otras que se identifiquen durante la elaboración del estudio, ubicados en los municipios de Rioblanco (Tolima) y Florida (Valle del Cauca); en las actividades de ejecución del proyecto vial e implementación del Plan de Manejo Ambiental en la medida en que las acciones impacten directamente a estas comunidades étnicas. • Dar cumplimiento de acuerdos de Consulta Previa con comunidades étnicas según la normatividad existente en: Ley 21 de 1991, Decreto 1066 de 2015, Directiva Presidencial N° 10 de 2013, y Ley 1682 de 2013.			**X**	
11S	Arqueología Preventiva. Objetivos: • Dar cumplimiento a las leyes de protección y conservación del Patrimonio Arqueológico Nacional estipuladas en los artículos 63 y 72 de la Constitución Política de Colombia, en la Ley 163 de 1959, decreto reglamentario 264 de 1963, Ley 397 de 1997, Ley 833	**X**	**X**	**X**	**X**

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
	de abril de 2002, Ley 1185 de marzo de 2008 y en el decreto reglamentario 763 de 2009. • Proteger y conservar el Patrimonio Arqueológico que se pueda encontrar dentro de las UTm de la alternativa vial escogida. • Continuar con el Programa de Arqueología Preventiva iniciado durante la etapa del DAA Diagnostico Ambiental de Alternativas.				

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Esta Autoridad considera que las medidas de manejo propuestas para las cuatro (4) alternativas, están estructuradas en fichas de manera ajustada y coherente de acuerdo con lo observado en campo y a lo señalado en los Términos de Referencia, en ese sentido cubren impactos y conciben acciones que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos que se puedan producir por las diferentes actividades del proyecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, no obstante, al revisar el Plan de Manejo Ambiental, una vez se proceda a la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se debe ajustar aspectos referentes a las fichas presentadas.

En la etapa de EIA para la alternativa seleccionada, se deben establecer medidas y acciones específicas para el manejo del recurso hídrico, respecto al manejo de cruces de cuerpos de agua y de la vegetación en zonas de ronda, al igual debe contemplar en cada ficha el costo estimado de las medidas a ejecutar.

Con respecto al medio socioeconómico y cultural en el contenido de las siguientes fichas presentadas y se requiere además que INVIAS atienda y ajuste para el EIA de la Alternativa que esta Autoridad considere viable, lo siguiente:

FICHA: 4S. TÍTULO: CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL
CONSIDERACIONES: Esta ficha no será objeto de evaluación por parte de esta Autoridad porque no es de competencia de esta Autoridad.

Frente a la ficha o medida de manejo 11S- Arqueología Preventiva, esta Autoridad considera que esta Autoridad no es competente para evaluarla.

Esta Autoridad considera que todas las medidas de manejo de la Gestión Social deberán estar estructuradas como ficha, y entre otros, los siguientes ítems desarrollados: población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, indicadores de seguimiento y monitoreo y cronogramas de ejecución.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El programa de Seguimiento y Monitoreo está dirigido a verificar y evaluar periódicamente el desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo ambiental formuladas en el Plan de Manejo Ambiental del presente documento, de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico del proyecto.

Las medidas de seguimiento y monitoreo propuestas están relacionadas con las actividades objeto de las cuatro (4) alternativas; las fichas de seguimiento y monitoreo para el PMA de los medios Abiótico, Biótico, Socioeconómico, se indica que la estructura de la ficha para las Alternativas corresponde al programa, código de la ficha y el nombre.

El estudio presenta para el medio abiótico tres (3) estrategias de monitoreo y seguimiento en relación con las estrategias de manejo ambiental para los recursos suelo, recurso hídrico y aire, teniendo en cuenta las trece (13) fichas de manejo ambiental descritas en el ítem anterior y para el medio biótico tres (3) estrategias de monitoreo y seguimiento en relación con las estrategias de manejo ambiental para el manejo de flora, salvamento de fauna silvestre y estrategias de protección y conservación de hábitats, teniendo en cuenta las trece (10) fichas de manejo ambiental descritas en el ítem anterior.

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Estrategias de seguimiento y monitoreo pare el medio abiótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	TÍTULO	FASE		
		PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL SUELO				
1F	Manejo y disposición de materiales sobrantes, escombros y lodos		X	X
2F	Manejo de taludes, laderas y control de erosión		X	
3F	Manejo paisajístico		X	X
4F	Manejo integral de materiales de construcción		X	
5F	Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales		X	
6F	Manejo de Explotación de Fuente de Material		X	
7F	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras		X	
ESTRATEGIAS DE MANEJO HIDRICO				
8F	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	X	X	X
9F	Manejo de cruces de cuerpos de agua		X	
10F	Manejo de la captación en cuerpos de agua		X	
11F	Manejo de aguas de escorrentía		X	X
12F	Manejo de aguas de infiltración de túneles		X	X
ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURDO AIRE				
13F	Manejo de fuentes de emisiones y ruido		X	X

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Estrategias de seguimiento y monitoreo pare el medio biótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	TÍTULO	FASE		
		PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FLORA				
1B	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote		X	
2B	Manejo de flora	X	X	
3B	Manejo de flora en veda o con algún tipo de restricción		X	X
4B	Manejo de aprovechamiento forestal		X	
5B	Manejo de la Revegetalización		X	X
ESTRATEGIAS DE SALVAMENTO DE FAUNA SILVESTRE				
6B	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	X	X	X
7B	Apoyo de gestión con fines de repoblamiento de fauna		X	X
8B	Parcela permanente de estudio de sucesión vegetal y calidad de hábitat	X	X	X
9B	Protección de zonas de reserva		X	
10B	**ESTRATEGIAS DE PROTECCION Y CONSERVACION DE HABITATS**	X	X	

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Para el medio abiótico y biótico, se describen los objetivos, la etapa en la que debe implementarse, los impactos a controlar, el lugar de aplicación, los indicadores de seguimiento y monitoreo y la frecuencia de verificación; los cuales se encuentran definidos de forma adecuada y los indicadores propuestos están dirigidos a cumplir con los objetivos para determinar si las actividades de las estrategias de manejo son efectivas o no para las etapas de construcción del proyecto.

Esta Autoridad considera que los programas presentados para el seguimiento en la ejecución del proyecto, desde el componente abiótico y biótico, son acordes a los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para proyectos lineales, sin embargo se considera por parte de esta Autoridad que se debe establecer en el EIA de la alternativa seleccionada, la frecuencia de monitoreo de calidad de aire y ruido acorde a las actividades y a la duración del proyecto, que para este caso debería ser semestralmente y no como lo plantean (semanalmente) ya que es muy corto tiempo para el periodo de frecuencia para un monitoreo de calidad de aire.

Para el medio Socioeconómico y cultural en total, se propuso doce (12) estrategias de seguimiento y monitoreo para el medio socioeconómico y cultural; atendió los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y las Guías Ambientales, y las estructuro teniendo en cuenta el nombre y código de cada una, señaló su aplicación en preconstrucción y construcción , resaltó los impactos a controlar, incluyo indicadores cuantitativos y cualitativos y el período o frecuencia de verificación, en ese sentido esta Autoridad considera pertinente y ajustada a los impactos y corresponden con las medidas de Gestión Social propuestas, y son las siguientes:

Medidas de Seguimiento medio Socioeconómico y cultural propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	INDICADORES	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN
1S. Atención y divulgación a la comunidad	• N° de oficinas de atención a la comunidad instaladas/N° de oficinas propuestas*100 • N° de horas de atención semanales efectuadas/Número de horas de atención definidas*100 • N° de peticiones, quejas, reclamos tramitadas/Número de manifestaciones ciudadanas recibidas*100 • N° de puntos satélites instalados/ N° de puntos satélites proyectados*100 • N° de buzones satélites instalados/Numero de buzones proyectados*100 • N° de piezas comunicativas entregadas/N° de piezas comunicativas generadas*100 • N° de anuncios de información en medios locales (televisión, radio y prensa) realizados/Total de anuncios programados*100	Inicial, semanal y mensual
2S. Información y participación comunitaria	• N° de reuniones realizadas/N° de reuniones programadas*100 • N° de personas asistentes a las reuniones/N° de personas convocadas *100 • N° de actores sociales inscritos que participan en el CPC/N° de actores sociales inscritos*100 • N° reuniones del CPC realizadas/N° de reuniones proyectadas*100 • N° de compromisos cumplidos CPC /N° de compromisos pactados *100 *CPC: Comité de Participación Comunitaria	Inicio, avance, final y trimestral
3S. Reasentamiento de población afectada por desplazamiento involuntario	• N° de unidades sociales en las cuales se realizó Diagnóstico socioeconómico/Total de unidades sociales a reubicar*100 • N° de unidades sociales con reconocimiento de factores sociales/N° de unidades sociales a reubicar*100 • N° de unidades sociales con orientación y acompañamiento/N° de unidades sociales a reubicar*100	Inicial y cuando se requiera
4S. Contratación de mano de obra local	• N° de mano de obra No Calificada y calificada contratada/ N° total de postulados* 100 • N° de trabajadores del Área de Influencia contratados/N° de trabajadores contratados*100	Inicial, mensual y cuando se requiera
5S. Compensación por la alteración de las relaciones con el recurso hídrico	• N° de monitoreos realizados / Total de monitoreos programados* 100 • N° de actividades ejecutadas en el periodo / Total de actividades programadas* 100	Semanal y mensual
6S. Acompañamiento social al manejo de infraestructura y redes locales	• N° de actas de vecindad de inicio levantadas / Total de actas de vecindad programadas* 100 • N° de actas de vecindad de finalización levantadas/ Total de actas de vecindad programadas * 100	Inicial, finalización y cuando se requiera

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

FICHA	INDICADORES	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN
	• N° de actas de vecindad levantadas (seguimiento) / Total de actas de vecindad programadas * 100 • N° de actas de concertación de restitución y/o reubicación de infraestructura social afectada /N° de infraestructura social identificada*100 • N° de Actas de Compromiso realizadas/N° de actas de compromiso programadas*100 • N° de actas de restitución y/o reubicación de redes de servicios públicos realizadas/ N° de redes de servicios públicos identificadas*100	
7S. Capacitación y sensibilización socioambiental a las comunidades locales	• Número de capacitaciones realizadas/Número de capacitaciones programadas*100 • Número de asistentes a las capacitaciones /Número total de población objetivo*100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas /N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. *100 • N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos /N° de compromisos pactados* 100	Trimestral.
8S. Promoción de iniciativas comunitarias ambientalmente sostenibles	• N° de proyectos productivos ejecutados/ N° de proyectos productivos propuestos por municipio*100 • N° de beneficiarios en cada proyecto productivo implementado/N° total de población de cada uno de los municipios *100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas / N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. (trimestral)*100 • N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos / N° de compromisos pactados (trimestral)*100	Inicio, avance, finalización y cuando se requiera
9S. Fortalecimiento institucional y comunitario para el manejo de procesos migratorios	• Número de capacitaciones realizadas/Número de capacitaciones programadas*100 • Número de asistentes a las capacitaciones /Número total de población objetivo*100 • Número de entidades públicas y privadas que participan del proceso/número de entidades previstas*100	Semestral y cuando se requiera
10S. Manejo de nuevos esquemas de movilidad local y cultura vial	• N° de estrategias de movilidad divulgadas con la población las UTm/ N° de estrategias de movilidad diseñadas *100 • N° de talleres pedagógicos realizados / Total de talleres pedagógicos programados *100 • N° de asistentes a los talleres /N° total de población objetivo* 100 • Verificación de la instalación de senderos peatonales y/o vehiculares /Total de vías intervenidas por el proyecto*100. • N° de señales preventivas instaladas / N° de señales preventivas establecidas*100	Inicial, trimestral y cuando se requiera
11S. Acompañamiento Social al Cumplimiento de Acuerdos con Comunidades Étnicas	• Número de reuniones realizadas/Número de reuniones programadas*100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas /N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. *100 • N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos /N° de compromisos pactados* 100	Inicial y cuando se requiera
12S. Programa de Arqueología Preventiva.	• Monitoreos realizados/Monitoreos programados durante las remociones para la construcción de la obra*100 • Excavaciones realizadas/Excavaciones propuestas de los sitios identificados como de potencial arqueológico alto*100 • Capacitaciones realizadas/Capacitaciones propuestas para los frentes de personal de obra*100 • Charlas de divulgación/Charlas propuestas dentro del Plan de Divulgación*100	Inicial y cuando se requiera

Fuente: ANLA con base en el DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

No obstante, esta Autoridad considera en coherencia con lo considerado en las medidas o estrategias de Gestión Social, y señala lo siguiente:

FICHA: 4S. TÍTULO: CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL
CONSIDERACIONES: La ficha, aunque presento las acciones adecuadas para el seguimiento de la contratación de personal de mano obra local, esta ficha no será objeto de evaluación por parte de esta Autoridad, porque no es de competencia de esta Autoridad.

Igualmente debió incluir una medida de "*Seguimiento a la capacitación al personal vinculado*" con el fin de ser implementada en las acciones de capacitación dirigidas a todos los integrantes de la empresa constructora (profesional, administrativo, operativo y de mano de obra calificada y no calificada) propuestas por esta Autoridad en el Plan o Estrategias de Gestión Social, incluyendo, entre otros en la ficha, la fase de aplicación, los impactos a controlar, los indicadores cualitativos y cuantitativos, las acciones de seguimiento y la frecuencia de verificación de todas las actividades propuestas allí.

Frente a la ficha o medida de Seguimiento 12S-Programa de Arqueología Preventiva, esta Autoridad considera que no es competente para evaluarla y pronunciamiento alguno.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Se relacionó en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, estudios complementarios de investigación o profundización, referidos a los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos así:

Medio abiótico

Para los estudios complementarios del medio abiótico, se refiere a los aspectos físicos y de ingeniería.

En el estudio de la fase II del proyecto, se deberán establecer mejoras a los diseños que garanticen la sostenibilidad y estabilidad del proyecto, tanto en la fase constructiva teniendo como referencia los estudios existentes.

En el capítulo 10 del Diagnóstico Ambiental de Alternativas establece complementar los estudios existentes para la alternativa seleccionada para lo cual se describen algunas actividades principales a desarrollar y que se mencionan a continuación:

- Los estudios deberán contener en detalle todas las obras necesarias requeridas para garantizar la estabilidad total del proyecto, de acuerdo con la sensibilidad de éste a las condiciones geológicas, geotécnicas, hidráulicas, ambientales y de vulnerabilidad geotécnica particulares del corredor.

Para el estudio hidrogeológico se establece realizar en la fase II, lo siguiente:

- Realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia.

- De las perforaciones se recomienda revestir algunas en unidades acuíferas y otras en acuicludos para determinar los niveles freáticos y sus propiedades hidráulicas a través de ensayos de bombeo y/o slug, ya que muchas de estas por estar localizadas en rocas fracturadas su comportamiento es heterogéneo.

- Ejecutar inventarios de manantiales, captaciones de agua subterránea y corrientes superficiales, en la alternativa escogida al final de la época de estiaje y al final de la época de lluvias, para determinar la conformación de una Línea Base que determine las condiciones hidrogeológicas del agua subterránea y las principales características del agua superficial.

Esta Autoridad considera desde el punto de vista abiótico que los estudios propuestos son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente.

Medio biótico

En el documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, se proponen los siguientes estudios complementarios para el medio biótico:

- Estudios específicos previstos dentro del Estudio de Impacto Ambiental; en cuanto a ecosistemas terrestres, se debe caracterizar y cuantificar las unidades florísticas, efectuar análisis estructural, identificar los principales usos, estimar la biomasa vegetal y clasificar material colectado de acuerdo con la normativa establecida al respecto.

- Estudio de levantamiento de veda de la Reserva Forestal Ley 2 de 1959 Reserva Forestal Central.

- Estudio de levantamiento de vedas, incluyendo epífitas vasculares y no vasculares, para ambas alternativas

- Estudio de identificación de especies endémicas y bajo estado de amenaza nacional.

Esta Autoridad considera que los estudios propuestos para el medio biótico son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente.

Medio socioeconómico y cultural

Se señaló que atendiendo la información del estudio presentado y al posterior proceso para la obtención de la Licencia Ambiental del proyecto, advirtió que deberán adelantar actividades de profundización y/o complementación de estudios con el fin de lograr el mayor detalle en cuanto a impactos y medidas a generarse, de acuerdo a los Términos de Referencia y demás disposiciones legales vigentes, los siguientes son los estudios que proponen:

- Prospección arqueológica.
- Procesos participativos.
- Estudios prediales.
- Establecer el requerimiento de proceder con el desarrollo de la Consulta Previa.
- Estudio de "conectividad local para peatones y semovientes".
- Estudio demográfico y socioeconómico.
- Estudio de reasentamiento.
- Soluciones de movilidad en etapa de construcción y operación.

Esta Autoridad considera desde el punto de vista socioeconómico que los estudios propuestos son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente.

En cuanto al Estudio de prospección arqueológica, no es pertinente su presentación, aunque los Términos lo exigen, dado que esta Autoridad no es competente para su respectiva evaluación y pronunciamiento.

CONSIDERACIONES DE ESTA AUTORIDAD SOBRE EL PLAN DE CONTINGENCIAS

Se plantea un plan de contingencia, el cual está constituido por el Análisis de Riesgos que contiene la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el Plan estratégico, el cual contiene la, asignación de responsabilidades y niveles de respuesta; el Plan Operativo, donde se establecen los procedimientos básicos de la operación o plan de acción; y el Plan Informativo, el cual establece las bases de sistemas de manejo de información, a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes.

Identificación de Amenazas

Para el proyecto en comento, por su situación implícita de permanente inestabilidad en las que se desarrollan las obras del mismo, han sido identificadas las siguientes amenazas:

Naturales:

- Sismos
- Movimientos de masa
- Inundaciones
- Incendios forestales

***Antrópicas**:*

- Terrorismo y orden público
- Derrames de sustancias químicas
- Incendios y/o Explosiones
- Asalto, atraco, hurto

Tecnológico:

- Incendio Eléctrico
- Incendio Combustibles
- Explosión

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad para las cuatro alternativas, se establece la siguiente matriz de riesgos, la cual permite ver en forma global la incidencia de una amenaza en las diferentes alternativas evaluadas.

Resumen de riesgos generadores de emergencia

RIESGOS DE ORIGEN ANTRÓPICO			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
DESORDEN DE TIPO CIVIL	ALTA	ALTA	ALTA
ATENTADO CON EXPLOSIVOS	BAJA	ALTA	MEDIO
ASALTO, ATRACO, HURTO	MEDIA	MEDIA	MEDIO
SECUESTRO O SU INTENTO	MEDIA	MEDIA	MEDIO
RIESGOS DE ORIGEN NATURAL			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
SISMO	ALTA	ALTA	ALTO
INUNDACIÓN	ALTA	ALTA	ALTO
DESLIZAMIENTO	ALTA	ALTA	ALTO
EROSIÓN FLUVIAL	MEDIA	MEDIA	MEDIO
RIESGOS DE ORIGEN TECNOLÓGICO			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
INCENDIO ELÉCTRICO INCENDIO COMBUSTIBLES	MEDIA	ALTA	ALTO
EXPLOSIÓN	BAJA	ALTA	MEDIO

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta identificación de riesgos para las alternativas planteadas, se evidencian riesgos con probabilidad alta asociados a los desórdenes de tipo civil, las amenazas de origen natural referentes a sismos, inundaciones y deslizamientos y en las zonas de trabajo a incendios de origen eléctrico o por combustibles.

El riesgo medio se debe principalmente a amenazas de origen antrópico como lo son atentados con explosivos, asalto, atraco, hurto, secuestro o su intento y finalmente en lo que respecta al aspecto natural, el riesgo hace referencia a los fenómenos de erosión fluvial, esto debido a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas del área en la que se enmarcan las alternativas.

De la revisión al plan de contingencias, se considera que ha sido desarrollado de acuerdo con las etapas del proyecto. Sin embargo y teniendo en cuenta el análisis de riesgo realizado, en la elaboración del EIA para la alternativa seleccionada, se deberá presentar la información general respecto a los Planes estratégicos, operativos e informativos, además de la presentación del Plan de Gestión de Riesgo de acuerdo con la Ley 1523 del 24 de abril de 2012 y las normas que la reglamenten.

Desde el punto de vista del medio Socioeconómico esta Autoridad considera que aunque se propuso acciones en la Divulgación del Plan de Emergencia involucrando a la comunidad circundante a participar en las actividades de prevención y atención de emergencias como parte de un proceso educativo permanente desarrollado dentro de las actividades de capacitación y divulgación, no obstante, debió establecer acciones concretas como incluir a un número determinado de representantes y líderes naturales de las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto, a participar en la capacitación de varios talleres vivenciales y de escritorio en relación a cómo deberían actuar en caso de riesgos, emergencias y contingencias y que estos multipliquen lo aprendido a los demás integrantes de las comunidades.

COMPARACIÓN AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

De acuerdo con los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de Diagnóstico Ambiental de Alternativas para Proyectos Lineales (DA-TER-3-01), se presentó un análisis comparativo de las alternativas evaluadas a lo largo del presente Diagnóstico Ambiental de Alternativas, que se fueron valorando cualitativa y cuantitativamente, para luego realizar un análisis comparativo con el fin de seleccionar como paso concluyente la alternativa de mayor viabilidad técnica, ambiental y sociocultural.

En consecuencia para la comparación definitiva de las alternativas, se presenta el análisis de sensibilidad para los corredores propuestos, el cual incluye aspectos como: parámetro de diseño, técnicos (dificultad constructiva y operativa), demanda de recursos naturales, zonificación ambiental, evaluación de impactos potenciales, zonificación de manejo ambiental del proyecto, estrategias de manejo ambiental y seguimiento, estudios complementarios requeridos, análisis costo – beneficio ambiental de las alternativas, percepción de las comunidades y autoridades respecto a cada una de las alternativas planteadas, evaluación de las condiciones de estabilidad del terreno analizadas a las condiciones geomorfológicas, geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas y geotécnicas, y que garantice mejor estabilidad y menor riesgo para el proyecto.

Con el fin de efectuar la evaluación comparativa y teniendo en cuenta los objetivos marcados para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se consideraron los siguientes criterios principales de evaluación:

Criterios de Evaluación Comparativa de las Alternativas

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN COMPARATIVA		
NO.	**CRITERIO**	**OBJETIVO**
1	Criterios Ambientales	Efectuar la comparación de los aspectos ambientales relacionados con el medio abiótico y biótico, que permita verificar el impacto ambiental del proyecto sobre los recursos naturales, el uso de los recursos naturales y sobre los ecosistemas del área de influencia del proyecto.
2	Criterios Socioeconómicos y Culturales	Efectuar la comparación de los aspectos Socioeconómicos y Culturales, que permita verificar el impacto del proyecto sobre las poblaciones del área de influencia.
3	Costo/Beneficio	Realizar la comparación de la relación costo beneficio de cada alternativa en costos de operación, costos de inversión y costos socio ambientales del proyecto.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

El método de promedio ponderado, propuesto que tiene en cuenta los criterios para la evaluación comparativa, y a su vez están compuestos por variables e indicadores cuantificables que permiten la comparación de las variables propuestas.

En este punto del desarrollo de la metodología, se debe aclarar que el análisis multicriterio mediante la utilización de la matriz Saaty, se dividió en dos partes debido a las características geográficas de la zona por donde discurren las cuatro (4) alternativas planteadas.

En el Diagnóstico Ambiental de Alternativas se discrimina la calificación cuantitativa de los criterios para el sector entre Florida y La Herrera lo que para efectos del presente documento se denominará *Cruce de la Cordillera* y para el sector entre *La Herrera y la Ruta 45*.

ANÁLISIS DE RESULTADOS CRUCE DE LA CORDILLERA

Medio abiótico

El análisis de resultados está compuesto por dos índices a saber: Unidades Hidrogeológicas y Vulnerabilidad de Acuíferos; para el primero se realiza una comparación del tipo de unidad hidrogeológica que se encuentra en el área de influencia del proyecto, las cuales se han categorizado entre rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas.

Con respecto a este criterio tomo una calificación de 1 a 5 donde el menor valor es para aquellos donde se toma mayor afectación y para la mayor puntuación se toma como la menor afectación al recurso.

En donde la alternativa del cruce por la cordillera que posea menor área de unidad hidrogeológica de Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas para los acuíferos y de sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas para los acuíferos, obtendrá la mayor puntuación.

En donde la alternativa del cruce por la cordillera que posea menor grado de vulnerabilidad de acuíferos obtendrá la mayor puntuación.

Como resultado de los análisis con respecto a este criterio hidrogeológico, donde en las alternativas A y B se presentan las mayores áreas de unidad hidrogeológica de Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas para los acuíferos y de sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas para los acuíferos en dichas alternativas, siendo los acuíferos más vulnerables, sobre todo para el túnel carretero de 18.4 Km y 18.2 Km respectivamente.

Para las unidades hidrogeológicas presentes en las alternativas A y B para el cruce de la cordillera, se analizaron por su grado de permeabilidad e impermeabilidad, así como su vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, teniendo en cuenta unidades de Acuíferos y Acuicludos (criterio de impermeabilidad y permeabilidad), en donde se presentan las mayores áreas en dichas alternativas, siendo los acuíferos más vulnerables, sobre todo para el túnel carretero de 18.4 Km y 18.2 Km respectivamente, conforme el siguiente análisis:

En el túnel 2 correspondiente a la alternativa A, con una longitud de 18008 metros (18 km). El diseño de este túnel tiene contemplado traspasar las unidades Acuicludo de Santa Bárbara (PTRcd) y el Acuicludo Batolito de Ibagué (Jcd).

- El Acuicludo Batolito de Santa Bárbara (PTRcd) se caracteriza por presentar una permeabilidad muy baja, siendo un cuerpo ígneo de composición intermedia, que aflora entre la Divisoria de Agua de la Cordillera Central al Occidente y la Falla de Meridiano al Oriente que lo coloca en contacto intrusivo con el Batolito de Ibagué, haciéndolo susceptible a filtraciones por esta estructura con flujos verticales hacia la zona del túnel carretero en su etapa de constructiva.

Es de relevancia anotar que la unidad geológica Batolito de Santa Bárbara se encuentra dividida por la Falla Miranda, la cual cruza el lineamiento del túnel 3 aproximadamente en la abscisa K63+000, por lo que dicha formación geológica puede llegar a comportarse como un acuífero únicamente en las zonas de transición de la falla debido al alto grado de fracturamiento de la roca, donde la perforación del túnel puede llegar a ocasionar un drenaje importante de agua subterránea al interior del mismo. Esto último es completamente extrapolable a la Falla Meridiano, localizada en la abscisa K68+000, separando los Batolitos de Santa Bárbara e Ibagué.

- El Acuicludo del Batolito de Ibagué (Jcd), se caracteriza por su baja permeabilidad. Se encuentra constituido por rocas dominantemente de composición granodioríticas, ocurriendo en otras zonas tonalitas y cuarzodiorítas, desarrolla una porosidad secundaria con fracturas generalmente rellenas con material que no permite el almacenamiento de agua subterránea, condición que limita en gran medida las posibles infiltraciones de agua subterránea al interior de la excavación del túnel.

Superficialmente siguiendo la proyección vertical con respecto al techo del túnel, el Río Fraile es interceptado por el trazado de la excavación en la abscisa K59+500, con una cobertura de aproximadamente 500 m, conforme las condiciones de baja permeabilidad del acuicludo Santa Bárbara, es posible hacer la conjetura que el río Fraile no sufriría un cambio de relevancia en cuanto a las interacciones hídricas con el mencionado acuicludo, debido a la excavación y construcción del túnel 2.

Además de lo anterior, al realizar una proyección vertical a partir del techo del túnel hacía la superficie del terreno, se evidencia que la Quebrada Meridiano intercepta el trazado del túnel 2, con una cobertura de aproximadamente 770 m correspondiente al Acuicludo Batolito de Ibagué. No obstante, esta corriente superficial se encuentra asociada a la Falla Meridiano, condición que podría generar un aporte de infiltraciones de aguas subterráneas al interior del túnel 2 durante las labores de excavación del mismo y a su vez comprometer el régimen natural de las interacciones hídricas entre el acuicludo y la quebrada en cuestión.

El túnel 1 de la alternativa B, tiene una longitud aproximada de 18.200 metros, el trazo de este túnel atraviesa hidrogeológicamente el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca como también el Acuícludo Batolito de Ibagué y se asocia al Acuícludo Depósitos Glaciares, los cuales se describen a continuación:

- Se atraviesa el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca (Pzc). Esta unidad hidrogeológica se considera un acuífero de extensión local al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, además de tipo confinado con pobre capacidad de almacenamiento y producción de agua subterránea, debido al tipo de fracturas de corta longitud y amplitud que caracterizan su litología predominante (Cuarcitas, Filitas y Esquistos).

El análisis anterior da indicios de probabilidad de ocurrencia de manantiales en la superficie del terreno. Dadas estas condiciones se esperan altos caudales de infiltración en la excavación del túnel, sobre todo en los planos de debilidad donde hay contactos litológicos y zonas de diaclasas.

En los tramos del Túnel 1, se atraviesa el Acuicludo Batolito de Ibagué. Esta unidad hidrogeológicamente se considera como acuicludo o como rocas de limitados recursos de agua subterránea. Aunque se desarrolla porosidad secundaria, las fracturas se encuentran rellenas con material secundario que no permiten el almacenamiento del recurso hídrico subterráneo.

En general, se estima una muy baja probabilidad de ocurrencia de manantiales. Adicionalmente, al parecer en esta zona existen condiciones favorables para la excavación del túnel en cuanto a los caudales estimados de infiltración, evaluados como mínimos a casi nulos.

- El trazado del Túnel 1 de la Alternativa C, hay dos zonas en que en superficie se ubican Depósitos de Glaciares de edad Cuaternaria, catalogados hidrogeológicamente como acuicludos, dada la caracterización sedimentológica que presentan, donde la matriz es de tipo arcillosa. La presencia de estos depósitos en superficie posiblemente no presente ninguna conexión en el momento de la excavación del Túnel.

Sin embargo, en zonas en que estos depósitos están interconectados con lineamientos asociados a fracturas, como es el caso de la Falla Meridiano y otra fractura que se ubica sobre el curso de la quebrada Bejuquero, posiblemente estos depósitos cuaternarios pueden aportar al caudal de agua que conduzcan estos planos estructurales y que infiltre en el momento de la excavación del túnel.

Superficialmente siguiendo la proyección vertical con respecto al techo del túnel, se ubican las quebradas: Las Arrugas, El Auxilio, El Triunfo, El Pulgatorio y la Quebrada El Bejuquero, que hacen parte de la cuenca hídrica del Río Hereje. De igual forma, los primeros 815.0 m del trazado de la entrada del citado túnel, en superficie, se ubica paralelamente el curso del Río Bolo Azul.

Las zonas en que los cursos de las quebradas corresponden a lineamientos de fallas estructurales son importantes a tener en cuenta en la construcción del túnel. De esta forma, el cruce del trazo del túnel en superficie con la Quebrada el Bejuquero, indica una zona de posible presencia de altos caudales de agua infiltrada en el momento de excavación del túnel, que sin un adecuado manejo podrían secar el citado drenaje, es importante tener en cuenta que cierta área de influencia del Túnel abarca la parte Norte del Parque Regional Natural del Páramo del Meridiano.

En cuanto a las alternativas C y D, el Túnel Férreo en la Región 2 – Alternativa C desde el punto de vista Hidrogeológico:

- El trazado de oriente a occidente desde el portal entrada atraviesa los acuicludos de baja permeabilidad conformado por las rocas volcánicas de edad Jurásica pertenecientes a la Formación Amaime (JKa), las rocas metamórficas del Paleozoico Superior identificadas como Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), y el Metagabro de Bolo Azul (Pzba), finalizando con el sistema acuífero del Grupo Cajamarca (Pzc), con una longitud horizontal de casi 7900 m., situación que al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, siendo de tipo confinado y por su porosidad secundaria permite el tránsito de agua.

- Estructuralmente y por su interacción con tres Fallas puede presentar posibles infiltraciones hacía el túnel al momento de su construcción, presentando esta zona entre el sistema de Fallas de Romeral y el Retiro, está última asociada a la quebrada El Nogal.

- En la proyección vertical con respecto al techo del túnel, se encuentra intervenido por ocho (8) corrientes superficiales ubicadas en acuicludos y dos (2) se encuentran el Sistema Acuífero de Cajamarca,

situación que puede llegar a presentar alguna afectación al momento de la excavación, por su condición de alto fracturamiento.

Para la alternativa D, el Túnel Férreo en la Región 2 y Región 3 desde el punto de vista Hidrogeológico:

- El trazado de oriente a occidente desde el portal entrada atraviesa los acuicludos de baja permeabilidad conformado por las rocas volcánicas de edad Jurásica pertenecientes a la Formación Amaime (JKa), las rocas metamórficas del Paleozoico Superior identificadas como Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), y el Metagabro de Bolo Azul (Pzba), situación favorable ya que no presenta unidades acuíferas durante su trazado.

- En la región 3, el trazado del túnel férreo El trazado de occidente a oriente desde el límite con la región 2, presenta un primer bloque que atraviesa los acuicludos Batolito de Santa Bárbara (PTrcd), consideradas de muy baja permeabilidad, es un cuerpo ígneo de composición intermedia, impermeable, el segundo el Batolito de Ibagué (Jcd), por estar constituido por rocas dominantemente de composición granodioríticas, ocurriendo en otras zonas tonalitas y cuarzodiorítas, desarrolla una porosidad secundaria con fracturas generalmente rellenas con material que no permite el almacenamiento de agua subterránea, situación favorable, dado que no presenta unidades acuíferas durante su trazado.

- Estructuralmente y por su interacción con tres Fallas Romeral, Buenavista y Güengüé, se pueden presentar infiltraciones hacía el túnel al momento de la excavación, pero ninguna de estas se encuentra asociada a ningún cuerpo superficial, condición favorable para esta alternativa.

- Se encuentra intervenido por cinco (5) corrientes superficiales y una laguna, en la proyección vertical con respecto al techo del túnel, estas por tener como basamento acuicludos no tendrían afectación.

Por consiguiente, las alternativas C y D, en las cuales se propone un túnel férreo largo y profundo (2450 m máx) de sistema multimodal y conforme el análisis hidrogeológico se concluye que la Alternativa D, es la escogida hidrogeológicamente por la profundidad de construcción. Otra situación favorable es que la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel en acuicludos, condición que no presentaría posibles afectaciones ni infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

Teniendo en cuenta que las corrientes asociadas a fracturas y unidades acuíferas son zonas críticas por el alto riesgo tanto superficial como para la obra por los flujos de agua que se puedan presentar, la alternativa D presenta solo dos (2), caso contrario con la alternativa C, que pueden llegar a verse intervenidas tres (3).

Medio biótico

El documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, a nivel de demanda de recursos naturales en ecosistemas sensibles, los resultados demuestran que en general para los criterios de aprovechamiento forestal de cobertura de herbazales en zonas de subpáramo y la sustracción de reserva forestal de la ley 2 central, analizados para la comparación de alternativas, mostraron que las alternativas A y B, tienen una mayor afectación de ecosistemas sensibles, debido a que el cruce se proyecta en mayor longitud de vía en superficie generando fragmentación; con respecto a las alternativas C y D que no afectaría ecosistemas sensibles, dado que el cruce es en túnel y solo los portales afectaría coberturas vegetal de pastos con árboles aislados, los cuales presentará una menor fragmentación, conservando mayores áreas que sirven como refugio y manteniendo los hábitats que son importantes para numerosas especies, particularmente las que habitan en el interior de los bosques y cobertura herbazal característico de subpáramo y páramo, por lo que en gran medida se mantiene la conectividad presente en la zona, la recarga y regulación hídrica, así como la protección para las especies florísticas y faunísticas de la región.

Esta afirmación se presenta conforme el análisis ecosistémico del cruce de la Cordillera Central, el cual se encuentra enmarcada en un territorio de alta importancia ecosistémica, con áreas de manejo ambiental a nivel nacional, regional y local, de alta sensibilidad, clasificadas en categoría de Conservación, definidas en el Decreto 1076 de 2015, en el cual se establece el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), que "es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país".

Los corredores de las alternativas A y B, están inmersos en un gran complejo de zonas establecidas como suelo de protección por los diversos servicios ecosistémicos que prestan, no solo a los municipios de intervención directa como son los de Pradera, Florida, Río Blanco, sino al resto de los municipios cuyos servicios se encuentran asociados a los bienes y servicios de los páramos, como fuentes productoras y reguladoras de agua principalmente, debido a su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuiferos y nacimiento de los principales ríos, contribuyendo a la regulación climática y prestando a su vez servicios importantes para las comunidades, conservación de zonas de transición ecosistémica entre el páramo propiamente dicho y el bosque altoandino, pasos de fauna, conectividad entre áreas de alta biodiversidad. Lo que genera que en dentro del territorio de análisis se generen nuevos espacios de conservación como el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano: we'pe del wala.

Las alternativas A y B, se proyectan en vía en superficie y túnel carreteable que cruza por áreas de gran importancia ambiental como la gran Reserva Rorestal Ley 2 de 1959 de la cordillera central. Área dentro del cual se encuentra inmersa el conjunto de páramos del cual hace parte el Páramo de Tinajas que además está totalmente incluido en la Zona de reserva forestal, los cuales son fuente primordial de recarga hidrica de los rios Párraga, Hereje, Negro, Anamichú, que nacen del complejo de lagunas glaciales.

Así mismo, el túnel carretero de alternativa A, translapa la proyección del túnel carretero por el nuevo Parque Regional Meridiano (we'pe del wala), en el cual no solo se debe considerar la importancia del ecosistema en sí mismo, sino también el aparte legal, en cuanto a posibilidades de sustracción, donde la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, se acoge a la Sentencia de la Corte Constitucional 598 de 2010, donde establece que para esta área protegida, no se adelantarán procesos de sustracción para ningún tipo de proyecto de carácter nacional, regional o local.

Mientras que las Alternativas C y D proyectadas en túnel férreo, teniendo en cuenta la reglamentación de zonas de protección, presenta menor afectación en las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental, dado que no traslapan el Parque Regional el Meridiano.

Desde su intercepción con la Ruta Nacional desde Pradera en el departamento del Valle del Cauca hasta su cruce con el Río Hereje, la proyección del túnel férreo se aleja de la zona declarada Parque Natural Regional Meridiano, así como de la zona prioritaria para la conservación de la biodiversidad, considerando la importancia de este PNR como corredor de conectividad entre el PNN Las Hermosas y el PNN del Nevado del Huila.

De igual forma, las alternativas C y D proyectando el túnel férreo, presenta una menor intervención de las lagunas glaciares y de la zona de amortiguación del Parque Meridiano, así como en los portales de entrada y salida, los cuales se encuentran fuera de los límites de la Reserva de Ley 2 de 1959 y de la zona de protección de páramos.

Las alternativas C y D para el cruce de la cordillera en túnel férreo, no solo minimizarían los impactos directos, sino los residuales como la afectación de los sistemas de regulación de páramos que inciden directamente en toda la zona de Cinturón Andino, a la cual pertenece esta zona ecosistémica. Al ser una obra subterránea alejada de la cobertura boscosa y de las fuentes superficiales reguladoras de las condiciones climáticas de la cordillera central, se disminuirían los impactos futuros de cambio climático y fragmentación de zonas de conectividad regional como las presentes en esta zona.

Medio Socioeconómico y Cultural

Se identificaron dos (2) criterios para el medio socioeconómico y cultural relevantes para las cuatro (4) Alternativas en el Cruce de la Cordillera, y los valoro de 1 a 5 atendiendo a los siguientes rangos:

Criterio Paso por territorios titulados colectivamente: 1: Afecta seis (6) o más resguardos indígenas; 2: Afecta cuatro (4) a cinco (5) resguardos indígenas; 3: Afecta dos (2) a tres (3) resguardos indígenas; 4: Afecta un (1) resguardo indígena y 5: No afecta territorio de resguardos de comunidades étnicas.

Es pertinente señalar que se advierte que este criterio aunque se solicitó pronunciamiento por parte del Ministerio del Interior, este señaló en su respuesta OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, lo siguiente: "*No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente*

protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres".

No obstante, resalta que mediante revisión de cartografía sobre el tema, se identificaron cuatro (4) resguardos del Pueblo Nasa: Triunfo Cristal Páez y Nasa Thá ubicados en el municipio de Florida, Valle del Cauca y Resguardo Las Mercedes, ubicado en el municipio de Rioblanco, Tolima.

Igualmente se realizó revisión en el sitio web del Ministerio del Interior, Dirección de Asuntos para las Comunidades Negras, Afro descendientes, Raizales y Palenqueras, de los cuales cuatro Consejos Comunitarios de Afro descendientes -que cuentan con aprobación del Ministerio-, se ubican en el Municipio de Florida (Departamento Valle del Cauca); estos son: San Antonio de los Caballeros; Consejo Comunitario de Comunidades Negras de la Vereda Perodias; Consejo Comunitario del Corregimiento del Remolino y Ángel de la Luz.

Criterio Recurso Hídrico: 1: Se afectan más de cuatro (4) fuentes abastecedoras de comunidades mestizas e indígenas; 2: Se afectan más de tres (3) fuentes abastecedoras; 3: Se afectan más de (2) fuentes abastecedoras; 4: Se afecta (1) fuente abastecedora y 5: No se afectan fuentes abastecedoras de la zona.

Resalta del análisis del Diagnóstico Ambiental de Alternativas que este criterio se refiere a la preocupación por la posible afectación de las fuentes superficiales de agua, tanto lénticas (lagunas), como lóticas (ríos y quebradas).

Conclusiones

De acuerdo al análisis de sensibilidad y los diferentes criterios analizados para establecer cuál de las cuatro alternativas presenta las mejores condiciones ambientales y sociales para el cruce de la cordillera central, se considera que la alternativa D**,** es la más conveniente por sus mejoras y optimizaciones técnicas y ambientales respecto a las alternativas; especialmente consolidando el túnel férreo multimodal, a efectos de minimizar los factores de riesgo por inestabilidad geológico – geotécnica, reduciéndose además y de forma ostensible la manifestación de impactos y efectos sociales y ambientales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS HERRERA - RUTA 45

El documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, se indica que al igual que los criterios calificados para el tramo Paso de la Cordillera se presentó la calificación de los criterios de comparación para el tramo Herrera (corregimiento del Municipio de Rioblanco, Tolima) – Ruta 45, (municipio de Aipe, Huila), y una vez evaluado cada uno de los criterios propuestos para la matriz multicriterio, se procede a realizar la calificación de cada una de las características (Demanda de Recursos, Unidades Hidrobiológicas, Zonificación de Manejo Ambiental, Evaluación Costo-Beneficio y Socioeconómico) que se eligen para hacer parte de la matriz.

Paso seguido a la calificación de las características seleccionadas para evaluar las cuatro alternativas (A, B, C y D), se continúa con la normalización de la matriz multicriterio y de esta matriz se realizó el promedio de cada una de sus filas, y dicho valor es el porcentaje de peso de cada una de los Sub-criterios evaluados, siendo así el sub-criterio Demanda de Recursos Naturales el que mayor peso específico o ponderado (0.34) posee frente a los demás.

Una vez establecido el porcentaje de peso entre cada una de las alternativas evaluadas se procede a realizar la respectiva ponderación de cada uno de los subcriterios para cada una de las alternativas, y la evaluación de los mismos para obtener los puntajes definitivos de cada una de las alternativas con respecto al peso de cada Sub-criterio; dando como resultado que las Alternativas C fue calificada con 4.29 y la Alternativa D con 4.42.

Medio abiótico

Para las unidades hidrogeológicas presentes en las alternativas C y D, se clasifican por su capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas y su sistema estructural, así como la relación de la proyección de los túneles proyectados con las corrientes superficiales y cuerpos lóticos, donde se tiene en cuenta para el análisis lo siguiente:

- El trazado del túnel no intercepte unidades acuíferas, dado que puede llegar a disminuir los niveles freáticos y cambios del régimen de direcciones de flujos subterráneos de la zona.

- Ningún sistema estructural atraviese el túnel, siendo que estas zonas se catalogan como acuíferas por su fracturamiento, si la falla o lineamiento se encuentra ubicada en un acuicludo esta recibe flujos superficiales por la escorrentía, caso contrario si se encuentra localizada en unidades acuíferas la situación es más crítica ya que recibe tanto los flujos superficiales como los subterráneos y se espera un posible aumento de caudales de ingreso al momento de ejecución de la obra, en ambas condiciones.

- No tener corrientes superficiales asociadas a fallas o sistemas estructurales, ya que es un punto crítico por las posibles infiltraciones que se puedan generar al momento de la excavación, ya que las fallas por su característica de fracturamiento, se comportan como acuíferos así la estructura este ubicada sobre acuicludos, el tránsito y flujo de agua puede cambiar, a su vez afectar las quebradas y ríos que se encuentren bajo esta condición, generando posibles modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre la unidad hidrogeológica y los flujos superficiales reflejados en una probable disminución en sus caudales.

- No poseer corrientes superficiales, cuerpos lenticos y manantiales, ubicados sobre unidades acuíferas, condición que puede generar modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre los mismos, afectando probablemente sus caudales más cuando estos son fuente de abastecimiento para la población.

Por lo anterior se concluye que la Alternativa D, es la escogida hidrogeológicamente porque a pesar de interceptar más unidades acuíferas, especialmente en los túneles cortos en total ocho (8) no mayores de 500 m de longitud, podría no presentar afectación por la profundidad de construcción.

Otra situación favorable es que la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel en acuicludos, condición que no presentaría posibles afectaciones ni infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

Teniendo en cuenta que las corrientes asociadas a fracturas y unidades acuíferas son zonas críticas por el alto riesgo tanto superficial como para la obra por los flujos de agua que se puedan presentar, la Alternativa D presenta solo dos (2), caso contrario con la C ya que tres (3) podrían verse intervenidas.

Conforme a lo encontrado y observado en la visita técnica de campo, fue posible llevar a cabo una valoración del riesgo de afectación al recurso hídrico subterráneo y superficial, generado por la futura excavación de los distintos túneles contemplados dentro de las alternativas planteadas. Los resultados de dicha valoración muestran que existen cuatro (4) puntos registrados en las proximidades de la alternativa A, que fueron ponderados como alto riesgo de afectación, mientras que, en la alternativa B, fueron valorados dos (2) puntos como alto riesgo. El anterior análisis permite consolidar la alternativa D, como mejor opción en términos de minimización de los riesgos potenciales en la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo.

Medio biótico

El documento presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, a nivel de demanda de recursos naturales de la Herrera - Ruta 45, los resultados demuestran que en general las alternativa C es menos favorable, dado que requiere una mayor demanda de agua y de vertimientos, mientras que las alternativa D los resultados son más favorables, en cuanto a la menor necesidad de utilización de dichos recursos para su materialización.

En cuanto al análisis del medio biótico, los criterios de aprovechamiento forestal y la compensación por pérdida de biodiversidad, analizados para la comparación de alternativas, los resultados mostraron que para las alternativas C y D la afectación es menor por el número de túneles presupuestados, lo que garantiza un menor aprovechamiento de cobertura vegetal de Bosques y áreas seminaturales (se aclara que los estimativos de afectación de coberturas evaluados en la matriz, fueron calculados para el área de influencia directa de cada uno de los corredores en estudio y por tanto, dentro de los valores se encuentran los de las áreas donde se prevé la instalación y operación de la infraestructura asociada a los procesos constructivos tales como campamentos, zonas de depósitos, ponteaderos, bocatomas de túneles, accesos a zonas de obra, entre otros; así mismo se contemplan todas aquellas áreas requeridas para la etapa de operación de cada una de las alternativas), los cuales presentará una menor fragmentación, conservando mayores áreas que sirven como refugio y manteniendo los hábitats que son importantes para numerosas especies, particularmente las que

habitan en el interior de los bosques, por lo que en gran medida se mantiene la conectividad presente en la zona.

En cuanto a la compensación por pérdida de biodiversidad, el factor de compensación es mayor a compensar en la alternativa C, por la mayor afectación de la cobertura vegetal de bosque natural, conforme el aprovechamiento forestal.

Medio Socioeconómico y Cultural

Una vez analizadas las alternativas, con el fin de verificar la más óptima en relación al medio socio económico en cuanto a conectividad local, se pudo establecer que la Alternativa D es más viable, con respecto a la alternativa C, por: a) tiene tramos de túneles más largos (en relación a la alternativa C) lo que evitaría la colonización y la invasión del derecho de vía, fenómeno que es común en proyectos de vías en superficie, lo que igualmente atrae la proliferación de bienes y servicios como monta llantas, lavaderos de carros y parqueaderos, ocasionando impactos ambientales negativos en la zona; y b) Se conectarían cinco municipios, beneficiando a las comunidades locales de dichas unidades territoriales no solo en el mejoramiento de sus dinámicas socioeconómicas locales, sino en el acceso de bienes y servicios de municipios y regiones cercanas.

De acuerdo al análisis de sensibilidad y los diferentes criterios analizados para establecer cuál de las alternativas presenta las mejores condiciones ambientales y sociales en la Herrera - Ruta 45, se considera que la alternativa D, por sus optimizaciones técnicas y ambientales especialmente consolidando una mayor presencia de infraestructura tipo túneles largos, a efectos de minimizar los factores de riesgo por inestabilidad geológico – geotécnica, reduciendo además y de forma ostensible la manifestación de impactos y efectos sociales y ambientales, es la más recomendable para avanzar al siguiente paso del proceso de licenciamiento ambiental.

CONCLUSIÓN GENERAL

Para el tramo *Paso por la Cordillera* conforme los resultados de evaluación de los criterios técnicos, socioambientales – prediales y económicos de las alternativas por el tramo antes mencionado, de acuerdo con la información presentada en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se concluye que la Alternativa D con una calificación de 3.79, es la alternativa más óptima para el desarrollo del Cruce por la Cordillera, a pesar que el criterio económico obtuvo el porcentaje más alto (40%) con respecto a los otros criterios, la alternativa más favorable con una calificación de 3.79 es la Alternativa D propuesto como túnel férreo para el paso de la cordillera.

Tabla 18.2 Matriz General Multicriterio: Paso por la Cordillera

CRITERIOS	PORCENTAJE (%)	ALTERNATIVAS			
		ALT A	ALT B	ALTC	ALT D
TECNICOS	30,00	0,95	0,85	1,21	1,41
SOCIOAMBIENTAL Y PREDIAL	30,00	0,70	0,62	1,36	1,45
ECONOMICO	40,00	1,67	1,47	0,80	0,93
CALIFICACION		3,32	2,94	3,37	3,79

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el Tramo *Herrera – Ruta 45*, el análisis del resultado de la evaluación de alternativas de cada de una de las especialidades anteriormente listadas, arrojo que la Alternativa D, es la mejor alternativa para el desarrollo del proyecto, con una calificación de 3.76.

Matriz general multicriterio tramo La Herrera - Ruta 45

CRITERIOS	PORCENTAJE (%)	ALTERNATIVAS			
		ALT A	ALT B	ALT C	ALT D
TECNICOS	30,0	1,15	1,25	0,97	1,09
SOCIOAMBIENTAL Y PREDIAL	30,0	1,50	1,14	1,26	1,32
ECONOMICO	40,0	0,89	0,88	1,33	1,36
CALIFICACION		3.55	3,27	3,55	3,76

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS POR PARTE DE ESTA AUTORIDAD

De acuerdo con la información allegada y teniendo en cuenta las observaciones realizadas durante la visita técnica, a continuación, se realiza la comparación de las alternativas mediante la aplicación de la metodología multiobjetivo. Para tal efecto, se seleccionaron los criterios que se consideraron decisivos para la selección de la alternativa, para cada uno de los medios.

Posteriormente se aplicó la metodología multiobjetivo de promedios ponderados, la cual consiste en cuantificar los valores obtenidos en el estudio para cada criterio según las respectivas unidades y se asigna un puntaje entre 1 y 100 a cada alternativa, estableciendo el valor de 100 a la variable o criterio menos impactante y a los demás se les asigna la calificación en función de su cercanía al mejor valor.

Posteriormente, se ponderan los resultados obtenidos para cada uno de los criterios evaluados, para finalmente establecer que la alternativa seleccionada es la que obtenga un mayor valor en la sumatoria final.

Para el presente análisis, esta Autoridad identificó **quince (15)** criterios ambientales, como se relacionan a continuación:

Medio Abiótico

- Longitud Total de la Alternativa
- Longitud Total Vía en Superficie
- Número de Túneles
- Puentes
- Ocupaciones de Cauce (puentes, box coulvert y pontones)
- Demanda hídrica del proyecto
- Unidades hidrogeológicas
- Vulnerabilidad de acuíferos

Medio Biótico

- Aprovechamiento Forestal
- Aprovechamiento Forestal de herbazal en subpáramo y páramo
- Sustracción de la Ley 2 Reserva Forestal

Medio Socioeconómico

- Unidades territoriales menores
- Cruce por centros poblados y asentamientos diversos
- Paso por territorios titulados colectivos
- Recurso hídrico (fuentes abastecedoras)

Esta Autoridad analizo la pertinencia de tomar como criterio de selección de las alternativas el análisis costo-beneficio, lo cual no es viable teniendo en cuenta que los costos y beneficios fueron calculados de forma global

y no para cada alternativa con lo cual no se cuenta con información adecuada para realizar la comparación desde el componente de valoración económica.

Para empezar el análisis se procedió a establecer el primer escenario, otorgando un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural, de tal manera que de la sumatoria de los tres se obtenga el 100%; dando mayor relevancia al medio abiótico por las características constructivas planteadas para el desarrollo del proyecto.

Estructura de preferencia del decisor

Los métodos adoptados para el análisis requirieron que el decisor asignara ponderaciones o pesos relativos a cada uno de los objetivos, de manera que dichas ponderaciones reflejen su propia estructura de preferencias.

En la primera columna se presentan cada uno de los criterios analizados, y luego se presenta el peso agregado de cada conjunto de objetivos y posteriormente se incluye el peso de cada criterio dentro del total.

Una vez aplicando el método de los promedios ponderados en un primer escenario donde se le ha asignado un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural, se obtiene que la mejor Alternativa para el componente abiótico es la Alternativa D con un puntaje de 37,77, al aplicar sólo los criterios bióticos resulta como la Alternativa más favorable la D con un puntaje de 30, en cuanto al componente socioeconómico resultó más favorable la Alternativa C con 29,50 de puntaje.

Análisis Multiobjetivo de Alternativas

ANALISIS MULTIOBJETIVO															
CRITERIOS	**UNIDAD**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**	**PESO GRUPO**	**PESO TOTAL**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**
CRITERIOS ABIÓTICOS															
Longitud Total de la Alternativa	m	165000,00	155200,00	148550,00	140800,00	85,33	90,72	94,78	100,00	0,40	0,05	4,27	4,54	4,74	5,00
Longitud Total Vía en Superficie	m	93539,00	93069,00	55991,00	50768,00	54,27	54,55	90,67	100,00		0,05	2,71	2,73	4,53	5,00
Número de Túneles	Unidad	16,00	14,00	15,00	17,00	87,50	100,00	93,33	82,35		0,05	4,38	5,00	4,67	4,12
Puentes	Unidad	126,00	119,00	85,00	80,00	63,49	67,23	94,12	100,00		0,05	3,17	3,36	4,71	5,00
Ocupaciones de Cauce (puentes, box coulvert y pontones)	Unidad	247,00	258,00	200,00	160,00	64,78	25,11	80,00	100,00		0,05	3,24	1,26	4,00	5,00
Demanda hídrica del proyecto	m3	4439494,00	4229890,00	3914566,00	4142061,00	88,18	92,55	100,00	94,51		0,05	4,41	4,63	5,00	4,73
Unidades Hidrogeológicas (acuíferos, acuítardos, acuícludos)	Ha	0,012	0,011	0,011	0,014	91,67	100,00	100,00	78,57		0,05	4,58	5,00	5,00	3,93

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Vulnerabilidad de Acuíferos	Índice de Vulnerabilidad	0,4	0,4	0,3	0,2	50,00	50,00	66,67	100,00		0,05	2,50	2,50	3,33	5,00
SUBTOTAL CRITERIOS ABIÓTICOS											**0,40**	**29,26**	**29,01**	**35,98**	**37,77**
CRITERIOS BIOTICOS															
Aprovechamiento Forestal	Ha	7528,27	10836,60	4303,99	4015,65	53,34	37,06	93,30	100,00	**0,30**	0,10	5,33	3,71	9,33	10,00
Aprovechamiento Forestal de herbazal en subpáramo y páramo	Ha	0,20	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00		0,10	0,00	0,00	10,00	10,00
Sustracción de la Ley 2 Reserva Forestal	Ha	5,00	9,00	0,05	0,03	0,60	0,33	60,00	100,00		0,10	0,06	0,03	6,00	10,00
SUBTOTAL CRITERIOS BIÓTICOS											**0,30**	**5,39**	**3,74**	**25,33**	**30,00**
CRITERIOS SOCIALES															
Unidades teritoriales menores	Unidad	51,00	45,00	45,00	42,00	82,35	93,33	93,33	100,00	**0,30**	0,08	6,18	7,00	7,00	7,50
Cruce por centros poblados y asentamientos dispersos	Unidad	4,00	3,00	3,00	4,00	75,00	100,00	100,00	75,00		0,08	5,63	7,50	7,50	5,63
Paso por territorios titulados colectivos	Unidad	6,00	6,00	1,00	1,00	16,67	16,67	100,00	100,00		0,08	1,25	1,25	7,50	7,50
Recurso hidrico (fuentes abastecedoras)	Unidad	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00		0,08	0,00	0,00	7,50	7,50
SUBTOTAL CRITERIOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES											**0,30**	**13,05**	**15,75**	**29,50**	**28,13**
								TOTAL		**1,00**	**1,00**				

Fuente: ANLA con base en el DAA presentado con comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Así mismo, al aplicar el método de los promedios ponderados integrando los tres medios (medio abiótico, biótico y socioeconómico) junto con todos sus criterios, y utilizando los pesos porcentuales antes mencionados, se tiene como la mejor ***ALTERNATIVA LA D***, como se observa a continuación:

Resultados de favorabilidad por alternativa

ALTERNATIVAS	**ALTERNATIVA A**	**ALTERNATIVA B**	**ALTERNATIVA C**	**ALTERNATIVA D**
Promedio Ponderado	15,90	16,17	30,27	31,97
Ordenamiento	4	3	2	1

Fuente: ANLA 2017

CONSIDERACIONES DEL MEDIO ABIÓTICO

Con relación al medio abiótico se evidencia que, para todos los escenarios de simulación, con diferentes porcentajes de ponderación y tomando como referencia los 8 criterios del medio abiótico la alternativa D es la que presenta los mayores valores de calificación.

Conforme a lo establecido anteriormente, se llega a la conclusión que el corredor alternativo viable ambientalmente desde el medio abiótico, de acuerdo con el análisis multicriterio corresponde a la alternativa D, teniendo en cuenta que de acuerdo a los criterios analizados presenta condiciones constructivas más favorables desde el punto de vista de ingeniería y optimización en la demanda de recursos.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO BIÓTICO

Al analizar los resultados obtenidos mediante las metodologías aplicadas para la comparación de las alternativas, para el medio biótico se observó que el corredor alternativo más viable la alternativa D, de acuerdo con los criterios aplicados.

Se aclara que criterios de mayor relevancia como la afectación de áreas protegidas u sensibles, no se aplicaron en razón a que, en estas temáticas, las cuatro alternativas presentaban condiciones similares (no interceptación de este tipo de áreas), por lo que no aportaban elementos que permitieran establecer la favorabilidad de alguna de las alternativas propuestas.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Los municipios del área de influencia indirecta, tanto para las Alternativas A y D, son siete (7) que corresponden a: Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima (Tolima) y Aipe (Huila), mientras para las Alternativas B y C son seis (6) Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas y Ataco (Tolima) y Aipe (Huila).

En relación con el área de influencia directa, para la Alternativa A se contemplan 51 Unidades Territoriales Menores, la Alternativa B abarcaría 45, la Alternativa C se observaron 45 y la Alternativa D abarcaría 42 Unidades Territoriales Menores, para todas hacen parte veredas, centros poblados urbanos y rurales dispersos. Se resalta que no se atraviesa ningún centro poblado, todas las Alternativa A, B, C y D, proponen una vía totalmente nueva, que supone una menor afectación tanto social como ambiental.

En los tramos propuestos para las cuatro alternativas se encuentra población étnica, de acuerdo al Ministerio del Interior, que señaló en su respuesta OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, lo siguiente: "*No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres*". No obstante, se resalta que, mediante revisión de cartografía sobre el tema, se identificaron resguardos del Pueblo Nasa ubicados en el municipio de Florida, Valle del Cauca y en el municipio de Rioblanco, Tolima; al igual que comunidades afro-descendientes en el Valle del Cauca.

Igualmente se consideró el Recurso hídrico (fuentes abastecedoras) atendiendo a la alta sensibilidad de estos frente al proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la alternativa C desde el medio socioeconómico y cultural se consideró la más viable, atendiendo a las variables o criterios identificados y calificados como los más representativos, no obstante, esto no es impedimento o determinante ya que atendiendo a los demás medios definieron y por lo tanto de manera integral y ponderando los resultados la alternativa más viable sería la que tenga el puntaje que se determine en el presente Acto Administrativo.

CONSIDERACIÓN FINAL

De lo anterior se concluye que:

1. El Análisis Multiobjetivo se realizó utilizando el método de los Promedios Ponderados y considerando quince (15) criterios u objetivos distribuidos en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, definiendo como mejor ***ALTERNATIVA LA D*** en un escenario con porcentajes de importancia de escenario donde se le ha asignado un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural.

2. Teniendo en cuenta el Análisis Multiobjetivo realizado y la evaluación del "Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para la construcción del proyecto vial "Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia", se recomienda seleccionar la ***ALTERNATIVA LA D.***

Se considera que el documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, del proyecto *"*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*",* presentado a la Autoridad Nacional de Licencias ambientales – ANLA por parte del Instituto Nacional de Vías – INVIAS*,* mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01, por lo que es adecuado para realizar un análisis objetivo en la elección de una corredor viable ambientalmente, tal y como se ha realizado en el presente acto administrativo.

De conformidad con lo anterior y luego de realizar la evaluación de la información presentada en los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, se determinó que la alternativa más viable, corresponde al ***CORREDOR ALTERNATIVO D*** sobre el cual se debe desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

Que, en mérito de lo expuesto,

DISPONE

ARTÍCULO PRIMERO. – Elegir la **Alternativa D,** presentada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS., como la más viable, desde el punto de vista abiótico, biótico y social, para el proyecto denominado "*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*", localizado en los municipios de Pradera y Florida del Departamento del Valle del Cauca, los municipios Ríoblanco, Planadas, Ataco y Natagaima en el departamento de Tolima y los municipios de Neiva y Aipe del departamento del Huila, de conformidad con expuesto en la parte motiva del presente acto administrativo.

PARÁGRAFO. - La Alternativa elegida por parte de esta Autoridad Nacional de acuerdo con el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, no determina la viabilidad ambiental del proyecto, ya que ésta estará sujeta a la presentación y evaluación ambiental del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, en el trámite para el otorgamiento o no de la licencia ambiental.

ARTÍCULO SEGUNDO. – El Instituto Nacional de Vías – INVIAS, deberá tener en cuenta para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, para la **Alternativa D**, para el proyecto *"Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia",* lo establecido en los "*Términos de referencia M-M-INA-02 Versión No 2, para La elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles., acogidos mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015,"* o aquellos que los modifiquen o sustituyan, los cuales podrá encontrar en la página WEB www.anla.gov.co, Subportal Normativa – Documentos Estratégicos - Términos de Referencia.

PARÁGRAFO.- Los Términos de Referencia definidos para el desarrollo del EIA, se constituyen en una herramienta que pretende facilitar el proceso de elaboración de dicho estudio y una guía general, por lo cual es responsabilidad del interesado en obtener la Licencia Ambiental del proyecto, verificar que no quede excluida la evaluación de algún aspecto que pueda afectar negativamente el uso óptimo y racional de los recursos naturales renovables o el medio ambiente, o alguna de las posibles medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación de impactos y efectos negativos que pueda ocasionar el proyecto.

ARTÍCULO TERCERO. - El Instituto Nacional de Vías – INVIAS**,** deberá elaborar y presentar el Estudio de Impacto Ambiental, para el proyecto *"Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia",* incluyendo el contenido básico establecido en el artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, y de acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, establecida mediante Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010, aplicando la actualización del modelo de almacenamiento de datos adoptado en la Resolución 2182 de 2016 y la estimación de las Compensaciones por Perdida de la Biodiversidad, con base en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Perdida de la Biodiversidad, adoptado por el Ministerio

de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012, adicionalmente deberá tener en cuenta en su elaboración los siguientes aspectos:

Análisis Económico Ambiental

El Instituto Nacional de Vías – INVIAS, deberá tener en cuenta para la etapa de Estudio de Impacto Ambiental los siguientes aspectos respecto a la evaluación económica ambiental de los impactos positivos y negativos de la alternativa seleccionada, de la siguiente forma:

a. Definir una cuantificación biofísica para los impactos identificados para cada alternativa y por lo tanto determinar el delta ambiental generado por cada alternativa del proyecto.

b. Desarrollar las cuantificaciones económicas tanto de costos como de beneficios por cada uno de los impactos y las alternativas.

c. Construir un flujo de costos y beneficios donde se evidencie cada uno de los costos y beneficios valorados, los cuales deben ser proyectados de acuerdo no solo con la temporalidad del proyecto sino del cambio ambiental / social evaluado.

d. Calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Costo Beneficio (RCB), utilizando una tasa social de descuento debidamente justificada para este tipo de análisis sociales. Adelantar finalmente el análisis de sensibilidad utilizando variables críticas que lleven a probar la robustez del proyecto.

ARTÍCULO CUARTO.- El Instituto Nacional de Vías – INVIAS deberá radicar copia del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia" en las Corporaciones Autónomas Regionales competentes respecto del área de influencia del proyecto, para su pronunciamiento y remitir a esta Autoridad Nacional la copia de la constancia de la radicación del mismo.

ARTÍCULO QUINTO. - Por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido o a la persona debidamente autorizada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO SEXTO. - Por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, comunicar el presente acto administrativo a las Alcaldías de los municipios de Pradera y Florida del Departamento del Valle del Cauca, a las Alcaldías de los municipios Ríoblanco, Planadas, Ataco y Natagaima en el departamento de Tolima y a las Alcaldías de los municipios de Neiva y Aipe del departamento del Huila, a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM y a la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios.

ARTÍCULO SÉPTIMO. - Ordenar la publicación del presente acto administrativo en la Gaceta Ambiental de la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, de conformidad con los términos señalados en el artículo 71 de la Ley 99 de 1993.

ARTÍCULO OCTAVO. - Contra el presente acto administrativo, procede el recurso de reposición, el cual podrá instaurarse por escrito en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso de conformidad a lo preceptuado en el artículo 76 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CUMPLASE

"Por el cual se define una alternativa y se toman otras determinaciones"

Dado en Bogotá D.C., a los 19 de febrero de 2018

GUILLERMO ALBERTO ACEVEDO MANTILLA
Subdirector de Evaluación y Seguimiento

Ejecutores
LUDWING PAEZ SOLANO
Profesional Jurídico/Contratista

Revisor / L□der
HERNAN DARIO PAEZ GUTIERREZ
Revisor Jurídico/Contratista

MAYELY SAPIENZA MORENO
Profesional Jurídico/Contratista

Expediente No. NDA0808
Concepto Técnico 6754
Fecha: de 21 de diciembre de 2017

Proceso No.: 2018017176

Archívese en: NDA0808
Plantilla_Auto_SILA_v3_42852

Nota: Este es un documento electrónico generado desde los Sistemas de Información de la ANLA. El original reposa en los archivos digitales de la Entidad.

CONCEPTO TÉCNICO No. 06754 del 21 de diciembre de 2017

FECHA:	[18 de diciembre de 2017]
EXPEDIENTE:	[NDA 0808]
PROYECTO:	[Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia]
INTERESADO:	[Instituto Nacional de Vías – INVIAS]
SECTOR:	[Infraestructura]
CORPORACION:	[Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM]
JURISDICCIÓN:	[Departamento del Valle del Cauca (municipios de Pradera y Florida), departamento de Tolima (municipios de Ríoblanco, Planadas, Ataco y Natagaima) y departamento del Huila (municipios de Neiva y Aipe]
ASUNTO:	[Evaluación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA)]
FECHA DE VISITA:	[Entre el 09 al 21 de noviembre de 2017]

1 ANTECEDENTES

1.1 INICIO DEL TRÁMITE

1.1.1 El Instituto Nacional de Vías – INVIAS (en adelante), mediante comunicación de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA (en adelante) 2014071037-1-000 del 19 de diciembre de 2014, presentó el Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, para el Proyecto denominado "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia", localizado en el departamento del Valle del Cauca.

1.1.2 La ANLA a través de comunicación 2014071037-2-001 de fecha 29 de diciembre de 2014, requirió al INVIAS presentar la constancia de pago correspondiente a la prestación del servicio de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, requerido para dar inicio al trámite de evaluación correspondiente.

1.1.3 El INVIAS, mediante comunicación ANLA 2015038273-1-000 del 21 de julio de 2015, adjuntó el comprobante de pago por concepto de la prestación del servicio de evaluación del Estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, para el citado proyecto.

1.1.4 La ANLA a través del Auto 3459 del 21 de agosto 2015, y una vez verificado el cumplimiento de los requisitos establecidos para ello, dio inicio al trámite administrativo de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA, para el proyecto en comento, localizado en el departamento del Valle del Cauca, presentado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

1.2 OTROS ANTECEDENTES RELEVANTES PARA LA TOMA DE DECISION

1.2.1 El grupo Técnico de Infraestructura de la ANLA, una vez realizada la visita al área del proyecto, revisada y analizada la información presentada por el INVIAS, emitió el Concepto Técnico 6282 del 25 de noviembre de 2015, en el cual se recomendó requerir información adicional al solicitante.

1.2.2 La ANLA mediante Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, acogió el Concepto Técnico 6282 de 2015, solicitando al INVIAS presentar Información Adicional necesaria para continuar con el proceso de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para el proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia" para lo cual le concedió el término de un (1) mes.

1.2.3 El INVIAS, a través de su apoderada, mediante comunicación ANLA 2016000284-1-000 del 5 de enero de 2016, interpuso Recurso de Reposición en contra del Artículo Tercero del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015.

1.2.4 La ANLA mediante Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, resolvió el Recurso de Reposición interpuesto en contra del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2016, en el sentido de no reponer y en consecuencia confirmar en su integralidad el Artículo Tercero de dicho Auto.

1.2.5 El INVIAS, mediante comunicación con comunicación 2016022386-1-000 del 05 de mayo de 2016, solicitó a esta Autoridad prórroga del plazo por un término igual al inicialmente otorgado para la entrega de información adicional requerida para la evaluación de DDA para el proyecto "Conexión Buenaventura — Orinoquia — Palmira — Las Cruces — Colombia", mediante Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, confirmado por el Auto 1012 del 23 de marzo de 2016.

1.2.6 La ANLA mediante Auto 1955 del 20 de mayo de 2016, concedió un plazo adicional de un (1) mes contado a partir del vencimiento del término inicialmente otorgado para que cumpla con la obligación de presentar la información adicional requerida por esta Autoridad en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, confirmado por el Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, en el marco de la evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto, precitado proyecto.

1.2.7 El INVIAS, mediante comunicación 2016028329-1-000 del 7 de junio de 2016, presentó solicitud de revocatoria directa en contra de los Autos 5715 del 10 de diciembre de 2015, "Por el cual se requiere información adicional" y del Auto 1012 del 23 de marzo de 2016 "Por el cual se resuelve el recurso de reposición interpuesto en contra de la Resolución 5715 de 2015"

1.2.8 El INVIAS, mediante comunicación 2016053013-1-000 del 26 de agosto de 2016, presentó un alcance a la solicitud de solicitud de revocatoria directa de comunicación 2016028329-1-000 del 7 de junio de 2016, con el fin de delimitar la solicitud inicial y presentar los argumentos técnicos y ambientales que la sustentan de forma específica.

1.2.9 La ANLA mediante Auto 4829 del 3 de octubre de 2016, resolvió revocatoria directa en contra del Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y del Auto 1012 del 23 de marzo de 2016, proyecto "Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia".

1.2.10 El INVIAS, mediante comunicación 2016086207 del 23 de diciembre de 2016, adjunto información solicitada mediante Auto 4829 del 3 de octubre de 2016, en relación con el DAA para el proyecto en comento.

1.2.11 El INVIAS, mediante comunicación 2017026626626-1-000 del 11 de abril de 2017, adjunto poder especial, amplio y suficiente para Paula Andrea Silva Rueda, para que en nombre y representación de dicha Entidad apodere en las actuaciones administrativas a que haya lugar dentro de la Gestión Ambiental del Expediente NDA0808 del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto Conexión Buenaventura – Orinoquia: tramo Palmira-Las Cruces-Colombia.

1.2.12 El INVIAS, mediante comunicación 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017, adjunto información de alcance a la información presentada con comunicación 2016086207 del 23 de diciembre de 2016, en relación con el Diagnóstico Ambiental de Alternativas-DAA para el proyecto Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia"

1.2.13 El INVIAS, mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, adjunto información de alcance a las informaciones presentadas con comunicaciones 2016086207 del 23 de diciembre de 2016 y 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017.

1.2.14 La ANLA mediante oficio con comunicación 2017076048-2-000 del 15 de septiembre de 2017, solicitó a INVIAS manifestar su interés de continuar con dicho trámite presentando la información solicitada mediante Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015, modificado por Auto 04829 de 3 de octubre de 2016.

1.2.15 El INVIAS mediante información con comunicación 2017081370-1-000 del 29 de septiembre de 2017, indicó que la información fue presentada con comunicación ANLA 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017.

1.2.16 La ANLA realizó visita de evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas del proyecto vial "Conexión Buenaventura — Orinoquia — Palmira — Las Cruces — Colombia", del 09 al 21 de noviembre de 2017.

2 OBJETIVO DEL CONCEPTO TÉCNICO

Establecer cuál de las alternativas entregadas en el estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA presentado por el INVIAS es la más adecuada desde el punto de vista ambiental para el desarrollo del proyecto "Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia".

La selección de la alternativa se fundamenta en la revisión de la información presentada a esta Autoridad mediante comunicación 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017 y 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 y su respectiva validación mediante la visita de campo realizada al área de estudio del 09 al 21 de noviembre del 2017.

3 ALCANCE DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS (DAA)

Respecto al alcance del DAA se tuvo en cuenta lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01, acogidos por la Resolución 1277 del 30 de junio de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial *"Por el cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales",* así como lo establecido en la Metodología para la presentación de estudios.

En tal sentido, el alcance del DAA es:

- Analizar la caracterización del medio natural y condiciones socioeconómicas y culturales del área donde se localiza el Proyecto, como base comparativa de sensibilidad ambiental y de los efectos y riesgos ambientales, asociados a las obras y actividades a ejecutar en el desarrollo y operación del proyecto y las posibles medidas de manejo y mitigación para cada una de las alternativas.

- Evaluar el uso eficiente de los recursos naturales y espacio de la comunidad, minimizando los impactos ambientales sobre los recursos naturales, que ocasione el desarrollo del Proyecto en los alcances de las diferentes etapas, obras y actividades.

- Analizar las medidas para todos y cada uno de los impactos identificados en cada una de las alternativas, estableciendo las estrategias de manejo, haciendo énfasis en las diferencias significativas entre alternativas.

- La identificación de las comunidades que pueden ser afectadas por cada una de las alternativas del Proyecto.

- Un análisis costo - beneficio ambiental de las alternativas.

- La selección y justificación de la(s) alternativa(s) viables.

4 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.1.1 Objetivo

El objetivo principal planteado por el Instituto Nacional de Vías - INVIAS en el documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA presentado a esta Autoridad es el de proyectar la mejor alternativa para la construcción de la transversal vial del proyecto Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia, en el tramo entre los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila, mejorando la comunicación entre estos departamentos y el interior del país como con la Orinoquia y países vecinos como Venezuela, para así dar viabilidad a la comercialidad de los productos de las regiones por donde se proyecta la construcción de esta conexión vial.

4.1.2 Localización General

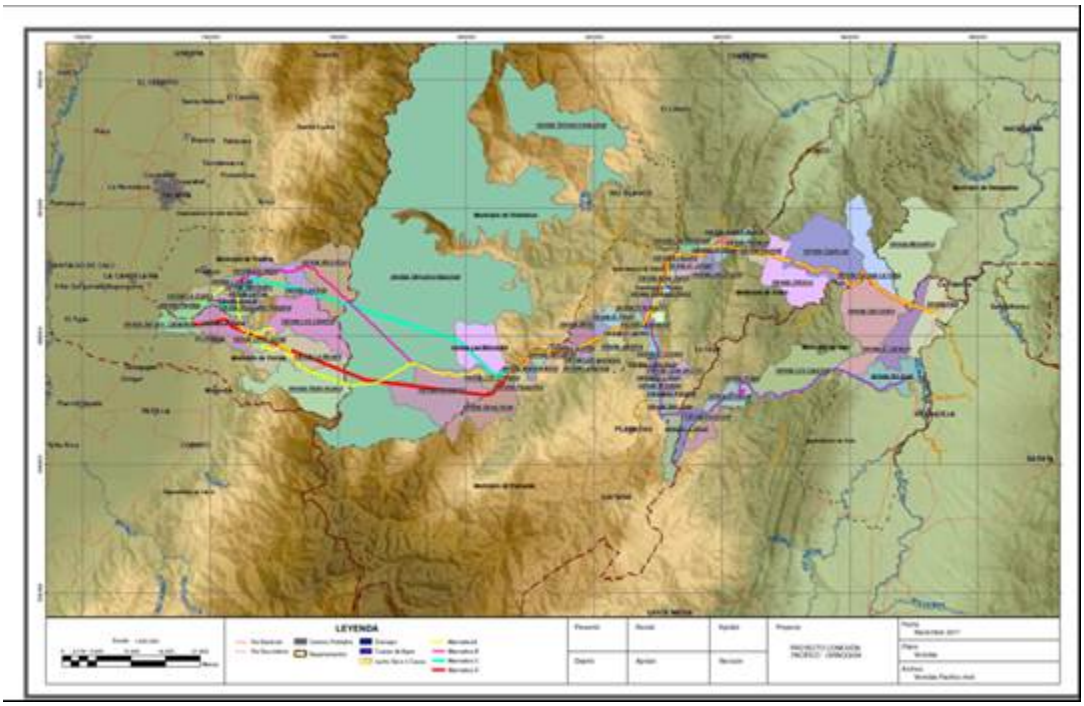
Los corredores de las Alternativas para el proyecto vial “Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia”, inicia al sureste del departamento del Valle del Cauca (municipios de Pradera y Florida), incluye la zona sur del departamento de Tolima (municipios de Ríoblanco, Planadas, Ataco y Natagaima) y departamento del Huila (municipios de Neiva y Aipe), como se observa en la siguiente tabla y figura.

Tabla 4.1 Localización general del área de estudio para el proyecto

ALTERNATIVA	LONGITUD (Km)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
A	165	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco, Planadas y Natagaima
		Huila	Aipe
B	155.2	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco y Planadas
		Huila	Aipe
C	148,55	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco y Planadas
		Huila	Aipe
D	140,8	Valle del Cauca	Pradera y Florida
		Tolima	Ríoblanco, Ataco, Planadas y Natagaima
		Huila	Aipe

Fuente: Grupo de evaluación con base en el Estudio DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Figura 4.1 Localización general del proyecto y la división política del área de estudio



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

4.1.3 Descripción General del Proyecto

De acuerdo con lo indicado por el INVIAS el proyecto Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia en su concepción plantea una vía transversal que comunique el Puerto de Buenaventura (Valle del Cauca) con La Uribe (Meta), para ello el inicio de proyecto debe garantizar la conexión de la Red Vial Nacional, que llega al puerto de Buenaventura.

Con tal finalidad el INVIAS definió como referencia inicio el intercambio a nivel ubicado en la vía Palmira – Florida, (Ruta 31) conocido como el Cruce de San Antonio de los Caballeros, el cual garantiza de forma óptima la continuidad vial al pacifico colombiano y la conexión vial mediante el DAA de las cuatro alternativas (A, B, C, D) que finalizan en la Ruta 45 en jurisdicción del municipio de Aipe del departamento del Huila.

La Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia, proyectada como una futura Transversal Nacional, tiene como finalidad el brindar una comunicación vial optima en sentido occidente – oriente por el territorio nacional, conectando los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila; al visualizarse como una Transversal Nacional, se busca que la conexión sea lo más directa posible y se evite el paso por poblaciones y pasos urbanos.

Para efectos de evaluación de las diferentes alternativas fue necesario colocar las cuatro alternativas en igualdad de condiciones, por lo cual se hizo necesario optimizar las alternativas estudiadas y llevar el inicio de todas las Alternativas al cruce de San Antonio de los Caballeros y llevar todos los diseños a cartografía 1:10.000 para su evaluación y optimización.

De acuerdo al análisis de todas las alternativas estudiadas por las empresas consultoras Sanval y EDL para el Instituto Nacional de Vías INVIAS, se escogen 4 alternativas (A, B, C, D) para la realización del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, las cuales se describen a continuación:

4.1.3.1 Alternativa A

La Alternativa A, tiene una longitud de 165 Km iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intersecta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros, la Alternativa A, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando en ascenso en vía superficie, por terreno montañoso y escarpado, desarrollando pendientes máximas del 7%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel carretero, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 18Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel carretero de 18km, condicionada a la topografía del terreno, plantea como solución el desarrollo de un túnel largo de 1.12 km y treinta y cuatro (34) puentes, los cuales suman una longitud de 3.84Km.

Para el cruce de la cordillera, la Alternativa A, proyecta un túnel carretero de 18,008 metros ubicando el portal de entrada en la cota próxima a los 2660 msnm y el portal de salida en una cota próxima a los 2840 msnm generando una pendiente de 1.02%. Por las implicaciones que tiene un túnel carretero de esta longitud (18Km) se incluyen obras especiales tales como galerías de escape, nichos y equipos electromecánicos requeridos para la seguridad vial dentro del túnel, así como la necesidad de un doble tubo para ser utilizado en caso de emergencia.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretero la Alternativa A, continua en dirección oriente paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, Las Delicias, El Quebradón y Cristales llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y Herrera el trazado proyecta un descenso por zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 7%, En este sector es muy rica

hídricamente por los afluentes que desembocan en el río Hereje, consecuente a esto el trazado presenta 31 puentes que suman una longitud de 4.3 Km.

Después del paso por Herrera, la Alternativa A, va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, Este sector tramo plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m respectivamente y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil la Alternativa A, realiza un descenso que comunica a la vía Planadas – Ataco donde toma dirección norte donde se plantea el mejoramiento de la vía, optimizando el trazado con parámetros geométricos para 80Km/h, desde el Santiago Pérez hasta el corregimiento de Señoritas, para tal fin el trazado contempla cuatro túneles cortos de 170m, 370m, 285m y 192m respectivamente, además de veinticinco (25) puentes que suman una longitud de 5.9Km. L.

Después del paso por Señoritas la Alternativa A toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre Bogotá y Neiva, para el trazado entre Señoritas y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de cuatro (4) túneles largos de 2107m, 6521m, 5325m y 2744m respectivamente y dos (2) túneles cortos de 294m y 258m respectivamente, además de veintisiete (27) puentes que suman una longitud de 7.2Km. La Alternativa A termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

4.1.3.2 Alternativa B

La Alternativa B, tiene una longitud de 155.2 Km iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intersecta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros, la Alternativa B, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando el en ascenso en vía superficie, por terreno montañoso y escarpado, desarrollando pendientes máximas del 8%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel carretero, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 18.2Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel carretero de 18.2km condicionada a la topografía del terreno, plantea como solución el desarrollo de 19 puentes, los cuales suman una longitud de 2.1Km
Para el cruce de la cordillera, la Alternativa B, proyecta un túnel carretero de 18,224 metros ubicando el portal de entrada en la cota próxima a los 2600 msnm y el portal de salida en una cota próxima a los 2810 msnm generando una pendiente de 1.13%. Por las implicaciones que tiene un túnel carretero de esta longitud (18.2Km) se incluyen obras especiales tales como galerías de escape, nichos y equipos electromecánicos requeridos para la seguridad vial dentro del túnel, así como la necesidad de un doble tubo para ser utilizado en caso de emergencia.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretero la Alternativa B, continua en dirección oriente yendo paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, Las Delicias, El Quebradón y Cristales llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y Herrera el trazado proyecta un descenso por zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 7%, En este sector es muy rica hídricamente por los afluentes que desembocan en el río Hereje, consecuente a esto el trazado presenta 26 puentes que suman una longitud de 3.9 Km.

Después del paso por Herrera, la Alternativa B, va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, Este sector tramo plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m respectivamente y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) puentes que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil la Alternativa B, realiza un descenso llegando a la vía que comunica actualmente a Planadas – Ataco donde toma dirección sur donde se plantea el mejoramiento de esta vía, llevándola a parámetros geométricos que cumplan los requerimientos para una velocidad de 80Km/h, desde el Corregimiento El Cóndor hasta La Vereda el Jordán, donde inicia el ascenso por la ladera del Rio Claro hasta llegar a la vereda La India donde el trazado vuelve a tomar dirección al oriente, para tal fin el trazado contempla dos (2) túneles cortos de 324m y 122m respectivamente, además de treinta y siete (37) puentes que suman una longitud de 7.8Km.

Después del paso por la Vereda La India la Alternativa B toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre Bogotá y Neiva, para el trazado entre La India y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de dos (2) túneles largos de 7039m y 1545m respectivamente y cinco (5) túneles cortos de 526m, 100m, 101m 188m y 215m respectivamente, además de cuarenta y tres (43) puentes que suman una longitud de 9.6Km

La Alternativa B termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe

4.1.3.3 Alternativa C

La Alternativa C, tiene una longitud de 148,55 Km iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intersecta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la Ruta 3105.

Para los tres (3) primeros kilómetros, la Alternativa C, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando el en ascenso en vía superficie, por terreno ondulado, desarrollando pendientes máximas del 4%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel férreo, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 41.98Km.

La conexión entre la Ruta 3105 y el portal del túnel férreo de 41.98km, plantea en su trazado cinco (5) puentes, los cuales suman una longitud de 850m.

A partir del K7+000, el trazado se ajusta se ajusta a una topografía de condiciones onduladas y pendientes bajas, hasta encontrarse con un sector homogéneo que permite la proyección de una plataforma de transferencia o intercambio intermodal (transporte carretero a transporte férreo) justo antes de ingresar al portal de entrada del túnel férreo (K12+000).

Para el paso por la cordillera central la Alternativa C, proyecta un túnel férreo intermodal de 41,986 metros y una pendiente longitudinal de 1.35%. Para la construcción de las estaciones de intercambio modal y las maniobras asociadas (vehículos y trenes), se garantiza topográficamente un sector de 1000m*500m a la salida y la entrada del túnel férreo. Este túnel férreo intermodal garantiza una conexión más corta y directa entre los Municipios de Florida y Herrera en departamentos del Valle del Cauca y Tolima respectivamente. Se encuentra proyectado en dos (2) tubos, cada tubo por sentido de circulación

Después de superar la cordillera central con el túnel férreo la Alternativa C, continua en dirección oriente yendo paralela al río Hereje, pasando por las veredas Cristales y Altamira llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y Herrera el trazado proyecta un descenso por zona ondulada desarrollando pendientes máximas del 4.2%, por la topografía e hidrología de este sector, el trazado proyecta un túnel corto de 732m y siete (7) puentes que suman una longitud de 3.37 Km.

Después del paso por Herrera, la Alternativa C, va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, Este sector tramo plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m respectivamente y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil la Alternativa C, realiza un descenso llegando a la vía que comunica actualmente a Planadas – Ataco donde toma dirección sur donde se plantea el mejoramiento de esta vía, llevándola a parámetros geométricos que cumplan los requerimientos para una velocidad de 80Km/h, desde el Corregimiento El Cóndor hasta La Vereda el Jordán, donde inicia el ascenso por la ladera del Rio Claro hasta llegar a la vereda La India donde el trazado vuelve a tomar dirección al oriente, para tal fin el trazado contempla dos (2) túneles cortos de 324m y 122m respectivamente, además de treinta y siete (37) puentes que suman una longitud de 7.8Km.

Después del paso por la Vereda La India la Alternativa C, toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre Bogotá y Neiva, para el trazado entre La India y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de dos (2) túneles largos de 7039m y 1545m respectivamente y cinco (5) túneles cortos de 526m, 100m, 101m 188m y 215m respectivamente, además de cuarenta y tres (43) puentes que suman una longitud de 9.6Km,

La Alternativa C termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.

4.1.3.4 Alternativa D

La Alternativa D tiene una longitud de 140.8 Km e inicia en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca), sector en el cual se intersecta la vía Cali – Florida con la vía que conduce de Santander de Quilichao a Palmira (Ruta 3105), coincidiendo con el PR60+000 de la Ruta 3105, y empalmando con la Ruta 45 en el K140+709.

Para los tres (3) primeros kilómetros, la Alternativa D, mantiene el trazado de vía actual para luego tomar dirección al oriente iniciando el en ascenso en vía superficie, por terreno ondulado, desarrollando pendientes máximas del 4%, en una vía totalmente nueva, hasta llegar al portal de entrada al túnel férreo, que se proyecta como solución para el paso de la cordillera central, el cual tiene una longitud de 41.98Km.

La conexión entre la ruta 3105 y el portal del túnel férreo de 41.98km, plantea en su trazado cuatro (4) puentes, los cuales suman una longitud de 553m.

Del K0+000 al K7+800, la Alternativa D, se desarrolla en terreno plano, a partir del K7+000, la alternativa proyectada se ajusta a una topografía de condiciones onduladas y pendientes medias, hasta encontrarse con un sector homogéneo que permite la proyección de una plataforma de transferencia o intercambio intermodal (transporte carretero a transporte férreo) justo antes de ingresar al portal de entrada del túnel férreo (K7+930).

Para el tramo comprendido entre el K7+000 y el K50+000, la Alternativa D, proyecta un sistema intermodal con un túnel férreo de 40,015 metros y pendiente longitudinal de 1.45%. Para la construcción de las estaciones de intercambio modal y las maniobras asociadas (vehículos y trenes), se garantiza topográficamente un sector de 1000m*500m a la salida y la entrada del túnel férreo. Este túnel férreo intermodal garantiza una conexión más corta y rápida entre los Municipios de entre Florida - Herrera y los departamentos del Valle del Cauca y Tolima. El túnel férreo se proyecta con dos (2) tubos, unidireccionales.

Después de superar la cordillera central con el túnel carretero la Alternativa D, continua en dirección oriente yendo paralela al río Hereje, pasando por las veredas Albania, Las Delicias, El Quebradón y Cristales llegando hasta el corregimiento de Herrera. Entre el portal de salida del túnel y la Herrera el trazado proyecta un descenso por zona entre montañosa y ondulada desarrollando pendientes máximas del 4.39%, dada la topografía y la hidrología de la zona el trazado presenta un túnel largo de 1081m y uno corto de 956m, además de trece (13) puentes que suman una longitud de 3.27 Km.

Después del paso por Herrera, la Alternativa D, va paralela al río Saldaña en dirección nororiente, desarrollándose en terrenos planos y ondulados los cuales generan pendientes no mayores a 4%, pasando por las veredas Espejo Ilusión y El Diamante, Este sector tramo plantea la comunicación de Herrera y Paujil siendo común para las cuatro (4) alternativas, dadas las condiciones topográficas de la zona el trazado plantea como solución para la comunicación de estos corregimientos una vía totalmente con dos (2) túneles largo de 1060m y 7940m respectivamente y dos (2) cortos de 850m y 400m respectivamente, además de contemplar quince (15) que suman una longitud de 2.6Km.

Después del paso por Paujil la Alternativa D, realiza un descenso que comunica a la vía Planadas – Ataco donde toma dirección norte donde se plantea el mejoramiento de la vía, optimizando el trazado con parámetros geométricos para 80Km/h, desde el Santiago Pérez hasta el corregimiento de Señoritas, para tal fin el trazado contempla cuatro túneles cortos de 170m, 370m, 285m y 192m respectivamente, además de veinticinco (25) puentes que suman una longitud de 5.9Km. La siguiente figura muestra el desarrollo en planta de la Alternativa D, entre Paujil y Señoritas.

Después del paso por Señoritas la Alternativa D toma dirección oriente con el fin de establecer el empalme con la Ruta 45, la cual es la vía de comunicación entre Bogotá y Neiva, para el trazado entre Señoritas y la Ruta 45 el trazado plantea el desarrollo de cuatro (4) túneles largos de 2107m, 6521m, 5325m y 2744m respectivamente y dos (2) túneles cortos de 294m y 258m respectivamente, además de veintisiete (27) puentes que suman una longitud de 7.2Km.

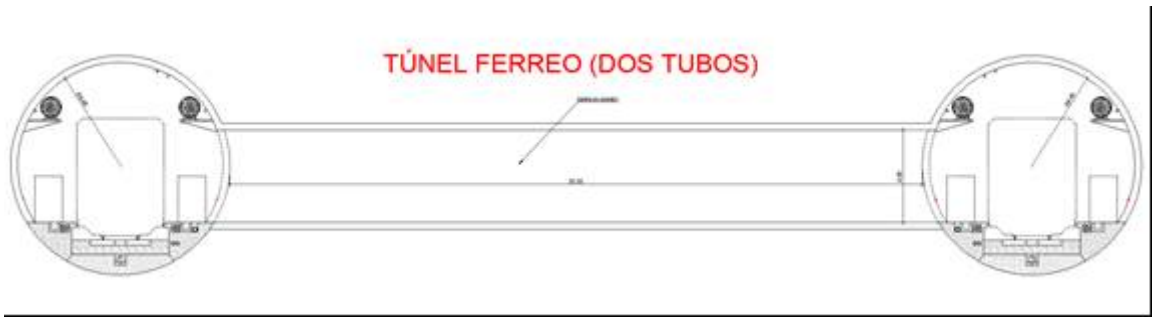
La Alternativa D termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

En el anexo N° 3 el INVIAS presenta los planos en planta y perfil de cada una de las alternativas evaluadas.

4.1.3.5 Diseños Tipo De Las Obras Especiales Propuestas En Las Alternativas

Dentro de la optimización de las Alternativas, se desarrollan obras mayores entre las que se incluye un túnel férreo intermodal de 41,986 metros y 40,015 metros, respectivamente. Es importante anotar, que este túnel férreo multimodal se proyecta en dos (2) tubos, uno por sentido de circulación, con dos (2) plataformas para intercambio multimodal y maniobras asociadas (una plataforma por portal). La sección transversal típica del túnel ferroviario se presenta a continuación.

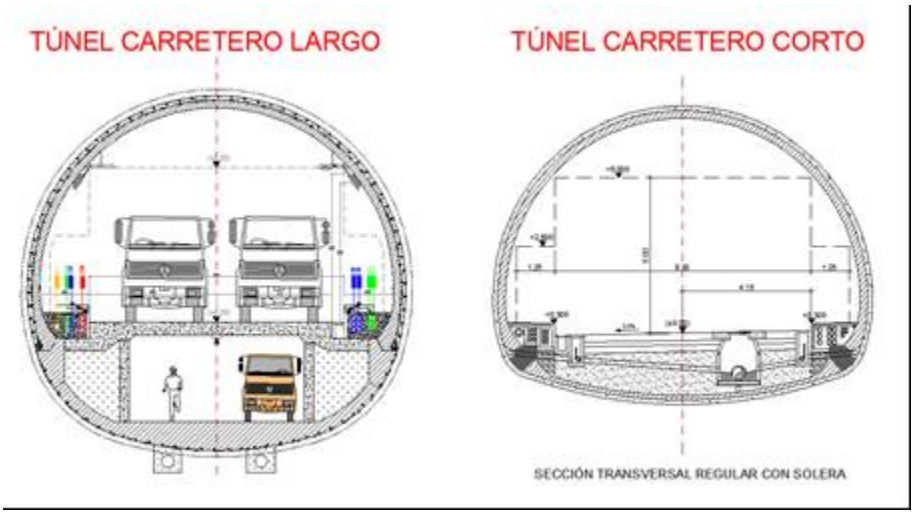
Figura 4.2 Sección transversal típica túnel férreo



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para túneles cortos y largos, la sección transversal típica presenta dos carriles de 4.15m cada uno, y andenes de 1.25m. En la siguiente figura se presenta esta información.

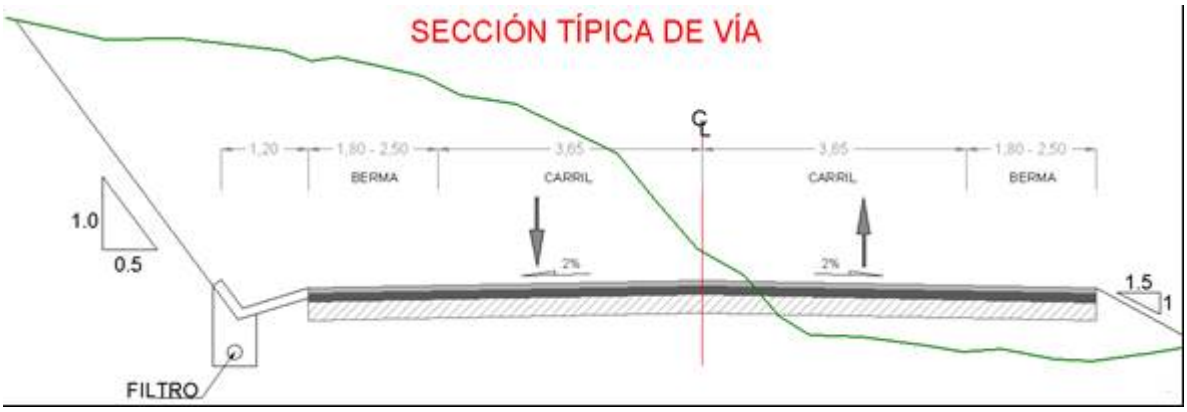
Figura 4.3 Sección transversal típica túnel carretero



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el caso de vía en superficie, puentes y viaductos, la sección transversal típica se encuentra caracterizada por dos carriles de 3.65m cada uno, y bermas de 1.5m a 2.5m, dependiendo de la velocidad de diseño (60-100Km/h); un esquema de la sección transversal típica para vía en superficie, se presenta a continuación.

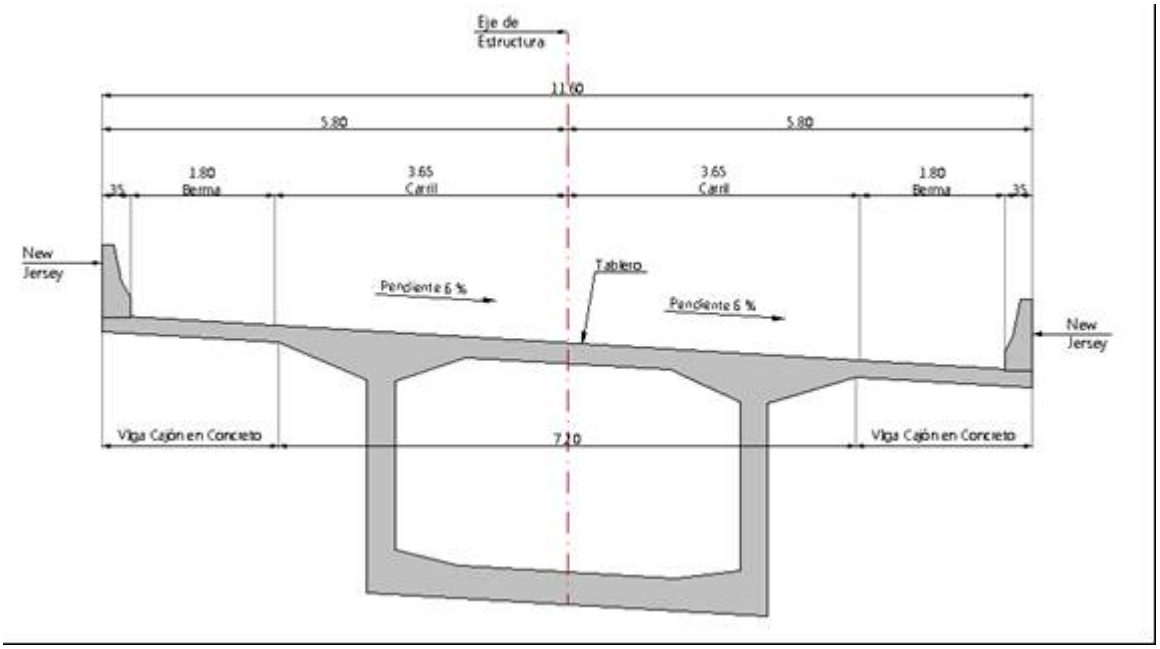
Figura 4.4 Sección transversal típica vía en superficie



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

En sectores donde se requiere de la incorporación de puentes, se conservan los anchos de calzadas (3.65m) y bermas (1.50m – 2.50) definidos para la sección a superficie, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.5 Sección transversal típica puente



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

4.1.4 Metodología

En el capítulo 1 del DAA presentado por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, se describe el proceso metodológico que se siguió para su elaboración, el cual se resume a continuación:

- Términos de Referencia (TR) genéricos DA-TER-3-01 para DAA del Ministerio de Ambiente del año 2006, los cuales conforme el alcance contractual se deben adaptar a las circunstancias del proyecto.

- Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente del año 2010.

- Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, de agosto de 2012 del Ministerio de Ambiente.

- Ley 1185 de 2008 que modifica la Ley 397 de 1997, por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.

- Decreto Único Reglamentario 1076 del 26 de mayo de 2015, del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS.

Para que la ANLA seleccione la alternativa que permita optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos, efectos e impactos negativos que puedan generarse, el DAA involucra:

- El entorno geográfico y sus características ambientales y sociales, análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad, y de las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas.

- La racionalización en el uso de los recursos naturales y culturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales negativos, que pueda ocasionar el futuro proyecto y potenciando los impactos positivos.

- Los alcances propios de estudios de pre factibilidad, en los cuales se deben definir e indicar las diferentes obras o actividades del proyecto.

- La recopilación de información a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio.

- La propuesta de manejo para los impactos relevantes identificados en cada una de las alternativas, estableciendo las medidas de manejo preliminares, haciendo énfasis en las diferencias significativas entre alternativas.

- La identificación de las comunidades que pueden ser afectadas por cada una de las alternativas del proyecto.

- Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.

A consideración del grupo de evaluación de ANLA, la metodología empleada por la Empresa para la ubicación e identificación de los corredores propuestos es lógica y adecuada dado que identifica y realiza una localización del área de referencia y posteriormente mediante información secundaria, determina las características de los recursos naturales del área del proyecto, considerando aspectos básicos de la planeación del territorio como los POT o EOT de los municipios por donde transcurren las alternativas propuestas, así como los Planes de Ordenamiento de Manejo de las Cuencas, así como aspectos de la oferta del territorio a nivel de pendientes, facilidades de accesos, presencia de zonas pobladas e identificación de áreas protegidas entre otros.

5 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LOS CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez revisado el DAA presentado por INVIAS mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, se indica que el Estudio presentó la escogencia de las alternativas mediante un proceso de cuatro etapas: 1) Básica, 2) Socioambiental, 3) Descarte y 4) Escogencia.

Durante la etapa de escogencia, INVIAS optó en el DAA, mediante una matriz de análisis multicriterio los corredores viales preseleccionados, a efectos de lograr la selección final de las alternativas. Para la matriz, señaló, que se establecieron criterios técnicos, físicos, bióticos y sociales.

Luego en el análisis conceptual, INVIAS aclaró que "*El análisis de las Alternativas, tuvo como resultante el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, presentado a la ANLA por parte del INVIAS mediante comunicación 2014071037-1-000 del 19 de diciembre de 2014*. (…) *el análisis de las cuatro (4) alternativas viales, que incluyen las alternativas 1 y 2 estudiadas por el Consorcio SANVAL y las alternativas optimizadas 1 y 2 por parte de EDL S.A.S., las cuales corresponden a un ajuste a manera de optimización y actualización sobre los mismos corredores estudiados por el Consorcio SANVAL para el proyecto Conexión Pacífico – Orinoquia".*

Resalta INVIAS que *"… se realizó la revisión técnica de los estudios presentados por el Consorcio SANVAL, obteniendo las características técnicas, ambientales y socio económico, así se realizaron ajustes a los corredores, de acuerdo a los criterios de diseño geométrico y criterios multidisciplinarios establecidos para el proyecto los cuales buscó cumplir con las siguientes premisas:*

"Disminuir la longitud del proyecto. Mejorar las características geométricas tanto al trazado horizontal (mejoramiento de radios, tramos más rectos, disminución de curvatura horizontal) como verticales (menores pendientes de ascenso y descenso, menor cota máxima, menores longitudes de subidas y bajadas). Proyección de obras tales como túneles y puentes que mejoren las características geométricas de los corredores. Disminuir cortes en los taludes con lo cual se consigue disminuir el movimiento de tierras y las obras de estabilización en taludes y terraplenes. Evitar los pasos inestables identificados en los corredores del estudio previo. Evitar zonas de protección ambiental. Evitar zona de socavación."

Luego de varios procesos que implicaron ajustes y mejoras de los trazados de las alternativas para la conexión vial, se identificaron *"(…) los sitios más adecuados para la incorporación de los portales de los túneles largos, especialmente de los túneles férreos propuestos en cada corredor para el cruce de la cordillera central (…)".*

Señaló el Estudio que *"(…) conforme las premisas anteriormente mencionadas, se obtuvieron las siguientes alternativas derivadas del planteamiento del cruce de la cordillera central, analizando el túnel carretero propuesto por SANVAL y férreo por EDL y del tramo entre La Herrera y la Ruta 45 buscando su optimización*:"

Tabla 5.1 Alternativas propuestas por INVIAS resultado de las dos consultoras para el cruce de la cordillera Central, túnel carretero (SANVAL) y férreo (EDL) tramo La Herrera (Ríoblanco) y la Ruta 45 (Huila)

ALTERNATIVA	CRUCE CORDILLERA CENTRAL	TRAMO LA HERRERA – RUTA 45
A	SANVAL 1	EDL 2
B	SANVAL 2	EDL 1
C	EDL 1	
D	EDL 2	

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Continúa el Estudio señalando que *"Estas alternativas planteadas fueron a su vez analizadas a partir de los condicionantes del ecosistema presente en el área de estudio"*

Señaló y describió como análisis ecosistémico para la optimización de las Alternativas resaltando que " (…) *es un territorio de alta importancia con áreas de manejo ambiental a nivel nacional, regional y local, de alta*

sensibilidad, clasificadas en categoría de Conservación definidas en el Decreto 2372 de 2010, en el cual se establece el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), que "es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país".

Posteriormente describió las áreas de orden nacional, como el Parque Nacional Natural (PNN) Las Hermosas, resaltando la fecha de creación, advirtiendo que es considerada como una estrella fluvial, que hace parte de la ecorregión del Macizo Colombiano, señaló las amenazas de tipo geológico con sus fallas, deslizamientos, y resaltó en el aspecto social y cultural la presencia de población indígena Nasa asentada en la zona comprendida entre el parque y el PNN Nevado del Huila, específicamente en el corregimiento de Herrera, municipio de Rioblanco, Tolima, (resguardo las Mercedes y el cabildo de Barbacoas), localizadas en la zona del corredor de Conservación Andes Centrales hacia el PNN Nevado del Huila.

Igualmente resaltó la existencia dentro de las áreas de orden nacional la Reserva de Ley 2ª de 1959, Cordillera Central, señalando que "*Es una zona que comprende 15 km al este y 15 km al oeste de la divisoria de aguas de la Cordillera Central, partiendo desde el cerro Bordoncillo (20 km al este de Pasto), en el departamento de Nariño hasta el cerro de los Prados (al norte de Sonsón en el departamento de Antioquia) (Ley 2° de 1959)."* Indicó que existen un conjunto de Paramos como Paramo de Tinajas, a donde convergen tres importantes cuencas del sistema hídrico que vierte hacia el Valle del Cauca: La cuenca del río Amaime, la del río Bolo – Fraile (Guachal) y la del río Desbaratado. Señaló que "*Los páramos de Tinajas y Peñas Blancas, con una influencia más localizada, son importantes por su extensión y por la riqueza en su sistema lagunar".*

También se presentó en el Estudio las áreas de orden Regional, como el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano: we'pe del wala, localizado en el municipio de Rioblanco, corregimiento de Herrera, en el corredor de conectividad entre los Parques Nacionales Las Hermosas y Nevado del Huila, en el nacimiento de la cuenca hidrográfica del río Hereje, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, al Sur - Este del departamento del Tolima.

Igualmente advirtió de las amenazas naturales, por deslizamiento y movimientos en masa, sismicidad y vulcanismo, además rasaltó que, "(…) *la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, se acoge a la Sentencia de la Corte Constitucional 598 de 2010. Donde establece para esta área protegida no se adelantarán procesos de sustracción para cualquier tipo de proyecto de carácter nacional, regional o local* ". Ahora bien, dentro de lo presentado como áreas de orden regional indicó la presencia de la Reserva Forestal Protectora Paramo de Santa Teresa y Región de los Cuervos; la Reserva Forestal Protectora la Albania y la Esmeralda, Reserva Natural Protectora Nima.

Análisis de las Alternativas

Es pertinente señalar que INVIAS, describe para las Alternativas A y B, describiendo la existencia y determinando si estas interceptan o no su posible afectación del Parque Nacional Natural (PNN) Las Hermosas, Nevado del Huila, la Reserva de Ley 2ª de 21959, el Complejo de Páramos y Lagunas, el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano, y el DRMI Tatacoa.

Posteriormente indica el ajuste de la Alternativa SANVAL 1 e incorporación de la Alternativa EDL 1 Cruce de la Cordillera, atendiendo a lo señalando por ANLA en el 2014, y presentó las variables a tener en cuenta en el ajuste, entre otros, como: Zonas con pendiente excesiva, propensas a erosión o a inestabilidad geológica;

Zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional o local; Nacimientos y zonas de descarga y recarga hídrica; Zonas de amortiguación de las áreas de exclusión legalmente constituidas; Zonas prioritarias para la conservación del recurso faunístico Corredores y zonas boscosas; Zonas donde el uso del suelo puede generar conflictos con el proyecto; Áreas de especial sensibilidad por temas étnicos; Áreas de expansión urbana y finalmente los Sitios de reconocido interés, histórico, cultural y arqueológico, haciendo énfasis en las optimizaciones de los corredores que buscan desde el punto de vista ecosistémico, la intervención por áreas de menor estado de conservación, de manera que se busque la menor afectación a los recursos naturales; variables que aunadas a los temas de reglamentación de zonas de protección, optimiza la alternativa 1 de SANVAL, haciendo unas variaciones en el trazado inicial, buscando la menor afectación a las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental.

Las alternativas optimizadas de los corredores, presentan la inclusión de túneles de 42.0Km de longitud y 2.500m de profundidad, para el cruce de áreas de alta importancia ambiental, como los páramos que son ecosistemas estratégicos debido a su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuíferos y nacimiento de los principales ríos, contribuyendo a la regulación climática y prestando a su vez servicios importantes para las comunidades. Con ello se busca la menor intervención de la cuenca superficial y subsuperficial.

El Estudio incluyó igualmente ajustes a la Alternativa 2 de SANVAL e incorporación de la Alternativa EDL 1 Cruce de la Cordillera, alejando la interceptación del Parque Natural Regional Meridiano, así como la Alternativa EDL 2 se propuso para buscar la mejor opción para cruzar las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental. Por lo que surge de parte de esta consultoría, una propuesta novedosa de la inclusión de un túnel férreo de 40 Km a una profundidad de 2500 m., que permitiría asegurar la no intervención del complejo lagunar, protección del sistema de páramos, mínimo cambio de uso del suelo de la zona de reserva forestal de Ley 2da., minimización de interceptación del Parque Natural Regional Meridiano y zona de intervención, al estar alejado de la zona superficial. Resaltando dos enfoques de optimización para la Alternativa EDL 2, expresados en la menor intervención a zonas legalmente constituidas y protegidas como las citadas, dado que al ser una obra subterránea alejada de la cobertura boscosa y de las fuentes superficiales reguladoras de las condiciones climáticas de la cordillera central, disminuirían los impactos futuros de cambio climático y fragmentación de zonas de conectividad regional como las presentes y dos que la mejora, no solo la obra subterránea como la de menor impacto a la reserva, sino que busca que los portales de entrada y salida se encuentren fuera de los límites de la reserva de Ley Segunda y de la zona de protección de páramos.

Criterios de Selección

Resalta el DAA que, con base en las consideraciones señaladas, se definieron las alternativas presentadas, sobre las cuales se desarrolló una nueva versión del DAA, el cual tuvo como finalidad presentar todos los elementos de juicio para que esta Autoridad establezca la Alternativa sobre la cual se adelante el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tendiente al licenciamiento ambiental para la construcción del proyecto.

El texto señaló que partir de los Criterios de Selección mínimamente exigidos en los términos de referencia y contemplando además el enfoque señalado en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y el Auto 04829 del 03 de octubre de 2016 de esta Autoridad, especialmente en lo concerniente a obras subterráneas y a las áreas de influencia, se replantea el ejercicio de adopción de los Criterios con fundamento en lo siguiente:

"*La formulación de la definición, el enfoque, el tipo, el propósito y las fases de implementación del proyecto y la formulación analítica de un territorio de análisis para el proyecto, donde resulte factible desde un primer momento la ocupación del suelo, a partir de las directrices del ordenamiento territorial en sus instancias física, biótica y social. En esto resulta vital la actualización de las zonas establecidas a la fecha por el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP)*"

Resultados de factores determinantes

Los factores determinantes para la reestructuración resaltaron: Elementos Naturales, La Infraestructura Subterránea Mayor, El Ajuste Espacial; Los Mecanismos De Movilidad; Y La Selección Para Comparación.

A partir de lo descrito, los criterios relacionados para cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico, se puede asimilar a un ajuste y mejora de los criterios predefinidos en el numeral 2 de los términos de referencia para el DAA, contemplando además el enfoque señalado en el Auto 5715 del 10 de diciembre de 2015 y el Auto 04829 del 03 de octubre de 2016 de la ANLA, y lo ya previsto en términos generales en el DAA en su primera versión, esos criterios para cada uno de los medios, se establecieron así:

MEDIO ABIOTICO

El DAA presentado por el INVIAS, consideró los siguientes criterios desde la parte técnica y el medio abiótico: Zonas con pendiente mayores y menores al 7%, propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa, cortes superiores a los 35 m de altura, construcción de túneles largos sobre cotas superiores a los 2600 msnm, afectación mínima de cuerpos de agua y afectación mínima de áreas y afectación de infraestructura existente, en donde los factores abióticos se relacionan con las características físicas de la zona de estudio y las afectaciones que pueden tener lugar como efecto secundario de las obras necesarias para la construcción de las obras propuestas. Así mismo, el INVIAS describe cada criterio con su correspondiente justificación, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5.2 Criterios relacionados con respecto a la parte técnica y el medio abiótico

MEDIO	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
TÉCNICO	% Longitud Crítica Pendiente <7	Se define como la máxima longitud en ascenso sobre la cual un camión puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un valor prefijado. Se refiere a la longitud que tienen las tangentes verticales de cada alternativa en del trazado con pendientes menores del 7%.
	% Longitud Crítica Pendiente >7	Este parámetro se define igual que el anterior, para pendientes mayores del 7% de la tangente vertical de cada alternativa.
	% Cortes superiores a 35 m de altura	Corresponde este criterio a los cortes que se realizarían con alturas superiores a 35 metros.
	Longitud de túnel sobre 2.600 msnm	Corresponde a la longitud de túneles que se construirán sobre la cota 2.600.
	Longitud de túnel sobre 2.700 msnm	Corresponde a la longitud de túneles que se construirán sobre la cota 2.700.

MEDIO	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
	% Rellenos superiores a 8 m de altura	Son los terraplenes que se realizarían con alturas superiores a 8 m. La unidad es el % de longitud respecto a la longitud total de alternativa.
	Longitud total de ruta	Se refiere a la longitud total de la alternativa propuesta.
	Longitud vías aprovechadas	Se refiere a la longitud de vías existentes de cualquier orden que pueden ser aprovechadas por cada uno de los trazados. La unidad es % de longitud aprovechada respecto a la longitud total del tramo analizado.
	Tiempos de viaje	Se refiere a las horas que se emplearían para recorrer cada una de las alternativas desde su punto de inicio hasta el punto final.
ABIÓTICO	% Sitios inestables	Se refiere al porcentaje de la ruta que presenta sitios con inestabilidad.
	Total corrientes a intervenir	Corresponde al número de corrientes hídricas que serían intervenidas por las rutas.
	Infraestructura lineal existente	Se refiere a los oleoductos y redes eléctricas que se intercepta.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

La propuesta de incorporación de túneles férreos para atravesar la cordillera central en las alternativas C y D, presenta las siguientes ventajas para el trazado de los corredores:

- ✓ Disminución de la longitud del proyecto.
- ✓ Mejoramiento de la cota máxima del proyecto y de las pendientes de ascenso y descenso.
- ✓ Disminución en costos de operación y tiempos de viaje para los usuarios de la vía.
- ✓ Disminución en movimientos de tierra (corte y terraplén).
- ✓ Mejoramiento de las especificaciones geométricas y de la velocidad de diseño.
- ✓ Mejoramiento de la curvatura horizontal por kilómetro.

Para la identificación de las alternativas del proyecto el INVIAS tuvo en cuenta los criterios establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006, considerando para el medio abiótico los siguientes criterios: Zonas con pendiente excesiva, propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa, construcción de túneles largos sobre cotas superiores a los 2600 msnm, a realizar cortes superiores a los 35 m de altura y la conformación de rellenos superiores a los 8 m de altura, Zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional y local, Afectación mínima a los cuerpos de agua y Afectación mínima de las áreas y de infraestructura existente. Para cada criterio el INVIAS describe las características del criterio con su respectiva justificación.

- Zonas con pendientes excesivas propensas a erosión o fenómenos de remoción en masa

Con respecto a la pendiente es necesario tener en cuenta que los terrenos objeto de estudio corresponden a zona de montaña (entre ondulado y escarpado), de fuertes pendientes en donde a mayor el grado de pendiente aumenta la susceptibilidad a los movimientos en masa.

De igual forma, a partir de la descripción de las unidades geomorfológicas para el área de trabajo, a cada unidad se le asignó una categorización de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa de acuerdo con

sus pendientes, composición y ubicación espacial, la cual fluctúa entre 0,1 (menos susceptible) y 1.0 (más susceptible).

- Zonas de riesgo natural establecidas a nivel nacional, regional y local

Con relación al criterio de identificación de zonas de riesgo natural y teniendo en cuenta la localización geográfica del proyecto, la zona presenta amenazas por actividad sísmica, actividad volcánica, remoción en masa y avalanchas. En desarrollo del estudio se realiza el análisis de amenazas por remoción en masa y sísmica.

La amenaza por remoción en masa se definió tomando como referencia el "Mapa Nacional de Amenaza relativa por Movimientos en Masa, del Servicio Geológico Colombiano, estableciendo que a nivel regional el área es de alta amenaza por fenómenos de remoción en masa. El mapa referenciado establece tres categorías a saber:

- Amenaza Relativa Muy Alta por fenómenos de remoción en masa, corresponden a terrenos de muy alta susceptibilidad, manifiesta por la ausencia o muy escasos estratos en la cobertura de tierra, con variabilidad extrema en los niveles de lluvia.

- Amenaza Relativa Alta por fenómenos de remoción en masa, se caracterizan por una susceptibilidad total del terreno alta, con suelos y coberturas de pocos estratos sometidos a amenaza predominantemente baja a media por detonante lluvia y por el detonante con sismo una amenaza alta.

- Amenaza Relativa Moderada por fenómenos de remoción en masa, áreas con susceptibilidad total del terreno media, donde hay presencia de suelos y coberturas de pocos estratos sometidos a amenaza predominantemente baja a media por detonante lluvia y por el detonante sismo con una amenaza media a baja.

Para las alternativas propuestas en el DAA por parte del INVIAS el riesgo de remoción en masa es de NIVEL MEDIO

La amenaza sísmica se estableció de acuerdo a la norma sismo resistente NSR 10, al Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia elaborado por el INGEOMINAS, donde se manifiesta en cada una de las alternativas propuestas una amenaza sísmica alta.

- Afectación mínima a los cuerpos de agua

La dinámica fluvial de las corrientes localizadas en el área del proyecto y especialmente la de los ríos Saldaña, Hereje y fuentes hídricas menores que son afluentes a estos en donde los trazados de las alternativas son más próximos a estas fuentes hídricas la afectación es mínima ya que solamente se intervendrán en la construcción de los viaductos y puentes respectivos, donde no se presentara desvíos ni canalizaciones. Teniendo en cuenta la importancia de este criterio los trazados de las alternativas propuestas por la Empresa están alejados del cauce principal y en los casos que se requiera hacer intervenciones se debe evaluar las condiciones de estabilidad hidráulica buscando las menores afectaciones.

- Afectación mínima de las áreas y de infraestructura existente

En el documento presentado por el INVIAS y en el diseño de las alternativas propuestas se plantea el criterio de tránsito de largo destino, el cual tiene por objeto la menor afectación de infraestructura existente (como líneas de transmisión eléctrica, líneas de flujo de hidrocarburos y vías existentes), especialmente la de centros poblados, zonas de expansión urbana y desarrollo habitacional o industrial, reduciendo los niveles de accidentalidad, ruido y contaminación.

MEDIO BIOTICO

En el DAA entregado a esta Autoridad mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, la Empresa establece los criterios bióticos incluidos en los términos de referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01 y que fueron utilizados en la definición de las alternativas planteadas como se muestra a continuación:

- Parques Naturales
- Reserva Forestal
- Áreas importantes para la conservación de las aves - AICAS
- Bosque Seco
- Reservas Ley 2da
- Reservas Nacionales de la Sociedad Civil – RNSC
- Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP
- Planes de Ordenamiento Territorial - POT
- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica - POMCH

De acuerdo con lo anterior, la Empresa realiza un análisis de cada uno de los criterios arriba citados dentro del área de influencia utilizado para la selección de alternativas.

De acuerdo con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, una vez revisada la secuencia metodológica desarrollada por INVIAS, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la visita de evaluación realizada entre el 9 y 21 de noviembre de 2017, la información presentada por la Empresa tiene en cuenta los criterios relacionados para el medio biótico establecidos en la normatividad ambiental vigente.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el medio socioeconómico, INVIAS describió la metodología aplicada para la identificación de alternativas, posteriormente desarrolló de manera ajustada los criterios mínimos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, los cuales se enumeran a continuación:

- Presencia de zonas donde el proyecto pueda generar conflictos con el uso del suelo.

- Presencia de zonas en donde el recurso hídrico sea escaso y el proyecto pueda generar conflictos asociados.

- Conectividad y acceso de asentamientos poblacionales.

- Escenarios de reconocido interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad, o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.

- Áreas de especial sensibilidad por razones étnicas o de propiedad colectiva de la tierra.

- Presencia de proyectos de desarrollo nacional y regional, distritos de riego, áreas de expansión urbana y otros equivalentes.

De acuerdo con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales DA-TER-3-01, una vez revisada la secuencia metodológica desarrollada por INVIAS, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la visita de evaluación realizada entre el 9 y 21 de noviembre de 2017, se puede concluir que los criterios del medio socioeconómico definidos para la identificación de alternativas planteadas, incorporaron aquellos temas de especial relevancia que se encuentran en las áreas de influencia del proyecto, especialmente: a. zonas de exclusión a cabeceras municipales-centros poblados rurales y áreas de expansión; b. Zonas de restricción muy alta por la existencia de Resguardos Indígenas y Distritos de manejo; c. Zonas de restricción alta proyectos lineales y proyectos de interés nacional. Los criterios definidos corresponden con las características de las alternativas planteadas.

6 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Atendiendo a lo analizado en relación con los criterios de identificación empleados para definir el corredor de las alternativas propuestas, se analizan algunas consideraciones relacionadas con las alternativas formuladas en el DAA, teniendo en cuenta para ello los objetivos establecidos en los criterios, la realidad de la zona desde cada uno de los corredores propuestos, de tal manera que se pueda identificar si las mismas pueden ser elegibles ambientalmente.

6.1 Localización

El proyecto vial denominado “Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia”, inicia al sureste del departamento del Valle del Cauca, (municipios de Pradera y Florida) ingresando a la zona Sur del departamento de Tolima corregimiento de Herrera en el municipio de Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima, terminando al norte del departamento de Huila (municipios de Neiva y Aipe).

De acuerdo con el alcance del proyecto, la revisión, actualización y complementación de la fase I, tiene una longitud aproximada de 148 km para la propuesta multimodal con túnel férreo en el paso por la cordillera central para las alternativas llamadas C y D y de 165 km para la propuesta con túnel carretero, en el cruce de la cordillera central para las alternativas llamadas A y B.

En la siguiente tabla se presentan la longitud y los sitios de partida y de llagada de cada una de las alternativas propuestas:

Tabla 6.1 Sitios de partida y de llagada de cada una de las alternativas propuestas

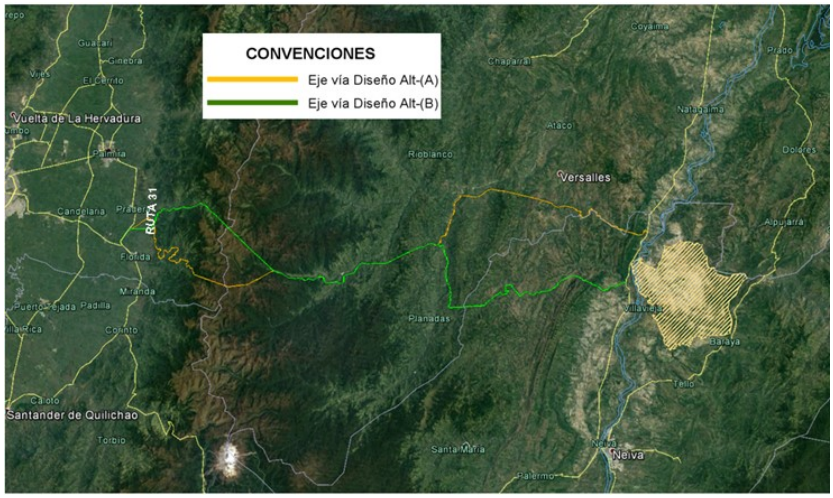
ALTERNATIVA	LONGITUD (KM)	SITIO DE INICIO	SITIO DE LLEGADA
A	165	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa A termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.
B	155.2	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa B termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.
C	148.55	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa C termina en la Ruta 45, cinco (5) kilómetros, aproximadamente, al norte del casco urbano del Municipio de Aipe.
D	140.8	Iniciando en la Intersección denominada Crucero Industrial (San Antonio de los Caballeros - Valle del Cauca).	La Alternativa D termina en la Ruta 45, en el Corregimiento de Pata del Municipio de Aipe.

Fuente: Grupo evaluador de la ANLA; diciembre de 2017

La Conexión Pacifico – Orinoquia, proyectada como una futura Transversal Nacional, tiene como finalidad el brindar una comunicación vial optima en sentido occidente – oriente por el territorio nacional, conectando los departamentos del Valle del Cauca, Tolima y Huila. Al visualizarse como una Transversal Nacional, se busca que la conexión sea lo más directa posible y se evite el paso por poblaciones y pasos urbanos.

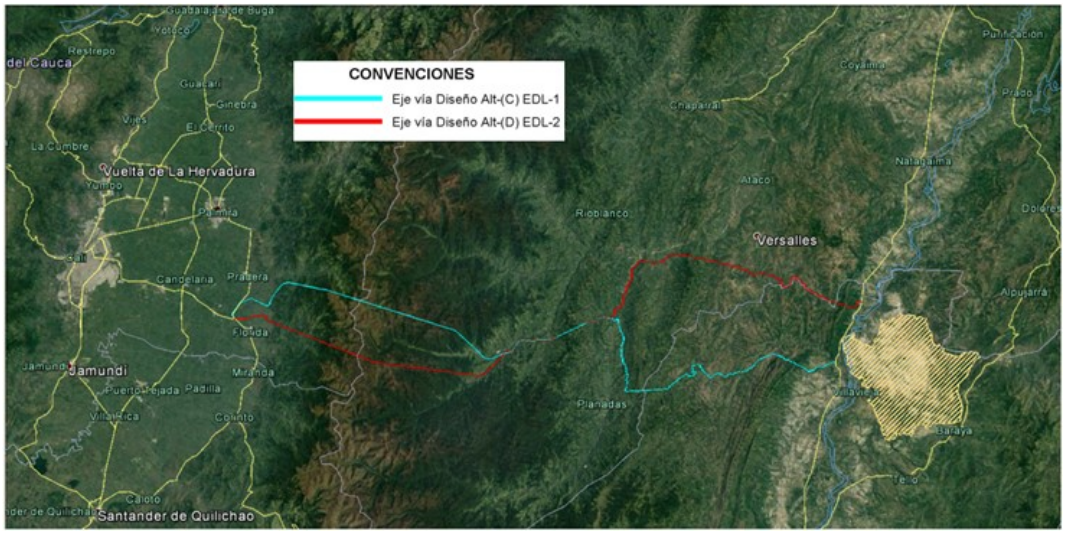
En la siguiente figura se localizan las alternativas.

Figura 6.1 Localización general de las alternativas A y B propuestas por SANVAL optimizadas por EDL



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Figura 6.1 Localización general de las alternativas C y D propuestas por EDL



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

6.2 Características Técnicas y Actividades Asociadas

Las cuatro alternativas se han diseñado dando cumplimiento a los requerimientos del contrato 1735 del 22 de diciembre de 2015, pactado entre el INVIAS y la empresa consultora EDL SAS, en donde en el Anexo del Capítulo 3 del DAA presentado por el INVIAS mediante radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 se presentan los planos generales en planta y perfil de cada alternativa.

6.2.1 Procesos de construcción, montaje y operación

Para cada una de las Alternativas planteadas por el INVIAS, en el DAA, indican y describen las actividades a realizar para las diferentes fases y etapas del proyecto Las actividades se relacionan de manera general en la siguiente tabla:

Tabla 6.1 Descripción Actividades Constructivas y Operativas del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
CONSTRUCCIÓN VÍA EN SUPERFICIE	Adquisición de Predios	Adquisición de las franjas o áreas para la adecuación de la vía junto con su infraestructura asociada (peajes, centro de control de operación, plantas de asfalto, etc.), este proceso se realiza de acuerdo con la normatividad vigente en la materia y con personal expedito. Esta actividad es susceptible de generar impactos como expectativas en la población, aumento de costo de tierra, impactos sociales por afectación de arraigo.
	Contratación de Mano de Obra	Se refiere a la vinculación laboral de personas para cargos calificados y no calificados. En los planes de manejo se sugiere la contratación de habitantes de las zonas aledañas al proyecto en porcentajes superiores a 30% con el fin de activar la economía de la región y mejorar las condiciones y calidad de vida de dichos pobladores.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Manejo de Vegetación	Se refiere a la remoción de la cubierta vegetal y la capa orgánica, este procedimiento es necesario para la ejecución de las obras. Es susceptible de producir impactos debido a la generación de residuos sólidos, el arrastre de material, al cambio de cobertura vegetal, cambio en la biodiversidad, Fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, así como en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat.
	Desmonte, limpieza y descapote	
	Instalación operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos.	La instalación de infraestructura temporal se refiere a la necesidad de colocar estructuras temporales para el desarrollo de las obras, esta actividad es susceptible de producir impactos debido a la demanda de recursos naturales y generación de escombros; en cuanto a la operación de dicha infraestructura esta se refiere a todas las actividades que se deben desarrollar en estos sitios para el manejo adecuado de la obra. Esta es una actividad susceptible de producir impacto debido a la generación y vertimientos de las aguas residuales, generación de accidentes, de ruido, de olores, a la producción de emisiones de material particulado y gases, generación de aceites, residuos sólidos, manejo de combustible, operación de vehículos y de maquinaria y demanda de recursos naturales. De igual forma, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal.	Consiste en le vinculación de personal profesional, técnico y operativo necesario para adelantar el proyecto, se considera susceptible de producir impactos debido a que puede causar falsas expectativas sobre la comunidad y además la presencia de personal foráneo puede promover actividades de tala, caza y pesca que afecten los recursos naturales. La movilización de equipos y maquinaria se considera como susceptible de producir impactos debido a la generación de ruido, gases, derrames y riesgos de accidentalidad.
	Demolición de infraestructura existente.	Guarda estrecha relación con labores ligadas al mejoramiento de corredores existentes, o a la construcción en ambientes urbanos y semi-urbanos que conllevan demolición de inmuebles, de elementos estructurales, y en general de mobiliario vial y urbanístico para dar paso al nuevo corredor o proyecto. En otras palabras, tiene una connotación asociada indirectamente a afectación de asentamientos humanos que habitan los inmuebles a retirar o demoler para dar paso al movimiento de tierras y en general a las típicas obras de infraestructura vial. Asimismo, puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Comprende demolición como tal, cargue de escombros, acarreo de escombros y disposición final de los mismos.
	Traslado y reubicación de redes.	Consiste en todo el proceso ligado al tendido, reubicación, complementación o mejoramiento de las líneas, ductos o tuberías de acueducto, alcantarillado, telefonía, energía y/o fibra óptica. Su naturaleza guarda especial relación con inmuebles y vías urbanas y semi-urbanas, conllevando una importante labor de excavación, manejo de concretos y manejo potencial de fugas y de antiguos sistemas domiciliarios que dan servicio a comunidades, y que por lo mismo refieren una condición impactante cuando se trata de su intervención en ámbitos existentes, es decir, con asentamientos poblacionales existentes.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior.	Esta actividad tiene que ver con la necesidad de las obras de extraer materiales bien sea de fuentes aluviales o de canteras, para la ejecución de las mismas. Es una actividad susceptible de producir impactos debido a la demanda de los recursos naturales, generación de emisiones a la atmósfera, generación de ruido, usos de explosivos, derrames, generación de sedimentos en los cuerpos de agua y ocupación de cauce. De igual forma, puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Excavaciones mecánicas para cimentación.	Estas actividades incluyen todas aquellas destinadas a la protección de orillas y la construcción de pilotes y caisson. Estas actividades son susceptibles de producir impactos sobre los cuerpos de agua por el manejo de materiales dentro de los cauces y por la demanda de los recursos naturales; también debido a la ocupación de cauces, a la operación de maquinaria y equipos y a la probabilidad de derrames de concreto. De igual forma para la construcción de puentes y viaductos, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Cimentación de las estructuras.	
	Construcción de puentes y viaductos.	
	Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final).	Conlleva el montaje de instalaciones provisionales tipo campamento, así como tala forestal, desmonte de vegetación, descapote o remoción de la capa de suelo orgánico y explanaciones (cortes o excavaciones de suelos y rocas, así como rellenos o terraplenes). Igualmente comprende la conformación de zonas de depósito de suelos inertes sobrantes que no se puedan emplear para terraplenes. En términos generales es la actividad que comparativamente genera mayores impactos ambientales negativos, ya que se interviene directamente el relieve para dar forma a la futura carretera. Asimismo, puede producir impactos asociados al cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Como es de entender, esta actividad en su integralidad conlleva una importante labor de acarreo o traslado de materiales (suelos, e insumos de obra) desde diversos orígenes y destinos, lo cual típica una dinámica característica en la construcción de proyectos viales.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Construcción de obras de arte.	En el ámbito de la ingeniería vial, la expresión "obras de arte" refiere la materialización de estructuras de acompañamiento a la banca vial, las cuales se componen esencialmente de obras de drenaje y obras de estabilización, las cuales por lo regular se construyen mediante el uso de cemento, es decir en concreto hidráulico reforzado y/o simple. En la mayoría de casos, las obras de drenaje se acometen paralelamente al movimiento de tierras y por sectores específicos del corredor vial en intervención. Comprende la construcción de alcantarillas, pontones y/o puentes en los sitios donde la carretera se intercepta con quebradas y ríos. Las alcantarillas pueden ser de tubo o de cajón (box-coulvert) dependiendo del caudal a captar y a transportar. Como parte de las obras de drenaje, se incluyen igualmente los filtros, cuya función está encaminada a captar y conducir aguas subsuperficiales, protegiendo la banca lateralmente, especialmente en los tramos en corte y sección mixta. Con respecto a obras de estabilización, se hace referencia principalmente a muros de contención de taludes de corte o de terraplén, los cuales se pueden ejecutar de diversas formas y materiales (concreto reforzado, concreto simple, gavión, etc.). Se puede afirmar en términos generales que las obras de arte refieren una condición de labor puntual espacialmente, donde los impactos significativos se centran principalmente en el componente hídrico. De igual forma puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto).	Se hace referencia a los recubrimientos y protecciones que se proveen a los taludes de corte y de terraplén, dada la exposición a la intemperie (vientos, lluvia, radiación solar) a la que se ven expuestos, y que pueden comprometer su estabilidad geotécnica, afectando la seguridad en operación vehicular. Comprende obras como zanjas de coronación para minimizar el accionar de las aguas de escorrentía, la inducción vegetal mediante técnicas forestales como la empradización, la siembra de semillas, las fajinas, los biomantos, la siembra arbustiva, etc. Dado el posible comportamiento previamente analizado, puede comprender además obras preventivas y de reforzamiento estructural como son los trinchos, los pernos para anclaje o "amarre" y los muros de confinamiento referidos en la actividad "Obras de arte". Se puede afirmar en términos generales que el tratamiento de taludes refiere un accionar donde los impactos significativos se centran principalmente en el componente físico, centrado esencialmente en los suelos y en las aguas de escorrentía superficial. Asimismo puede producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Rellenos con material clasificado.	Hace referencia a una secuencia de acciones encaminadas a conformar la banca de la carretera, tanto en corte, como en terraplén y/o sección transversal mixta. Consiste en la materialización de la estructura de pavimento, la cual se compone por lo regular de capas de material pétreo que sirven de apoyo estructural a la capa final de rodadura, compuesta por lo regular de una base y de una capa de rodadura en mezcla asfáltica. El material granular proviene de plantas de trituración de materiales granulares y la mezcla asfáltica igualmente, por lo regular proviene de plantas industriales donde se fabrica el concreto asfáltico con tecnologías especialmente encaminadas a este propósito. Lo característico de esta actividad es el acarreo o movilización de los materiales granulares desde las plantas respectivas hasta el lugar de acopio, donde se extienden y compactan por capas sobre la banca lista o preparada técnicamente en pos de conformar la denominada corona de la carretera. En estos procesos de compactación se emplea el agua como elemento que contribuye a densificar las capas granulares, para lograr la resistencia estructural que se requiere ante las cargas que transmitirá el accionar del tráfico vehicular. En lo concerniente a las capas asfálticas, acontece igualmente el acarreo, es decir el transporte de la mezcla asfáltica a altas temperaturas, de tal forma que al llegar a los frentes de trabajo sea de factible manipulación para su extendido y compactación técnica, conformando así la calzada o zona de circulación vehicular. Conviene indicar que la estructura de pavimento va acompañada de obras laterales que protegen su estabilidad estructural, especialmente ante el accionar de las aguas lluvias; estas son las cunetas, los canales laterales, los sardineles y/o los bordillos, los cuales se pueden asimilar como obras de arte y que por lo regular se fabrican en concreto hidráulico. Estas actividades pueden llegar a producir impactos asociados a la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.
	Imprimación y colocación de concreto asfáltico.	
	Restauración y recuperación de áreas intervenidas.	Consiste en la plantación de césped y/o semillas sobre taludes de terraplenes, cortes, sitios de disposición final y otras áreas del proyecto. Estas actividades producen impactos positivos, generando un cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad debido a la generación.
	Desmantelamiento.	Una vez terminadas las actividades constructivas, las instalaciones temporales construidas deben ser desmanteladas en su totalidad, es decir, debe desmontarse completamente la infraestructura y recuperar el área utilizada, esta actividad es susceptible de producir impactos debido a la generación de escombros, degradación del área intervenida y a la emisión de material particulado, entre otros.
	Señalización y demarcación vial.	Hace referencia a la colocación a todo lo largo de la carretera, de la señalización vial vertical y horizontal, de tipo preventivo, reglamentario e informativo, así como de elementos de seguridad como defensas metálicas, barandas y otros componentes por lo regular prefabricados. Es entonces la fase en la cual se provee el mobiliario requerido para garantizar la adecuada operación vehicular, y la seguridad de los moradores y peatones que

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		interactúan con el corredor vial. Puede suponer además la construcción de zonas de paraderos, puentes peatonales, áreas de accesibilidad lateral, dispositivos de restricción al paso peatonal, etc.
CONSTRUCCIÓN TÚNEL	Excavaciones mecánicas y con explosivos.	Consiste en la construcción de obras que, por su magnitud y complejidad constructiva, se asumen de carácter especial, más aun teniendo en cuenta que comparativamente son de mayor costo económico, pero con la particularidad que por lo regular se traducen en economías importantes en la fase operativa, pues reducen los costos de mantenimiento y de operación vehicular, además que son en su mayoría "amigables" con el medio ambiente. Para el caso en particular se hace referencia al túnel. Los túneles son obras subterráneas destinadas a atravesar complejas formaciones del relieve, cuya materialización se caracteriza por el cumplimiento de una secuencia constructiva propia de la ingeniería de túneles, con tecnología, maquinaria y equipos específicamente orientados a tal fin. Característico en la mayoría de casos, es la necesidad de contar con zonas de depósito para disponer el material rocoso producto de la excavación de la sección del túnel, así como el contar con dispositivos de apoyo para la captación, conducción, tratamiento y vertido final de las aguas subterráneas que surgen en el proceso constructivo. De señalar igualmente los altos factores de seguridad que se deben proveer, así como las altas exigencias que se imponen en material de salud ocupacional, pudiéndose afirmar que son las obras que comparativamente tiene mayores requerimientos en tal sentido, pues temas como la ventilación y la detección de gases así lo demandan.
	Movimiento, transporte y disposición final de tierras.	
	Instalación redes eléctricas.	
	Revestimiento del túnel.	
	Descarga de aguas industriales.	
	Rellenos con material clasificado.	
	Imprimación y colocación de concreto.	
	Construcción de rieles.	
	Instalación sistema de ventilación y electromecánico.	
OPERACIÓN	Mantenimiento rutinario.	Todas las actividades relacionadas a la conservación continúan de las zonas laterales y a intervenciones de emergencia de la banca, con el fin de mantener las condiciones óptimas para la transitabilidad de la vía. Todas las actividades relacionadas con el funcionamiento de la vía, garantizando la movilidad de los vehículos que por ella transitan.
	Mantenimiento periódico.	
	Mantenimiento preventivo.	

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.2 Volumen final de materiales sobrantes y posibles sitios de disposición

Los materiales sobrantes de las excavaciones se dispondrán en Zonas de Disposición de Manejo de Materiales Estériles (ZODME), en donde la adecuación se realizará de acuerdo a la forma de llenado o según la secuencia constructiva

En la siguiente tabla se presenta la localización de los posibles sitios de disposición de material sobrante y de excavación, los cuales se describen y se estipulan para las cuatro alternativas teniendo en cuenta que los corredores de las alternativas B y C son muy próximos al igual que los corredores de las alternativas A y D.

Se señala que éstos fueron propuestos por el INVIAS en el DAA en evaluación.

Tabla 6.2 Descripción de los posibles sitios de disposición final de materiales sobrantes

No.	ALTERNATIVA		DESCRIPCIÓN
	B Y C	A Y D	
1	X	X	Morfología casi plana conformada en litología de depósitos de conos aluviales.
2	X	X	Morfología de superficie inclinada conformada por rocas estratificadas.
3	X	X	Morfología alta escarpada, conformada en material ígneo saprolitizado.
4		X	Morfología plana sub horizontalizada, configurada en depósitos de terrazas aluviales y terrazas estructurales.
5	X		Morfología depresiva acanalada, suavemente inclinada, conformada por estratificación plegada.
6		X	Morfología de superficie plana suavemente inclinada configurada en depósitos.
7	X		Morfología de superficie corrugada e inclinada, conformada en material volcano-sedimentario.
8		X	Morfología de superficie corrugada e inclinada, conformada en material de brecha de falla.
9		X	Morfología entre acolinada y abrupta baja conformada por material volcano-sedimentario.
10	X		Superficie suavemente colinada e inclinada, conformada por roca estratificada subhorizontalizada
11		X	Superficie plana ligeramente ondulada, conformada por roca estratificada

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.3 Localización de las ZODME propuestas por cada una de las alternativas

ZODME A			ZODME B			ZODME C			ZODME D		
NOMBRE	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**
1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888
2	774374	856803	2	777489	872226	4	813917	857309	4	813917	857309
3	794274	856333	3	794274	856333	5	825010	864319	5	825010	864319
4	813917	857309	4	813917	857309	6	831503	846899	6	831738	875651
5	825010	864319	5	825010	864319	7	845938	851970	7	837786	876500
6	831738	875651	6	831503	846899	8	864921	851923	8	854431	874227
7	837786	876500	7	845938	851970				9	855975	869566
8	854431	874227	8	864921	851923				10	875432	864715
9	855975	869566									
10	875432	864715									

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

El volumen total aproximado de disponibilidad en las ZODME´s es de: 17’598.316,34 m^3 para las alternativas B y C y de 29’110.224,49 m^3 para las alternativas A y D.

6.2.3 Volúmenes de corte y relleno

Los volúmenes de corte y relleno estimados por el INVIAS para las diferentes obras de infraestructura presentes en las alternativas:

A continuación, se presenta el estimado de los volúmenes de corte y lleno estimados

Tabla 6.4 Cantidades de material de corte y lleno alternativa A

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA A	165.000	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	93.069	22.624.153	878.610
TÚNELES	38.634	23.502.763	N/A
TOTAL		**46.126.916**	**878.610**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.5 Cantidades de material de corte y lleno alternativa B

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA B	155.200	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	93.069	17.207.166	3.404.216
TÚNELES	47.641	20.611.382	N/A
TOTAL		**37.818.548**	**3.404.216**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.6 Cantidades de material de corte y lleno alternativa C

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA C	148.456	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	57.439	10.685.484	1.202.739
TÚNEL FÉRREO	41.986	5.878.040	N/A
TÚNEL LARGO	25.907	1.953.301	N/A
TÚNEL CORTO	3.033	380.485	N/A
GALERÍAS	3.170	139.312	N/A
PUENTES	20.090	N/A	N/A
PONTONES	60	N/A	N/A
NICHO	600	60.000	N/A
ACCESO NICHO	20	879	N/A
PLATAFORMA ENTRADA	N/A	3.467.261	6.321.247
PLATAFORMA SALIDA	N/A	13.000.000	0
TOTAL		**35.564.762**	**7.523.986**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.7 Cantidades de material de corte y lleno alternativa D

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
ALTERNATIVA D	140.709	N/A	N/A
VÍA SUPERFICIE	53.753	15.543.650	521.115
TÚNEL FÉRREO	40.015	5.602.100	N/A

MOVIMIENTO DE TIERRAS	LONGITUD (m)	CORTE (m^3)	LLENO (m^3)
TÚNEL LARGO	25.907	3.097.522	N/A
TÚNEL CORTO	3.033	414.827	N/A
GALERÍAS	3.170	139.312	N/A
PUENTES	18.000	N/A	N/A
PONTONES	60	N/A	N/A
NICHO	600	60.000	N/A
ACCESO NICHO	20	879	N/A
PLATAFORMA ENTRADA	N/A	4.459.417	4.628.152
PLATAFORMA SALIDA	N/A	5.006.475	3.885.740
TOTAL		**34.324.182**	**9.035.007**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.4 Volumen estimado de remoción de vegetación y descapote

Debido a que el nivel del estudio es de Fase I, el INVIAS presenta los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido de acuerdo a la clasificación de coberturas Corine Land Cover Nivel 3, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo; a continuación, se presenta el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectada por la acometida de cada una de las alternativas:

Tabla 6.8 Estimativo afectación de coberturas por alternativa

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA A					
Bosque denso	311	2242,96	5,35	319,50	2,81
Bosque abierto	312	2,04	0,00	2,04	0,02
Bosque fragmentado	313	826,80	1,97	151,41	1,33
Bosque de galería y/o ripario	314	1665,89	3,97	1099,87	9,69
Vegetación secundaria o en transición	323	2790,58	6,65	2315,91	20,39
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA B					
Bosque denso	311	5500,80	11,60	422,84	3,81
Bosque abierto	312	1,46	0,00	1,46	0,01
Bosque fragmentado	313	1176,30	2,48	143,43	1,29

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
Bosque de galería y/o ripario	314	1090,22	2,30	761,47	6,86
Vegetación secundaria o en transición	323	3067,82	6,47	2379,40	21,44
COBERTURA*	**NOMENCLATURA**	**ÁREA II (Ha)**	**ÁREA II (%)**	**ÁREA ID (Ha)**	**ÁREA ID (%)**
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA C					
Bosque denso	311	628,72	4,87	143,80	4,84
Bosque abierto	312	10,06	0,08	0,54	0,02
Bosque fragmentado	313	144,55	1,12	38,78	1,30
Bosque de galería y/o ripario	314	1102,44	8,54	214,79	7,23
Vegetación secundaria o en transición	323	2418,22	18,74	607,91	20,46
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA D					
Bosque denso	311	599,36	4,61	122,57	4,35
Bosque abierto	312	2,04	0,02	1,21	0,04
Bosque fragmentado	313	165,16	1,27	17,70	0,63
Bosque de galería y/o ripario	314	967,48	7,44	210,73	7,48
Vegetación secundaria o en transición	323	2281,61	17,54	582,89	20,69

* De acuerdo a la clasificación de coberturas Corine Land Cover Nivel 3

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Por otra parte, el volumen estimado de descapote para cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 6.9 Estimativo volumen de descapote por alternativa

	ALTERNATIVAS			
	A	**B**	**C**	**D**
VOLUMEN DE DESCAPOTE (m^3)	1.718.970	1.602.692	1.357.637	1.250.477

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Este volumen la empresa lo calculó para el área de intervención directa, e incluye todas aquellas áreas requeridas para la instalación de campamentos permanentes y temporales, así como de zonas de disposición final de materiales sobrantes y todas las demás áreas que involucran la intervención directa de las actividades de obra civil necesarias, dentro de las cuales se encuentran los cortes y tratamientos de taludes, portales, ponteaderos, obras de drenaje y vía en superficie.

6.2.5 Infraestructura asociada

La infraestructura proyectada asociada para las etapas de construcción y operación del proyecto para las cuatro alternativas propuestas contempla las siguientes obras:

A continuación, se presenta el listado de los túneles previstos para las alternativas.

Tabla 6.10 Listado Túneles Alternativa A

TUNELES LARGOS ALTERNATIVA A			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K25+324,43	K26+441,53	1117
2	K41+594,48	K59+602,67	18008
4	K86+851,70	K87+911,70	1060
6	K89+701,70	K97+641,70	7940
11	K115+504,84	K117+611,78	2107
12	K123+009,19	K129+530,23	6521
13	K130+494,08	K135+818,64	5325
16	K159+451,15	K162+195,38	2744
Total			**44.822**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA A			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
3	K85+461,70	K86+311,70	850
5	K88+631,70	K89+031,70	400
7	K102+130,79	K102+300,79	170
8	K105+690,44	K106+060,44	370
9	K108+583,82	K108+868,82	285
10	K112+749,77	K112+941,77	192
14	K139+007,15	K139+301,15	294
15	K139+962,54	K140+220,54	258
Total			**2819**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.11 Listado Túneles Alternativa B

TUNELES LARGOS ALTERNATIVA B			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K27+888,59	K46+113,00	18224
3	K73+778,40	K74+838,39	1060
13	K139+687,54	K141+232,55	1545
8	K105+479,30	K112+518,16	7039

5	K76+628,40	K84+568,39	7940
Total			**35.808**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA B			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K72+388,40	K73+238,39	850
4	K75+558,40	K75+958,39	400
6	K88+375,46	K88+699,32	324
7	K104+900,82	K105+022,57	122
9	K115+912,11	K116+438,56	526
10	K118+224,91	K118+325,22	100
11	K121+703,38	K121+804,15	101
12	K136+271,25	K136+459,10	188
14	K142+185,94	K142+401,00	215
Total			**2826**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.12 Listado Túneles Alternativa C

TUNELES FERREO ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K12+015,34	K54+001,73	41.986
TUNELES LARGOS ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
4	K67+160,68	K68+220,68	1060,00
6	K70+010,68	K77+950,68	7940
9	K98+861,71	K105+900,56	7039
14	K133+069,96	K134+614,96	1545
Total			**17.584**
TUNELES CORTOS ALTERNATIVA C			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K56+815,04	K57+547,39	732
3	K65+770,68	K66+620,68	850
5	K68+940,68	K69+340,68	400
7	K81+757,74	K82+081,60	324
8	K98+283,10	K98+404,85	122
10	K109+294,74	K109+820,74	526
11	K111+607,47	K111+707,47	100
12	K115+085,67	K115+186,67	101
13	K129+653,59	K129+841,59	188
15	K135+568,38	K135+783,38	215

Total	**3558**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.13 Listado Túneles Alternativa D

TUNELES FERREO ALTERNATIVA D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K7+929,46	K47+944,28	40.015
TUNELES LARGOS ALT D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
3	K53+671,54	K54+752,75	1081,21
5	K62+603,31	K63+663,31	1060
7	K65+453,31	K73+393,31	7940
12	K91+256,45	K93+363,39	2107
13	K98+760,80	K105+281,84	6521
14	K106+245,69	K111+570,25	5325
17	K135+202,76	K137+946,99	2744
Total			**26.778**

TUNELES CORTOS ALTERNATIVA D			
TUNELES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
2	K49+847,70	K50+804,60	957
4	K61+213,31	K62+063,31	850
6	K64+383,31	K64+783,31	400
8	K77+882,40	K78+052,40	170
9	K81+442,05	K81+812,05	370
10	K84+335,43	K84+620,43	285
11	K88+501,38	K88+693,38	192
15	K114+758,76	K115+052,76	294
16	K115+714,15	K115+972,15	258
Total			**3776**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Es importante anotar que los túneles ferroviarios se encuentran proyectados en dos (2) tubos, uno por sentido de circulación, con dos (2) plataformas para intercambio modal y maniobras asociadas (una plataforma por portal).

A continuación, se presenta la lista de puentes previstos para las alternativas:

Tabla 6.14 Listado Puentes Alternativa A

PUENTES ALTERNATIVA A							
PUENTES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**	**PUENTES**	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K10+925,49	K10+995,49	70	67	K81+504,77	K81+654,77	150
2	K12+947,87	K13+017,87	70	68	K81+902,46	K82+142,46	240
3	K13+372,91	K13+492,91	120	69	K82+580,46	K82+940,45	360
4	K14+795,16	K15+095,16	300	70	K83+091,70	K83+221,70	130
5	K16+786,63	K16+896,63	110	71	K83+276,70	K83+366,70	90
6	K17+636,74	K17+676,74	40	72	K83+984,70	K84+044,70	60
7	K17+880,78	K17+995,78	115	73	K84+238,70	K84+438,70	200
8	K19+287,96	K19+347,96	60	74	K84+781,70	K84+856,70	75
9	K20+020,72	K20+110,72	90	75	K84+885,70	K85+005,70	120
10	K20+695,67	K20+755,67	60	76	K86+385,70	K86+625,70	240
11	K21+577,91	K21+677,91	100	77	K86+763,70	K86+813,70	50
12	K23+044,85	K23+104,85	60	78	K87+964,70	K88+540,70	576
13	K23+680,39	K23+790,39	110	79	K89+522,70	K89+612,70	90
14	K24+713,55	K24+803,55	90	80	K97+839,70	K97+989,70	150
15	K25+108,15	K25+158,15	50	81	K98+786,39	K98+982,07	196
16	K26+837,39	K27+337,39	500	82	K99+157,30	K99+372,72	215
17	K28+392,41	K28+502,41	110	83	K99+949,63	K100+168,63	219
18	K29+311,63	K29+481,63	170	84	K100+269,63	K100+368,63	99
19	K30+272,89	K30+482,89	210	85	K100+533,63	K100+660,63	127
20	K31+443,92	K31+523,92	80	86	K100+789,63	K100+986,63	197
21	K32+132,76	K32+312,76	180	87	K100+994,63	K101+289,63	295
22	K32+742,30	K32+842,30	100	88	K101+681,63	K102+078,63	397
23	K33+339,85	K33+439,85	100	89	K103+061,63	K103+323,63	262
24	K33+788,90	K33+878,90	90	90	K103+630,63	K104+456,63	826
25	K34+355,96	K34+435,96	80	91	K104+659,63	K104+864,63	205
26	K34+806,79	K34+936,79	130	92	K105+024,63	K105+185,63	161
27	K35+277,54	K35+357,54	80	93	K106+208,63	K106+453,63	245
28	K35+917,53	K35+967,53	50	94	K106+846,63	K106+968,63	122
29	K37+536,84	K37+596,84	60	95	K107+512,63	K107+738,63	226
30	K38+391,85	K38+506,85	115	96	K108+295,63	K108+443,63	148
31	K39+226,17	K39+346,17	120	97	K109+045,63	K109+285,63	240
32	K40+036,31	K40+116,31	80	98	K109+566,63	K109+802,63	236
33	K40+870,42	K40+910,42	40	99	K110+319,63	K110+440,63	121
34	K41+316,11	K41+416,11	100	100	K110+578,63	K110+753,63	175
35	K59+847,71	K59+982,71	135	101	K111+323,63	K111+662,63	339
36	K61+404,70	K61+464,70	60	102	K111+907,63	K112+136,63	229
37	K62+053,28	K62+183,28	130	103	K113+060,63	K113+316,63	256
38	K62+502,85	K62+582,85	80	104	K113+607,63	K113+730,63	123
39	K62+986,57	K63+056,57	70	105	K114+152,63	K114+346,63	194

PUENTES ALTERNATIVA A							
PUENTES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**	**PUENTES**	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
40	K63+508,44	K63+668,44	160	106	K115+162,63	K115+416,63	254
41	K64+077,56	K64+167,56	90	107	K118+869,63	K119+046,63	177
42	K64+994,44	K65+154,44	160	108	K122+028,63	K122+326,63	298
43	K66+725,41	K66+825,41	100	109	K129+561,63	K129+976,63	415
44	K67+053,49	K67+123,49	70	110	K130+096,63	K130+494,54	398
45	K67+350,90	K67+470,90	120	111	K136+743,63	K137+129,63	386
46	K67+787,53	K67+887,53	100	112	K137+934,63	K138+180,63	246
47	K68+288,27	K68+398,27	110	113	K138+703,63	K138+876,63	173
48	K68+911,94	K69+106,94	195	114	K140+323,63	K140+686,14	363
49	K69+712,51	K69+922,51	210	115	K141+073,30	K141+374,88	302
50	K70+794,12	K71+034,12	240	116	K141+871,63	K142+061,63	190
51	K71+512,50	K71+537,50	25	117	K142+819,63	K142+999,63	180
52	K71+871,66	K71+991,66	120	118	K143+581,63	K143+761,63	180
53	K72+354,79	K72+474,79	120	119	K145+261,63	K145+421,63	160
54	K72+785,96	K72+890,96	105	120	K146+029,63	K146+269,63	240
55	K73+154,26	K73+214,26	60	121	K146+495,63	K146+595,63	100
56	K73+768,47	K73+828,47	60	122	K147+476,63	K147+776,63	300
57	K74+085,03	K74+175,03	90	123	K148+380,63	K148+620,63	240
58	K75+153,07	K76+353,07	1200	124	K151+264,63	K151+344,63	80
59	K76+845,20	K76+905,20	60	125	K152+560,63	K152+860,63	300
60	K77+631,29	K77+721,29	90	126	K153+391,63	K153+591,63	200
61	K78+752,81	K78+842,81	90	127	K154+969,63	K155+389,63	420
62	K79+483,77	K79+618,77	135	128	K155+419,63	K155+739,63	320
63	K80+041,92	K80+071,92	30	129	K156+463,63	K156+623,63	160
64	K80+727,61	K80+797,61	70	130	K158+934,63	K159+384,63	450
65	K81+033,51	K81+083,51	50	131	K162+450,63	K162+810,63	360
66	K81+305,46	K81+365,46	60	132	K163+753,63	K164+063,63	310
TOTAL							**8235**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.15 Listado Puentes Alternativa B

PUENTES ALTERNATIVA B							
PUENTE	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**	**PUENTE**	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K11+818,58	K11+858,58	40	64	K87+489,86	K87+685,86	196
2	K12+077,03	K12+137,03	60	65	K87+845,52	K88+195,86	350
3	K12+715,47	K12+805,47	90	66	K88+851,86	K89+195,86	344
4	K13+313,34	K13+418,34	105	67	K89+321,86	K89+912,86	591
5	K13+695,82	K13+755,82	60	68	K90+401,86	K90+566,86	165

PUENTES ALTERNATIVA B							
PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)	PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)
6	K14+376,75	K14+456,75	80	69	K90+645,86	K90+857,86	212
7	K15+413,48	K15+483,48	70	70	K91+507,86	K91+658,86	151
8	K15+889,26	K15+969,26	80	71	K92+632,86	K92+864,86	232
9	K16+906,40	K17+086,40	180	72	K96+004,86	K96+168,86	164
10	K17+935,10	K18+145,10	210	73	K97+530,86	K97+708,86	178
11	K18+577,30	K18+767,30	190	74	K98+176,86	K98+386,86	210
12	K20+187,59	K20+407,59	220	75	K99+047,86	K99+240,86	193
13	K20+969,22	K21+029,22	60	76	K101+282,86	K101+481,86	199
14	K21+897,05	K21+977,05	80	77	K101+700,86	K101+896,86	196
15	K23+215,66	K23+275,66	60	78	K102+289,86	K102+510,86	221
16	K23+744,30	K23+904,30	160	79	K103+046,86	K103+369,86	323
17	K24+571,40	K24+751,40	180	80	K103+436,86	K103+567,86	131
18	K26+913,49	K26+993,49	80	81	K103+958,86	K104+278,86	320
19	K27+404,42	K27+504,42	100	82	K104+593,86	K104+828,86	235
20	K48+960,15	K49+080,15	120	83	K105+099,86	K105+355,56	256
21	K49+394,81	K49+554,81	160	84	K112+625,86	K113+016,86	391
22	K49+901,45	K49+991,45	90	85	K113+981,86	K114+170,86	189
23	K50+424,76	K50+584,76	160	86	K114+241,86	K114+781,86	540
24	K50+988,09	K51+088,09	100	87	K115+089,86	K115+197,86	108
25	K51+969,67	K52+039,67	70	88	K115+266,86	K115+431,86	165
26	K53+635,76	K53+755,76	120	89	K117+354,86	K117+681,86	327
27	K54+279,67	K54+379,67	100	90	K117+948,86	K118+150,86	202
28	K54+710,41	K54+820,41	110	91	K118+423,86	K118+664,70	241
29	K55+168,78	K55+363,78	195	92	K119+202,86	K119+442,86	240
30	K55+827,03	K56+037,03	210	93	K120+298,86	K120+857,86	559
31	K56+542,61	K56+782,61	240	94	K121+150,85	K121+631,86	481
32	K57+830,56	K57+855,56	25	95	K122+467,26	K122+851,86	385
33	K58+792,98	K58+912,98	120	96	K124+389,86	K124+565,86	176
34	K59+279,08	K59+399,08	120	97	K125+092,86	K125+210,86	118
35	K59+708,53	K59+813,53	105	98	K125+429,86	K125+576,86	147
36	K60+082,22	K60+142,22	60	99	K126+234,86	K126+335,86	101
37	K60+693,14	K60+753,14	60	100	K127+093,86	K127+252,86	159
38	K61+009,39	K61+099,39	90	101	K127+615,86	K127+859,86	244
39	K62+072,52	K63+272,52	1200	102	K128+051,86	K128+315,86	264
40	K63+763,77	K63+823,77	60	103	K128+739,86	K128+952,86	213
41	K64+550,19	K64+640,19	90	104	K129+149,86	K129+254,86	105
42	K66+416,23	K66+506,23	90	105	K129+804,88	K130+074,86	270
43	K66+918,15	K67+053,15	135	106	K130+312,86	K130+540,86	228
44	K67+672,85	K67+702,85	30	107	K130+771,86	K130+913,86	142
45	K67+951,02	K68+021,02	70	108	K131+458,86	K131+639,86	181
46	K68+232,15	K68+292,15	60	109	K132+116,41	K132+312,86	196
47	K68+431,47	K68+581,47	150	110	K132+786,86	K132+926,86	140
48	K68+829,16	K69+069,16	240	111	K133+073,86	K133+446,86	373
49	K69+507,15	K69+867,15	360	112	K133+578,86	K133+704,86	126
50	K70+018,40	K70+148,40	130	113	K134+473,86	K134+745,86	272

PUENTES ALTERNATIVA B							
PUENTE	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**	**PUENTE**	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
51	K70+203,40	K70+293,40	90	114	K136+089,86	K136+177,86	88
52	K70+911,40	K70+971,40	60	115	K136+870,86	K137+006,86	136
53	K71+165,40	K71+365,40	200	116	K137+357,86	K137+558,86	201
54	K71+708,40	K71+783,40	75	117	K138+185,86	K138+391,86	206
55	K71+812,40	K71+932,40	120	118	K138+625,86	K138+788,86	163
56	K73+312,40	K73+552,40	240	119	K139+061,86	K139+215,25	153
57	K73+690,40	K73+740,40	50	120	K141+610,86	K141+831,86	221
58	K74+891,40	K75+467,40	576	121	K142+538,86	K142+734,86	196
59	K76+449,40	K76+539,40	90	122	K143+206,86	K143+396,86	190
60	K84+766,40	K84+916,40	150	123	K144+064,86	K144+225,86	161
61	K85+739,86	K85+802,86	63	124	K144+885,86	K144+997,86	112
62	K85+802,86	K85+890,86	88	125	K146+063,86	K146+348,86	285
63	K86+905,85	K87+075,86	170	126	K147+710,86	K147+997,86	287
TOTAL							**23.496**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.16 Listado Puentes Alternativa C

PUENTES ALTERNATIVA C							
PUENTES	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**	**PUENTES**	**INICIO**	**FINAL**	**LONG (m)**
1	K09+237,16	K09+412,84	180	50	K95+672,14	K95+893,14	221
2	K09+591,20	K09+712,70	120	51	K96+429,14	K96+752,14	323
3	K10+030,07	K10+259,58	230	52	K96+819,14	K96+950,14	131
4	K10+549,96	K10+712,05	160	53	K97+341,14	K97+661,14	320
5	K10+842,89	K11+004,00	160	54	K97+976,14	K98+211,14	235
6	K55+739,55	K56+742,68	1000	55	K98+482,14	K98+737,84	256
7	K57+717,75	K58+643,23	930	56	K106+008,14	K106+399,14	391
8	K58+982,05	K59+191,99	210	57	K107+364,14	K107+553,14	189
9	K59+539,20	K60+064,94	530	58	K107+624,14	K108+164,14	540
10	K60+257,76	K60+514,01	260	59	K108+472,14	K108+580,14	108
11	K60+934,54	K61+220,22	290	60	K108+649,14	K108+814,14	165
12	K61+305,88	K61+455,18	150	61	K110+737,14	K111+064,14	327
18	K61+614,44	K61+674,37	60	62	K111+331,14	K111+533,14	202
19	K61+813,75	K61+963,75	150	63	K111+806,14	K112+046,98	241
20	K62+211,44	K62+451,44	240	64	K112+585,14	K112+825,14	240
21	K62+889,44	K63+249,43	360	65	K113+681,14	K114+240,14	559
22	K63+400,68	K63+530,68	130	66	K114+533,13	K115+014,14	481
23	K63+585,68	K63+675,68	90	67	K115+849,54	K116+234,14	385
24	K64+293,68	K64+353,68	60	68	K117+772,14	K117+948,14	176
25	K64+547,68	K64+747,68	200	69	K118+475,14	K118+593,14	118
26	K65+090,68	K65+165,68	75	70	K118+812,14	K118+959,14	147

PUENTES ALTERNATIVA C							
PUENTES	INICIO	FINAL	LONG (m)	PUENTES	INICIO	FINAL	LONG (m)
27	K65+194,68	K65+314,68	120	71	K119+617,14	K119+718,14	101
28	K66+694,68	K66+934,68	240	72	K120+476,14	K120+635,14	159
29	K67+072,68	K67+122,68	50	73	K120+998,14	K121+242,14	244
30	K68+273,68	K68+849,68	576	74	K121+434,14	K121+698,14	264
31	K69+831,68	K69+921,68	90	75	K122+122,14	K122+335,14	213
32	K78+148,68	K78+298,68	150	76	K122+532,14	K122+637,14	105
33	K79+122,14	K79+185,14	63	77	K123+187,16	K123+457,14	270
34	K79+185,14	K79+273,14	88	78	K123+695,14	K123+923,14	228
35	K80+288,13	K80+458,14	170	79	K124+154,14	K124+296,14	142
36	K80+872,14	K81+068,14	196	80	K124+841,14	K125+022,14	181
37	K81+227,80	K81+578,14	350	81	K125+498,69	K125+695,14	196
38	K82+234,14	K82+578,14	344	82	K126+169,14	K126+309,14	140
39	K82+704,14	K83+295,14	591	83	K126+456,14	K126+829,14	373
40	K83+784,14	K83+949,14	165	84	K126+961,14	K127+087,14	126
41	K84+028,14	K84+240,14	212	85	K127+856,14	K128+128,14	272
42	K84+890,14	K85+041,14	151	86	K129+472,14	K129+560,14	88
43	K86+015,14	K86+247,14	232	87	K130+253,14	K130+389,14	136
44	K89+387,14	K89+551,14	164	88	K130+740,14	K130+941,14	201
45	K90+913,14	K91+091,14	178	89	K131+568,14	K131+774,14	206
46	K91+559,14	K91+769,14	210	90	K132+008,14	K132+171,14	163
47	K92+430,14	K92+623,14	193	91	K132+444,14	K132+597,53	153
48	K94+665,14	K94+864,14	199	92	K134+993,14	K135+214,14	221
49	K95+083,14	K95+279,14	196	93	K135+921,14	K136+117,14	196
				94	K136+589,14	K136+779,14	190
				95	K137+447,14	K137+608,14	161
				96	K138+268,14	K138+380,14	112
				97	K139+446,14	K139+731,14	285
				98	K141+093,14	K141+380,14	287
				TOTAL			**10.513**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.17 Listado Puentes Alternativa D

PUENTES ALTERNATIVA D							
PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)	PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)
1	K4+993,00	K5+115,00	122	43	K80+410,78	K80+615,78	205
2	K6+300,00	K6+395,00	95	44	K80+775,78	K80+936,78	161
3	K6+875,00	K7+049,00	174	45	K81+959,78	K82+204,78	245
4	K7+429,00	K7+591,00	162	46	K82+597,78	K82+719,78	122
5	K48+046,00	K48+469,00	423	47	K83+263,78	K83+489,78	226

PUENTES ALTERNATIVA D							
PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)	PUENTE	INICIO	FINAL	LONG (m)
6	K51+048,00	K51+315,00	267	48	K84+046,78	K84+194,78	148
7	K51+677,00	K51+889,00	212	49	K84+796,78	K85+036,78	240
8	K51+959,00	K52+115,00	156	50	K85+317,78	K85+553,78	236
9	K52+134,00	K52+392,00	258	51	K86+070,78	K86+191,78	121
10	K52+832,00	K53+096,00	264	52	K86+329,78	K86+504,78	175
11	K53+119,00	K53+348,00	229	53	K87+074,78	K87+413,78	339
12	K53+418,00	K53+563,00	145	54	K87+658,78	K87+887,78	229
13	K55+116,00	K55+688,00	572	55	K88+811,78	K89+067,78	256
14	K55+701,00	K55+895,00	194	56	K89+358,78	K89+481,78	123
15	K56+159,00	K56+266,00	107	57	K89+903,78	K90+097,78	194
16	K56+392,00	K56+662,00	270	58	K90+913,78	K91+167,78	254
17	K56+730,00	K56+898,00	168	59	K94+620,78	K94+797,78	177
18	K57+057,07	K57+117,00	60	60	K97+779,78	K98+077,78	298
19	K57+256,38	K57+406,38	150	61	K105+312,78	K105+727,78	415
20	K57+654,07	K57+894,07	240	62	K105+847,78	K106+245,69	398
21	K58+332,07	K58+692,06	360	63	K112+494,78	K112+880,78	386
22	K58+843,31	K58+973,31	130	64	K113+685,78	K113+931,78	246
23	K59+028,31	K59+118,31	90	65	K114+454,78	K114+627,78	173
24	K59+736,31	K59+796,31	60	66	K116+074,78	K116+437,29	363
25	K59+990,31	K60+190,31	200	67	K116+824,45	K117+126,03	302
26	K60+533,31	K60+608,31	75	68	K117+622,78	K117+812,78	190
27	K60+637,31	K60+757,31	120	69	K118+570,78	K118+750,78	180
28	K62+137,31	K62+377,31	240	70	K119+332,78	K119+512,78	180
29	K62+515,31	K62+565,31	50	71	K121+012,78	K121+172,78	160
30	K63+716,31	K64+292,31	576	72	K121+780,78	K122+020,78	240
31	K65+274,31	K65+364,31	90	73	K122+246,78	K122+346,78	100
32	K73+591,31	K73+741,31	150	74	K123+227,78	K123+527,78	300
33	K74+537,54	K74+733,22	196	75	K124+131,78	K124+371,78	240
34	K74+908,45	K75+123,87	215	76	K127+015,78	K127+095,78	80
35	K75+700,78	K75+919,78	219	77	K128+311,78	K128+611,78	300
36	K76+020,78	K76+119,78	99	78	K129+142,78	K129+342,78	200
37	K76+284,78	K76+411,78	127	79	K130+720,78	K131+140,78	420
38	K76+540,78	K76+737,78	197	80	K131+170,78	K131+490,78	320
39	K76+745,78	K77+040,78	295	81	K132+214,78	K132+374,78	160
40	K77+432,78	K77+829,78	397	82	K134+685,78	K135+135,78	450
41	K78+812,78	K79+074,78	262	83	K138+201,78	K138+561,78	360
42	K79+381,78	K80+207,78	826	84	K139+504,78	K139+814,78	310
TOTAL							9242

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.6 Interceptación de infraestructura de servicios públicos

A nivel regional se presentan las siguientes interceptaciones con infraestructura de redes de servicios públicos como Gas Natural y Energía Eléctrica, de la misma forma se presenta el cruce con redes de hidrocarburos por tratarse de una zona con presencia de pozos de extracción de petróleo y gas.

Tabla 6.18 Listado interceptación de redes

RED	NOMBRE	LONGITUD TOTAL (m)	ABSCISA DE CORTE CON LAS ALTERNATIVAS	
			B Y C	A Y D
Gas	Gualanday - Dina	136.570	k153+300	k141+900
Petróleo	Poliducto Pto Salgar - Gualanday - Neiva	331.000	k151+700	k139+600
Gas	Gasoducto Neiva - Gualanday	148.966	k147+700	k137+100
Combustible	Oleoducto del Alto Magdalena	395.222	k152+100	k141+500
Energía	Red de alta tensión	206.082	K148+800	k138+600

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.7 Vías existentes y vías nuevas de acceso

El INVIAS de acuerdo con la cartografía oficial consultada y con la tipología de vía propuesta por la metodología IGAC, presenta la cantidad de vías existentes de acceso al corredor según las siguientes categorías para cada una de las alternativas:

- Vías Tipo 1: 5-8 metros de ancho pavimentadas.
- Vías Tipo 2: 5-8 metros de ancho sin pavimentar.
- Vías Tipo 3: 2-5 metros de ancho pavimentadas.
- Vías Tipo 4: 2-5 metros de ancho sin pavimentar.
- Vías Tipo 5: Transitables en tiempo seco.
- Vías Tipo 6: Camino.
- Vías Tipo 7: Sendero.

Tabla 6.19 Listado número de accesos a los corredores por tipo de vía

TIPO DE VÍA (Metodología IGAC)	NÚMERO DE ACCESOS POR ALTERNATIVA			
	A	B	C	D
Tipo 1	4	4	3	3
Tipo 2	0	0	0	0
Tipo 3	0	1	0	1
Tipo 4	4	1	4	1
Tipo 5	12	12	11	11
Tipo 6	18	17	17	11
Tipo 7	93	90	93	90

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Vías nuevas de acceso al corredor

Los corredores actuales por donde discurren los trazados de las alternativas, presentan diferentes y numerosos tipos de vías de acceso existentes, según lo descrito anteriormente. Lo anterior sugiere que gran parte de dichos accesos se pueden utilizar para la entrada y salida a los sitios de obra y para la movilización de equipos y maquinaria, reduciendo la necesidad de construcción de vías nuevas de acceso al corredor.

Por otra parte, en el presente estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas no se entra a detallar el número ni características de las vías nuevas requeridas en el proyecto, puesto que el nivel de detalle del estudio es de Fase I, lo que implica que en fases posteriores los trazados o alineamientos presentes cambios importantes en su diseño siempre sobre el corredor de estudio, al cual ya se identificaron los accesos existentes según las categorías de tipo de vía propuesta por el IGAC. Sin embargo, se puede asumir que las vías de acceso nuevas se presentarán en zonas de portales de túneles y en pontones principalmente.

6.2.8 Instalaciones de apoyo

El INVIAS para el DAA definió dos (2) tipos de instalaciones de apoyo, así:

Operativos: Estas instalaciones son de carácter temporal y se encuentran generalmente cercano o en los frentes de obra y áreas de pontones. En éstos se pueden encontrar lugares de almacenamiento de materiales, equipos y maquinaria. Cada uno de estos puede contar también con un área para la disposición temporal de residuos tanto aprovechables como los sobrantes de obra que pueden ser o no objeto de reciclaje o reúso. Así mismo se puede encontrar un área dispuesta para la colocación de un botiquín de primeros auxilios y una camilla.

Complejos Industriales: Son de carácter permanente, lo que permite que dentro de su área se instalen plantas de concreto, asfalto y en algunos casos de plantas trituradoras. En estos complejos se ubican también los talleres de mantenimiento, zonas de carga y descarga de combustible, zonas de parqueo de vehículos y maquinaria pesada, zonas de almacenamiento de materiales, así como talleres de mantenimiento.

Dentro de este tipo de instalaciones no se relacionan las de tipo habitacional, debido a que se prevé que la demanda de viviendas y habitaciones sea suplida por los cascos urbanos de los municipios del área de influencia y por los corregimientos pertenecientes a estos.

De manera preliminar se presenta a continuación la localización de las instalaciones señaladas anteriormente. Las localizaciones son conforme a las abscisas de cada trazado:

Tabla 6.20 Localización de instalaciones de apoyo Alternativa A y B

COMPLEJOS INDUSTRIALES	CAMPAMENTOS OPERATIVOS	ABSCISA DE TRAZADO
CI-1		K11+600
CI-2		K54+400
	CO-1	K69+200
	CO-2	K78+600

COMPLEJOS INDUSTRIALES	CAMPAMENTOS OPERATIVOS	ABSCISA DE TRAZADO
CI-3		K99+200
	CO-3	K106+600
CI-4		K117+600
	CO-4	K133+400
	CO-5	K149+000

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Tabla 6.21 Localización de las instalaciones de apoyo Alternativa C y D

COMPLEJOS INDUSTRIALES	CAMPAMENTOS OPERATIVOS	ABSCISA DE DISEÑO
CI-1		K7+600
CI-2		K56+000
	CO-1	K64+800
	CO-2	K74+000
CI-3		K85+200
	CO-3	K95+800
	CO-4	K106+000
CI-4		K141+000

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.9 Alternativas de cruces de corrientes de agua o infraestructura existente

A continuación, se presenta el tipo y número de obras hidráulicas identificadas para cada una de las alternativas de estudio:

Tabla 6.22 Obras hidráulicas previstas por alternativa

OBRAS HIDRÁULICAS	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Alcantarillas	671	Un	747	Un	474	Un	393	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**918**	**Un**	**1005**	**Un**	**674**	**Un**	**553**	**Un**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

De acuerdo con el documento presentado por el INVIAS se señala que para cada una de las alternativas se presenta la construcción de obras hidráulicas como puentes, alcantarillas, box y pontones, y como es de resaltar en la mayoría de los casos requieren de permiso de ocupación de cauce.

6.2.10 Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauce

El INVIAS no especifica la necesidad de desvío de cauces puesto que los estudios hidráulicos se realizan a nivel de fase I, es decir, en esta fase el alcance llega a pre dimensionar las obras de drenaje requeridas para cada una de las alternativas, así como proyectar las estructuras típicas de las obras de drenaje definidas y el desarrollo de la modelación hidráulica de las fuentes principales a partir de la cartografía 1:10.000.

En el numeral anterior se presentó el número de obras hidráulicas por alternativa, de éstas, algunas alcantarillas, puentes y box coulvert intervendrán directamente cauces permanentes o intermitentes, sin embargo, otras de estas corresponden a las definidas en el estudio hidrológico e hidráulico que no necesariamente intervienen cauces naturales, sino que simplemente funcionan para desalojar las aguas de escorrentía generadas a los costados de la vía y proporcionar seguridad a la misma.

6.2.11 Necesidades de explosivos

Según el INVIAS en la información presentada se requiere la necesidad de explosivos y describe los tipos de explosivos a utilizar dependiendo de dos factores principales:

- Si la excavación es a cielo abierto o subterráneo, debido a que en el mercado existen diferentes explosivos que dependiendo de estas condiciones es más favorable la utilización de unos que de otros.

- En el caso de túneles, el explosivo dependerá de la densidad, resistencia a la compresión, velocidad de propagación sónica y humedad de la roca.

Para el caso colombiano, el único proveedor de elementos explosivos es INDUMIL (Industria Militar Colombiana), el cual cuenta con los siguientes productos (tomado de https://www.indumil.gov.co/categoria-producto/productos-civiles/explosivos/):

Los cuales son:

- ✓ Emulind- E (Emulsión Encartuchada)
- ✓ Emulind-B (Bombeable)
- ✓ Emulind-S
- ✓ Indugel Av800 Agente de Voladura
- ✓
- ✓ Indugel Plus Ap Explosivo Tipo Hidrogel
- ✓ Indugel Plus Pm (Permisible) Tipo Hidrogel
- ✓ Sismigel Plus Explosivo Tipo Sísmico

6.2.12 Interacción con otros proyectos

En la actualidad se encuentra vigente el contrato INVIAS N° 1536-2015 a cargo de la empresa Ingeniería de Vías S.A. cuyo objeto es el Mejoramiento, Gestión Predial, Social y Ambiental de la Carretera Ataco - Planadas en el Departamento del Tolima para el Programa "Vías Para La Equidad.

El contrato tiene como alcance el mejoramiento en pavimento flexible, gestión social, predial y ambiental, de conformidad con los estudios y diseños aprobados para dicho corredor. Como referencia los sectores de intervención se encuentran en las siguientes abscisas: del K0+000 Ataco (Quebrada Paipa) hasta el K1+600 y entre el K35+900 hasta el K41+423. De la misma forma debe realizar el mantenimiento rutinario, atención de sitios críticos y de emergencias en el tramo del contrato durante la vigencia del contrato.

Con respecto a la interacción de este contrato con las alternativas actualmente estudiadas, se encuentra que el contrato 1536-2015 entre el K35+900 y el K41+423 se traslapa con la alternativa D entre las abscisas K87+300 y K91+600 aproximadamente, es decir en una longitud aproximada de 4,3 Km.

Por otro lado, a nivel regional se presentan las interceptaciones presentadas en la tabla 6.18., del presente concepto técnico, con infraestructura de redes de servicios públicos como Gas Natural y Energía Eléctrica, de la misma forma se presenta el cruce con redes de hidrocarburos por tratarse de una zona con presencia de pozos de extracción de petróleo y gas.

6.2.13 Estimación preliminar sobre necesidades de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

- Explotación de materiales

En la siguiente tabla el INVIAS presenta las fuentes de materiales propuestas para cada una de las alternativas.

Tabla 6.23 Localización de las Fuentes de materiales propuestos por alternativas

FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA A			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA B			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA C			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA D		
NOMBRE	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**
2	766357	860387	1	766074	872197	1	774553	867200	2	775464	856784
3	779209	853217	4	789256	863029	3	790008	862255	4	791886	852354
5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349
6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755
7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678
9	831537	873448	9	826275	852337	9	826275	852337	8	831537	873448
12	850568	877050	10	847988	842804	10	847988	842804	12	850568	877050
13	859397	877648	11	855984	850239	11	855984	850239	13	859397	877648
15	871223	864482							14	862524	867555
19	862524	867555							15	871223	864482

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

En el estudio se cita que se requiere materiales de cantera y arrastre para la construcción del terraplén de la vía y las obras en concreto como son placas, pilotes, alcantarillas, box coulvert, puentes, túneles y cunetas, entre otras, cuyo abastecimiento para las cuatro alternativas se realizará a través de terceros debidamente autorizados que cuenten con título minero y licencia ambiental vigentes o de lo contrario el INVIAS tramitara el respectivo título minero y la licencia ambiental dentro del EIA de la alternativa seleccionada para la ejecución del proyecto.

- Aprovechamiento Forestal

Debido a que el nivel del estudio es de Fase I, el INVIAS presenta los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido de acuerdo a la clasificación de coberturas Corinne Land Cover Nivel 3, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo; el INVIAS presento el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectada por la acometida de cada una de las alternativas, como se describió en el numeral 6.2.4., del presente concepto técnico.

- Captación de Aguas

Con respecto a las alternativas de sitios de captación de agua, se propone inicialmente obtener el recurso de fuentes que superen un caudal medio de 1 m^3/s, con el fin de garantizar que su disponibilidad no se vaya a ver afectada por la captación que eventualmente se realice. Las fuentes que cumplen con este criterio son:

Tabla 6.24 Fuentes hídricas de posibles sitios de captación de agua teniendo en cuenta el caudal medio anual

Nombre	Q (l/s)	Q (m^3/s)	Alternativa
Rio Magdalena	281.156,50	281,16	A, B, C y D
Rio Atá	42.041,81	42,04	A, B, C y D
Rio Aipe	28.772,07	28,77	A, B y C
Rio Venado	13.873,93	13,87	A, B, C y D
Rio Saldaña	9.617,72	9,62	A, B, C y D
Rio Hereje	8.604,11	8,60	A, B y C
Rio Siquilla	6.554,58	6,55	A, B, C y D
Q Montalvo	2.454,33	2,45	B y C
Rio Parraga	2.243,15	2,24	A, B, C y D

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Teniendo en cuenta que el INVIAS en el capítulo 5 del DAA describe claramente el volumen de agua para cada una de las alternativas para uso doméstico e industrial.

En la siguiente tabla se determina el estimado del consumo total de agua de uso industrial para cada una de las alternativas propuestas.

Tabla 6.25 Volumen total de agua para uso industrial por alternativa

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Concretos hidráulicos (m^3)	1.199.452	1.152.227	1.113.738	1.055.619
Mezclas asfálticas (m^3)	45.457	60.262	39.883	37.802
Capas granulares (m^3)	345.696	363.160	309.253	293.115
Riegos y aspersiones (m^3)	4.760	4.062	4.341	3.421
Terraplén (m^3)	1.180.129	1.072.179	1.279.078	1.535.951
TOTAL (m^3):	**2.775.494**	**2.651.890**	**2.746.294**	**2.925.909**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

En la siguiente tabla se determina el estimado del consumo total de agua de uso doméstico para cada una de las alternativas propuestas.

Tabla 6.26 Volumen de agua de uso doméstico por alternativa

ÍTEM	A	B	C	D
INSTALACIONES TEMPORALES	272.000	210.000	263.340	210.672
INSTALACIONES PORTALES TÚNELES	432.000	408.000	517.104	488.376
PONTEADEROS	960.000	960.000	387.828	517.104
TOTAL (m^3):	**1.664.000**	**1.578.000**	**1.168.272**	**1.216.152**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

- Vertimientos

Respecto a los vertimientos de aguas residuales, se prevé que los campamentos industriales puedan generar este tipo de aguas y por tanto deban contar con un sistema de tratamiento de las mismas para su posterior descarga. La localización de los campamentos se señala en el numeral 6.2.9 y las posibles fuentes receptoras serían las siguientes:

Tabla 6.27 Posibles fuentes hídricas receptoras

COMPLEJOS INDUSTRIALES	ABSCISA DE DISEÑO	POSIBLE FUENTE RECEPTORA
ALTERNATIVA B y C		
CI-1	K11+600	Q La fría
CI-2	K54+400	Río Hereje
CI-3	K99+200	Río Claro
CI-4	K117+600	Q. Hatoviejo
ALTERNATIVA A y D		
CI-1	K7+600	Q Los negros
CI-2	K56+000	Río Hereje
CI-3	K85+200	Q. El Tablón
CI-4	K141+000	Q. Agua fría

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

- Ocupación de Cauce

La estimación de las ocupaciones de cauce necesarias para cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 6.28 Estimativo ocupaciones de cauce

NO. DE OCUPACIONES DE CAUCE								
OBRAS HIDRÁULICAS	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**247**	**Un**	**258**	**Un**	**200**	**Un**	**160**	**Un**

Fuente: Equipo evaluador a partir del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) con radicado 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

6.2.14 Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir

El DAA presentado por INVIAS señaló de manera general -dado el alcance del proyecto en fase I (no existe un diseño definitivo que permita conocer las afectaciones prediales puntuales)-, las características y localización de las alternativas donde se indica que estas se sitúan cerca a centros poblados, caseríos y asentamientos dispersos, indicó que:

Asentamientos comunes a las Alternativas: Los asentamientos comunes identificados en las alternativas, son:

- El Resguardo Indígena las Mercedes (alternativas A y B), localiza en el municipio de Rioblanco (Tolima), Pueblo Indígena NASA con una población total de 254 habitantes, sus actividades económicas las derivan del sustento de los cultivos de fríjol, granadilla, habichuela y en menores cantidades de café y plátano, aunque últimamente están implementando cultivos de Sacha Inchi.

- El centro poblado del corregimiento de Herrera (alternativas A, B, C y D), en el municipio de Rioblanco (Tolima), población total de 24.993 habitantes, población urbana 4.269 habitantes, población rural de 20.724 habitantes, su proyección poblacional al 2020 es de 24.039, y sus actividades económicas se centran en cultivo de café, cultivo de productos agrícola y ganadería;

- Asentamientos dispersos en las Veredas Berlín y Diamante (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del municipio de Ataco (Tolima), con una población total de 15.665 habitantes, una urbana de 4.566 habitantes, y rural de 11.099 habitantes, su proyección se estima para el año 2020 en 22.891 habitantes, y sus principales actividades económicas son los cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales, entre otros; actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas y avícolas.

- Centro poblado de Praga (Alternativas A y B), corregimiento de Praga, en jurisdicción del municipio de Aipe (Huila), con una población total: de 19.928 habitantes, urbana de 12.254 habitantes, y rural: 7.674 habitantes, y una proyección de población estimada para el año 2020 de 29.940 habitantes. Sus principales actividades económicas se centran en la industria petrolera, ganadería para ceba y cría; explotación minera de minerales como roca fosfórica, barita, carbón, arcilla; agricultura; comercio e Industria.

- Centro Poblado, Corregimiento Santiago Pérez (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del Municipio de Ataco, con una población total de 15.665 habitantes, una urbana de 4.566 habitantes, una rural de 11.099 habitantes y una proyección al año 2020 de 22.891 habitantes; sus principales actividades económicas son, entre otros, cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales; actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas, y avícolas.

- Centro poblado Mesa de Atá (Pueblo Nuevo), (alternativas A, B, C y D), en jurisdicción del municipio de Ataco, con una población urbana de 4.566 habitantes, rural de 11.099 habitantes, una proyección estimada de población para el año 2020 de 22.891 habitantes, sus principales actividades económicas son los cultivos de café, plátano, aguacate, caña, frutales entre otros; complementado con las actividades pecuarias, porcícolas, piscícolas, y avícolas.

Teniendo en cuenta que el alcance del proyecto en fase I, implica una evaluación interdisciplinaria de los alineamientos de las alternativas propuestas, lo cual refiere que no existe un diseño definitivo que permita conocer las afectaciones prediales puntuales, el área social no realizó encuestas o acercamientos con propietarios, arrendatarios y/u ocupantes de construcciones aledañas al proyecto. Sin embargo, las alternativas se localizan cerca a centros poblados, caseríos y asentamientos dispersos, que posteriormente con un diseño más preciso, podría evaluarse su real afectación.

6.2.15 Demanda de Mano de Obra

El DAA presentó un listado con el posible personal y número de trabajadores que estarían vinculados a la materialización del proyecto para cada una de las alternativas, no obstante, y dado que esta Autoridad no es competente para evaluar este ítem, no nos pronunciaremos al respecto.

Esta Autoridad, atendiendo a lo descrito en el DAA y a lo observado en campo durante la visita, considera pertinente señalar que la descripción en relación con los asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural potencialmente a intervenir es coherente y pertinente, no obstante, advierte que se identificó en el área de influencia del proyecto la existencia de comunidades étnicas (Resguardo Indígena Kwet Wala, cabildo Central de los indígenas Nasa y Consejo comunitario) localizados en el municipio de Florida (Valle del Cauca), y comunidades indígenas en los municipios de Rioblanco (Resguardo Las Mercedes), Ataco y Natagaima (Tolima), en ese sentido, aunque las Alternativas presentadas posiblemente no afectarían dichas comunidades es pertinente que una vez se definida la Alternativa viable, se proceda a establecer en el EIA - atendiendo a lo que señale el Ministerio del Interior- la identificación de estas y proceder como la normatividad vigente lo exige.

7 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA

7.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para el DAA del proyecto, INVIAS determinó las áreas de influencia de acuerdo a los Términos de Referencia para la elaboración de este tipo de estudios para proyectos lineales (DA-TER-3-01) adoptados por el MAVDT (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS), mediante Resolución 1277 de junio 30 de 2006.

Señaló el mismo DAA que las áreas de influencia fueron definidas teniendo en cuenta la identificación de los impactos que puedan generarse, manifestarse y trascender al medio físico, biótico, socioeconómico y cultural durante la construcción y operación del proyecto.

7.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

El AII es el área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al AID y se extiende hasta donde se estima se manifiestan tales impactos, de conformidad con las condiciones más prevalecientes. Para los trayectos a “cielo abierto” y conforme las condiciones dominantes del proyecto que discurre en su mayoría en terreno montañoso, donde la intervención tiende a ser muy específica conforme el diseño geométrico y las características geológico – geotécnicas, se contempla ampliar la franja de 200 m de ancho referida para el AID, a una dimensión holgada y representativa que permita asimilar las posibles variaciones del diseño en etapas posteriores del proyecto, siendo para los efectos del orden de 400 m, es decir 200 m a cada lado del eje central en cada corredor alternativo en evaluación.

En esta franja aloja lo referente a cortes, terraplenes, puentes, zodmes, vías de acceso y en general la potencial infraestructura operativa que acompaña la materialización y la operación de un proyecto de esta magnitud y características. Es muy importante asimilar que la presente fase de diagnóstico ambiental de alternativas es a nivel de prefactibilidad, donde es conveniente adoptar anchos como el indicado, intuyendo que en las fases subsiguientes de estudios y diseños a nivel de factibilidad y/o fase III, se requiere ajustar y optimizar el discurrir de los trazados geométricos resultantes, los cuales de todas formas deberán en su momento y en lo mayormente factible, estar inmersos en la franja delimitada espacialmente para el AII.

7.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El INVIAS en el DAA determino cuatro alternativas (A, B, C, D) las cuales tienen unos tramos en común como es el caso de cruzar la cordillera central a través de túneles carreteables para el caso de las alternativas A y B y túneles férreos para las alternativas C y D y se describe las actividades teniendo en cuenta la franja a utilizar de las obras a construir en superficie como en los túneles proyectados.

a. Túneles largos y profundos

El AID corresponde a la intervención puntual y directa del macizo rocoso profundo, circunscribiéndose en consecuencia al contorno directo de excavación y su envolvente cercana, que se ha estimado entre 30 metros y 40 metros en función de las condiciones hidrogeológicas presentes, pues las características de la roca, las condiciones de la excavación y el nivel de la rasante, concentran y delimitan las intervenciones y sus impactos asociados, a la misma actividad de excavación, al proceso de retiro del material removido y a la implementación de revestimientos y acabado final dentro de la cavidad subterránea. En consecuencia, la delimitación gráfica de la influencia directa en estos túneles profundos, es una representación lo más aproximada posible de la situación que acontece bajo tierra a 2540 metros de profundidad, y que conforme la caracterización física adelantada se puede circunscribir a un ancho del orden de 400 m totales a nivel de desplante de la rasante, inmersa plenamente en el entorno profundo de estos túneles férreos.

b. Otros túneles

En lo concerniente a los demás túneles, es decir los medianos, los cortos y algunos largos, con tendencia a coberturas más superficiales o someras, la situación es similar a los de la Cordillera Central en materia de impactos directos, pero con la diferencia que se advierten impactos secundarios relativamente representativos sobre las respectivas coberturas de cada obra subterránea; estos últimos asociados propiamente al AII, pudiéndose incluso señalar que la afectación indirecta representa mayores incidencias que la directa por aspectos ligados a por ejemplo potenciales alteraciones del medio hídrico en sus diversas manifestaciones. En consecuencia, la representación gráfica del área de influencia directa para estas obras subterráneas, resulta igualmente representativa mediante los 200 m totales establecidos especialmente y conforme la caracterización física adelantada.

c. Obras en superficie

Se hace referencia a la combinación de ponteaderos principales y de trayectos a “cielo abierto”. Al respecto y en virtud de contar con resultados representativos de las áreas de Diseño Geométrico, Geología y Geotecnia, conforme el mejor grado de detalle que se deriva de los requerimientos de la autoridad ambiental, es factible identificar un AID apropiada, que es el resultado de la suma de la denominada intervención directa por materialización de las correspondientes obras civiles (a partir de líneas de chaflán de acuerdo con el diseño en planta y en perfil disponible a Fase I), más unas márgenes que se requiere incluir a manera de holgura o seguridad por factibles ajustes del diseño en etapas posteriores del proyecto, todo lo cual permite establecer un ancho pleno o total del orden de 400 m a efectos de la representación gráfica del AID en superficie, para cada uno de los corredores en evaluación.

7.2 CONSIDERACIONES DE LA ANLA

7.2.1 Consideraciones Medio Abiótico

Teniendo en cuenta la información presentada por el INVIAS y la visita de campo realizada por el grupo evaluador de la ANLA se pudo observar los sitios de inicio y final de las cuatro alternativas propuestas (A,B,C,D), con unas longitudes propuestas en cada una de estas 165 Km, 155,2 Km, 148,55 Km y 140,8 Km en cuyos trayectos se observó un cordón montañoso en la mayoría de las longitudes de estas, por lo consiguiente el INVIAS proyecta la construcción de túneles, viaductos, terraplenes y puentes y demás obras de arte.

Los tramos de las alternativas se encuentran dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos Hereje, Saldaña y demás fuentes hídricas que son afluentes de este, que finalmente entrega las aguas a la gran cuenca del rio Magdalena.

Con respecto al paisaje las alternativas en el punto de inicio se observó un paisaje de ladera hacia plano donde se puede apreciar el comienzo del gran valle del cauca con sus cultivos de caña de azúcar, en la parte final de los abscisados de las alternativas terminan en un paisaje de montañoso hacia ladera conectando a la ruta 45 vía nacional de gran importancia para conectar al norte, interior y sur del país, donde se pudo observar la formación del desierto de la Tatacoa y la cuenca del rio Aipe entregando sus aguas al rio Magdalena.

Una vez evaluada la información presentada por el INVIAS, respecto a la definición del AID de las alternativas propuestas, se considera que es adecuada y coincidente con la información presentada y las observaciones realizadas durante la visita técnica adelantada.

Se concluye que el área de influencia Indirecta está adecuadamente establecida y corresponde con el área de estudio propuesta, así mismo, la delimitación cumple con los requerimientos definidos en los términos de referencia DA-TER-3-01.

7.2.2 Consideraciones Medio Biótico

La metodología empleada en la definición del área de influencia directa e indirecta para las alternativas se basó en criterios ecosistémicos de relevancia significativa tales como drenajes naturales, drenajes artificiales, divisoria de aguas, distribución de coberturas vegetales: criterios que delimitan la manifestación de los impactos generados por el proyecto dentro del área de estudio.

Desde el medio biótico, se considera que el área de influencia directa e indirecta para cada una de las alternativas propuestas por la Empresa, es coherente y cubre en extensión, hasta donde se proyectan de forma directa los impactos generados por las actividades del proyecto en cada una de las alternativas presentadas.

7.2.3 Consideraciones Medio Socioeconómico y cultural

El estudio del Medio Socioeconómico contempla dos áreas de influencia, las cuales se delimitan según la organización político-administrativa del área del proyecto, así como la presencia de territorios que

corresponden tanto a los resguardos indígenas del Pueblo Nasa que se localizan en cercanía al proyecto como aquellos que corresponden a la zona de Parques Nacionales Naturales PNN de Colombia:

Unidades Territorial Mayores (UTM): se localizan en tres departamentos de intervención, correspondientes a: Valle del Cauca, Tolima y Huila y los respectivos municipios Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima (Tolima) y Neiva y Aipe (Huila), por los cuales discurre las cuatro (4) alternativas propuestas.

Unidades Territoriales menores (UTm): corresponden a corregimientos, veredas, caseríos y territorio de comunidades étnicas que se ubiquen sobre o en cercanía al área de intervención. Señalo el Estudio que en este caso se evaluarán para cada una de las UTm aspectos relacionados con demografía, acceso y cobertura en servicios públicos y sociales, aprovechamiento de recursos naturales, actividades económicas, mercado laboral, formas de tenencia, organizaciones sociales, entre otros temas de interés, estas unidades se relacionaron en la siguiente tabla:

Tabla 7.1 Áreas de influencia UTM y UTm de las Alternativas

UTM Municipios	UTm Alternativa A (S1+Edl 2)	Total UTm	UTm Alternativa B (S2+Edl 1)	Total UTm	UTm Alternativa C (Edl1)	Total UTm	UTm Alternativa D (Edl 2)	Total UTm
Departamento del Valle del Cauca								
Pradera	V. La Granja	**7**	La Feria	**12**	La Feria	**12**		
	V. La Fría		El Nogal		El Nogal			
	V. Vallecito		La Granja		La Granja			
	V. Bolívar		San Isidro		San Isidro			
	V. Parraga		La Fría		Resguardo Indígena Kwet Wala			
	V. Lomitas		El Líbano		La Fría			
	V. El Recreo		San Antonio		Vallecito			
			Bolívar		El Líbano			
			Bolo Azul		San Antonio			
			Parraga		Bolívar			
			Lomitas		Bolo Azul			
			El Recreo		Parraga			
Florida	V. Los Caleños	**6**	San Antonio de los caballeros	**1**	San Antonio de los caballeros	**1**	La Diana	**5**
	V. La Diana						San Antonio de Los Caballeros	
	V. San Antonio de Los caballeros						Loma Gorda	
	Loma Gorda						Pablo Nuevo	
	Pablo Nuevo						La Riviera	
	La Riviera							

UTM Municipios	UTm Alternativa A (S1+Edl 2)	Total UTm	UTm Alternativa B (S2+Edl 1)	Total UTm	UTm Alternativa C (Edl1)	Total UTm	UTm Alternativa D (Edl 2)	Total UTm
Departamento del Tolima								
Rioblanco	Área Territorios Nacionales	**3**	Territorio Nacional	**3**	Los Cristales	**3**	Rioblanco	**2**
	Rioblanco		Rioblanco		Territorio Nacional		Territorio Nacional	
	Vereda Los Cristales		Los Cristales		Resguardo Las Mercedes			
Ataco	Vereda La Dorada	**23**	San José	**11**	San José	**11**	La Dorada	**23**
	Vereda Los Mangos		El Porvenir		El Porvenir		Los Mangos	
	Vereda Chilirco		Casa de Zinc		Casa de Zinc		Chilirco	
	Vereda Cupilicua		El Cóndor		El Cóndor		Cupilicua	
	Vereda Canoas La Vaga		La Betania		La Betania		Canoas La Vaga	
	Vereda El Aceituno		El Limón		El Limón		El Aceituno	
	Vereda Totumal		Jazmina		Jazmina		Totumal	
	Vereda Pastalito		Berlín		Berlín		Pastalito	
	V. Pueblo Nuevo		El Agrado		El Agrado		Pueblo Nuevo	
	V. Mesa de Pole		El Paujil		El Paujil		Mesa De Pole	
	V. La Ceiba		El Jazmin		El Jazmin		La Ceiba	
	V. Las cruces						Las Cruces	
	V. El águila						El Águila	
	V. Santiago Pérez						Santiago Pérez	
	V. Las Señoritas						Las Señoritas	
	V. La Betania						La Betania	
	V. el Jordán						El Jordán	
	V. Agua Dulce						Agua Dulce	
	V. Jazmina						Jazmina	
	V. Berlín						Berlín	
	V. El Agrado						El Agrado	
	V. El paujil						El Paujil	
	V. El Jazmin						El Jazmin	
Planadas	V. Patagonia	**9**	Santa Rosa	**11**	Santa Rosa	**11**	Patagonia	**9**
	V. Santa Rosa		Patagonia		Patagonia		Santa Rosa	
	V. Buenos Aires		Caño Roto		Caño Roto		Buenos Aires	
	V. la Ilusión		Brucelas		Brucelas		La Ilusión	
	V. San Jorge		Buenos Aires		Buenos Aires		San Jorge	
	V. El recreo		La Ilusión		La Ilusión		El Recreo	
	V. La Loma		San Jorge		San Jorge		La Loma	

UTM Municipios	UTm Alternativa A (S1+Edl 2)	Total UTm	UTm Alternativa B (S2+Edl 1)	Total UTm	UTm Alternativa C (Edl1)	Total UTm	UTm Alternativa D (Edl 2)	Total UTm
	V. La Aurora		El Recreo		El Recreo		La Aurora	
	V. La Esperanza		La Loma		La Loma		La Esperanza	
			La Aurora		La Aurora			
			La Esperanza		La Esperanza			
Natagaima	V. Montefrio	**1**					Vereda Montefrío	**1**
Departamento del Huila								
Aipe	Vereda El Callejón	**2**	La Unión	**6**	La Unión	**6**	El Callejón	**2**
	Vereda Pata		El Castel		El Castel		Pata	
			Praga		Praga			
			Los Cauchos		Los Cauchos			
			San Isidro		San Isidro			
			Rio Aípe		Rio Aípe			
Neiva			Horizonte	**1**	Horizonte	**1**		
Total UTm	**Alternativa A**	**51**	**Alternativa B**	**45**	**Alternativa C**	**45**	**Alternativa D**	**42**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

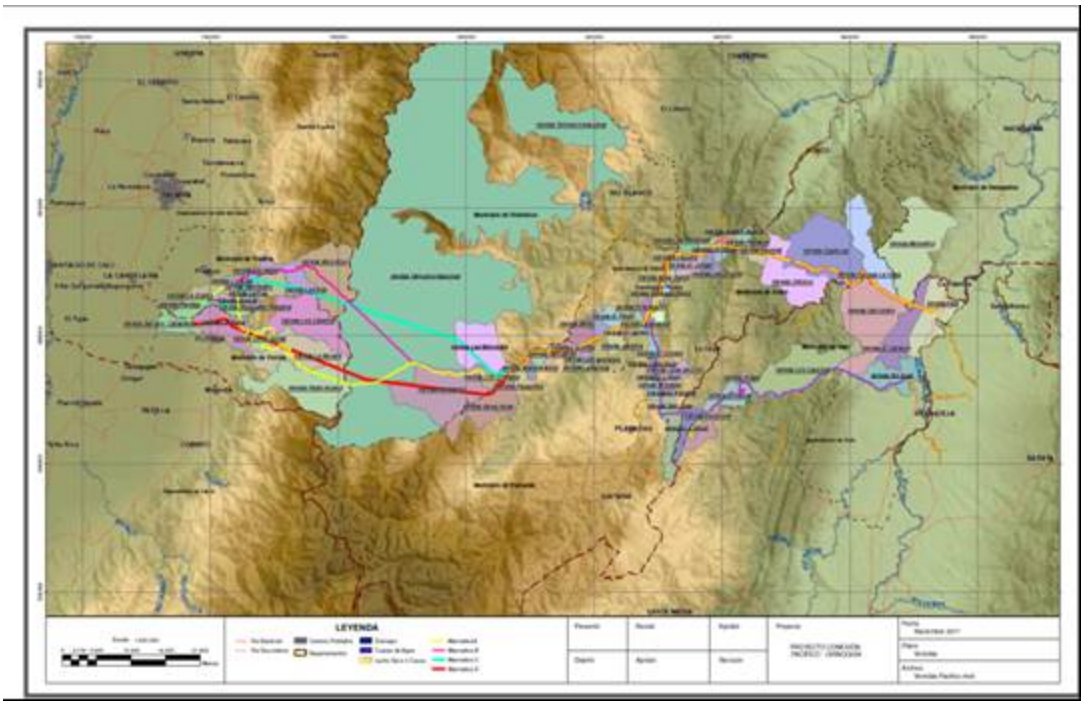
La alternativa que mayor número de unidades territoriales menores interviene es la Alternativa A con 51 unidades, seguida de las Alternativas B y C con 45 unidades, mientras la Alternativa D presenta el menor número con 42.

El municipio que observa mayor intervención en su territorio es el de Ataco con 23 unidades territoriales menores en las alternativas A y D respectivamente, seguido de Pradera con 12 con las alternativas C y D, seguida del municipio de Ataco con 11 en las alternativas B y C.

En contraste el municipio que menor número de veredas o unidades menores ve afectadas es Natagaima y Neiva con tan solo 1 unidad en las alternativas B y C respectivamente, seguido de Rioblanco con un promedio de 3 a 2 unidades afectadas en las cuatro alternativas evaluadas.

Finalmente, la alternativa D es la que interviene el menor número de municipios por alternativa; el Resguardo Indígena Kwet Wala solo se encuentra en la alternativa C.

Figura 7.1 Localización de alternativas y división política del área del DAA según INVIAS



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Esta Autoridad considera que las áreas de influencia presentadas en el DAA es acorde con lo visto u observado en campo durante la visita y es coherente con lo establecido por el Instituto Agustín Codazzi – IGAC y Términos de Referencia, es necesario señalar que de acuerdo con la información suministrada por INVIAS, las Unidades Territoriales fueron establecidas con base a los Esquemas y Planes de Ordenamiento Territorial de acuerdo a la localización de las cuatro (4) Alternativas, en ese sentido y con base en la información descrita anteriormente, así como lo observado durante la visita de evaluación por medio de las diferentes entrevistas con las autoridades municipales, se considera pertinente y ajustado lo presentado para el área de influencia en relación con el medio socioeconómico y a lo definido en los Términos de Referencia.

8 CONSIDERACIONES DE LA ANLA A LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

8.1 CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO ABIÓTICO

8.1.1 Geología

En desarrollo del estudio el INVIAS hace la descripción estratigráfica, el análisis estructural regional, la comparación geológica de las alternativas y el análisis y evaluación de las amenazas naturales.

- Estratigrafía

En relación a la Geomorfología General, en el proyecto se encuentran unidades litológicas que varían de edad desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. De igual forma, los rasgos estructurales, representados por las diferentes fallas y lineamientos, que en la zona del proyecto presentan una tendencia regional más importante NE-SW, delimitan porciones extensas del terreno, imprimiendo un marcado control estructural sobre el relieve y aumentado el grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos.

La escala de trabajo de 1:10.000 para las obras subterráneas, en función de la sectorización geológica que influye directamente en el comportamiento hidrogeológico del área, que divide en tres (3) regiones geográficas representativas donde se emplazan los corredores en análisis; a saber:

- **Región 1:** Valle Alto del río Cauca entre Palmira y la Falla de Potrerillo en el piedemonte occidental de la Cordillera Central. (en esta región no se contemplan la construcción de túneles). Corresponden a extensos depósitos cuaternarios, de origen aluvial, fluvio-glacial conforman buena parte de esta región.

- **Región 2:** Vertiente occidental de la Cordillera Central entre la Falla de Potrerillo y su divisoria de aguas, en el límite departamental Valle del Cauca - Tolima. (En esta región se ubican los túneles férreos y viales largos). La Cordillera Central está constituida por rocas ígneas y metamórficas del Proterozoico al Terciario, recubiertas por rocas volcánicas y depósitos volcano-sedimentarios del Terciario y Cuaternario. En las estribaciones aparecen rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico.

- **Región 3:** Estribaciones orientales de la Cordillera Central entre la citada divisoria de aguas y la Falla de San Francisco, en el piedemonte del valle superior del Río Magdalena. (En esta región se concentran la mayoría de túneles del proyecto). El valle de los ríos Magdalena y Saldaña está conformado por rocas sedimentarias, marinas y continentales del Mesozoico y Cenozoico, que forman serranías alargadas en dirección N-NE, así como rocas volcánicas del Triásico-Jurásico. Extensos depósitos cuaternarios, de origen aluvial, fluvio-glacial, volcánico y volcanoclástico, conforman buena parte de esta región. La secuencia estratigráfica cretácica, paleógena y neógena es más gruesa hacia el noreste y disminuye paulatinamente hacia el suroeste.

De acuerdo a la caracterización de las unidades geológicas representadas en el área de estudio para las cuatro alternativas (A, B, C y D), el Batolito de Ibagué (Jcd) es la unidad geológica con mayor cobertura tanto en el área de influencia directa como indirecta.

Para la alternativa A presenta un % de cobertura 30,56 en el AII y 28,04% AID, en la alternativa B presenta un % de cobertura 36,93 en el AII y 34,27 % en el AID, en la alternativa C presenta un % de cobertura de 39,21en el AII y 39,37% AID, en la alternativa D presenta un % de cobertura 34,21 en el AII y 29,76% AID.

- Geología Estructural

El área de estudio está ubicada en la zona andina, región colombiana sometida a interacción de las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica. Los mayores rasgos morfotectónicos son el valle del río Cauca, la Cordillera Central que se levanta a partir de un conjunto de fallas inversas escalonadas, la depresión estructural más sur del valle del río Magdalena, limitada al este con la Cordillera Oriental, cabalgando rocas del basamento de edad Precámbrica hasta Jurásica, sobre rocas sedimentarias más jóvenes del valle del

Magdalena. Estos rasgos morfotectónicos están relacionados con posibles fenómenos distensivos en el Jurásico y compresivos en el Cenozoico (Oligoceno – Mioceno), a los que se asocia el levantamiento de las cordilleras y las depresiones interandinas.

Los esfuerzos de compresión principal, orientados en sentido general E-W, ocasionaron deformaciones de la corteza terrestre, en su mayoría pliegues y fallas geológicas; algunas de estas últimas de mucha importancia en evaluación de la amenaza sísmica.

En la Cordillera Central la mayoría son fallas inversas de ángulo alto. Sin embargo, algunas de estas fallas se han movido como fallas de rumbo por lo menos una vez durante su evolución (Ingeominas, 1985). En general, para el sector de las Estribaciones Orientales de la Cordillera Central se diferencia una alta complejidad estructural, dada la historia tectónica que la caracteriza.

En ésta área, se conoce un conjunto de fallas mayores; algunas de ellas afectan casi exclusivamente al Batolito de Ibagué, por lo que se dificulta detectar el tipo de movimiento y el desplazamiento de los bloques a lado y lado de la estructura (Ingeominas, 1985).

Una de las fallas más prominentes es la Falla del Saldaña que provoca el alineamiento de los ríos Siquila y Saldaña, donde el movimiento de la falla es de tipo vertical y el plano de falla tiene un buzamiento bastante alto; con el bloque Oriental levantado con relación al Occidental. La Falla El Hereje causa el control de los ríos Saldaña y Hereje, tiene dirección E-W.

Localmente, se le da mayor importancia a la disposición de las fallas que afectan la construcción de túneles. De esta forma, en los dos trazados de las Alternativas Viales (A, B), los túneles férreos alternativas (C, D) son afectados por la Falla Meridiano. Los túneles 5 y 6, de las Alternativas viales (A, B), respectivamente, se encuentran localizados en cercanías a la Falla Saldaña, adicionalmente, los túneles 13 y 16 de las Alternativas Viales (A, B), se encuentran localizados en cercanías al Sistema de Fallas de Chusma. Finalmente, los Túneles, 2, 3 y 7 de la alternativa del Corredor Vial alternativa (B) se encuentran afectados por la Falla Hereje y la Falla Santiago-Pérez, en su orden.

- Comparación geológica de alternativas

A partir de información de campo y fotointerpretación de detalle la Empresa elaboró cartografía geológica a escala 1:25.000, Adicionalmente se adquirieron tres imágenes satelitales orto corregidas, sensor RAPIDEYE (años 2009, 2011 y 2014), sobre la cual se realizó el análisis geológico de alternativas.

Con la descripción de las unidades geológicas presentes en las Alternativas A, B, C y D en orden cronológico, se establece el tipo de litología y grado de compactación y competencia de las rocas que atravesaría el proyecto.

- Rocas Precámbricas: Rocas cristalinas producto de metamorfismo regional, facies anfibolita hasta granulita, representado en la Cordillera Central por el Complejo Icarco, distribuidos irregularmente dentro del Batolito de Ibagué, con frecuencia asociados a zonas de falla, especialmente la Falla del Saldaña. La litología más común es de anfibolitas masivas a ligeramente esquistosas y de grano fino a medio, neises anfibólicos bandeados, con grano medio a grueso y textura granoblástica y neises cuarzo-feldespáticos y biotíticos, cuarcitas y migmatitas.

- Rocas paleozoicas: Rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas de edad paleozoica afloran exclusivamente en la Cordillera Central, representadas por las unidades litologicas. Complejo Cajamarca (Pzc), Complejo Arquía (Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), Metagabroides de Bolo Azul (Pzba)), Batolito de Santa Bárbara (PTRcd). Estas litologías cristalinas están asociados a un metamorfismo regional de unidades pelítica–psamítica y rocas metaígneas y rocas ígneas plutónicas conformadas por cuarzo-diorita/tonalita. El batolito intruye los complejos de Cajamarca y Arquía, relacionado con el ciclo magmático permotriásico Por lo que su edad seria Paleozoica superior para el metamorfismo regional. Estas características muestran unas rocas duras, competentes e impermeables.

- Rocas mesozoicas: corresponde a rocas de origen ígneo y sedimentario, las formaciones Payandé (secuencia calcárea con desarrollo de paisajes kárstico por disolución química), Saldaña (secuencia vulcano-sedimentaria conformada por rocas volcánicas, lavas y tobas, intermedia a ligeramente básica (dacitas-andesitas) con estratos sedimentarios son menos abundantes representados por areniscas líticas y arcósicas con intercalaciones de limolitas y arcillolitas y calizas), Batolito de Teruel e Ibagué (rocas fanerítica de textura equigranular, maciza y de composición tonalitas, cuarzodiorítica – cuarzomonzonítica, con facies locales dioríticas), Stocks cuarzo-dioríticos del cretáceo, Formación Anaime (Consiste de basaltos toleíticos masivos con lavas almohadilladas de origen oceánico) y un grueso paquete sedimentario de ambientes continental, marino transicional y marino conformada por las formaciones Yaví, Caballos, Hondita, Loma Gorda, La Tabla, Seca, Guaduas y unidades informales como las rocas sedimentarias de la Quebrada Barranco, Grupo Olini. Esta complejidad geológica influye directamente en la estabilidad de las obras y en el comportamiento hidrogeológico de las áreas a intervenir por el proyecto.

- Rocas terciarias: conformando unidades sedimentarias de ambiente continental e ígneo de origen plutónico y volcánico, representada por las rocas de la formación Gualanday, Grupo Honda (son unidades de permeabilidad primaria con moderada a alta capacidad hidrogeológica) y rocas Hipoabisales (diques cristalinos conformadas por rocas daciticas, andesiticas y graníticas, con texturas afanítica, porfirítica y fanerítica fina, que afloran como diques y plutones de poca extensión).

- Depósitos Cuaternarios: Los depósitos que se encuentran en el Valle del río Cauca son aluviones (Qal, Qt), derrubios (Qd) y espectaculares conos aluviales (Qca) concentrados a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Central. Los anteriores conos son en general depósitos múltiples que tienen poca estratificación y están compuestos de cantos, guijarros y gravas, con cantidades menores de arenas, limos y arcillas. Son depósitos dinámicos y su composición refleja la geología regional de la cordillera central.

En general todas las alternativas atraviesan las mismas unidades geológicas en menor o mayor proporción conformadas por rocas competentes, bien consolidadas con buena capacidad portante, de porosidad primaria, secundaria (asociada a fracturas y/o a la disolución de minerales) y rocas impermeables afectadas por un complejo comportamiento estructural debido a la interacción de las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica que levanta, fractura, falla, pliega las unidades que conforma de la Cordillera Central y sus estribaciones.

Conforme a lo evidenciado anteriormente, se observa que la información aportada mediante radicado

2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, en cuanto a la caracterización geológica cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006, no obstante, en el EIA se debe incorporar con mayor detalle los análisis geomecánico, la resistencia del material, el perfil de meteorización de las mismas, además del análisis morfodinámico y geotécnico de las unidades descritas y las amenazas naturales sísmica, inundación, ceraunica y erosión en el área de influencia de la alternativa seleccionada.

Se deberá optimizar los trazados de tal manera que se minimice la afectación predial y la de áreas que presenten amenazas naturales, como son fenómenos hídricos (inundaciones), morfodinámicos (procesos erosivos y de remoción en masa, entre otros) y geotécnicos (suelos altamente inestables que no garanticen la sostenibilidad de la vía a largo plazo); Minimizando además la intervención de las áreas con coberturas vegetales naturales, seminaturales y en proceso de regeneración natural y también la necesidad de aprovechamiento forestal, uso o afectación de recursos naturales

Realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia

El análisis de la zonificación geotécnica presentada en el capítulo de amenazas se evaluará en el componente de Geotecnia del presente concepto técnico.

8.1.2 Geomorfología

El componente de geomorfología presentado por el INVIAS se realizó utilizando los criterios y metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC) en la “Propuesta para la estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia” (Carvajal, 2011) a escala 1:100.000 y la “Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa” a escalas 1:10.000 y 1:2.000, complementado con imágenes de satélite y el DEM.

El documento radicado en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas identifica con los insumos temáticos como Modelo Digital de Elevación, mapas de pendientes, cartografía geológica e imágenes de sensores remotos, se identifican las unidades en la totalidad zona de estudio, en escala 1:25.000.

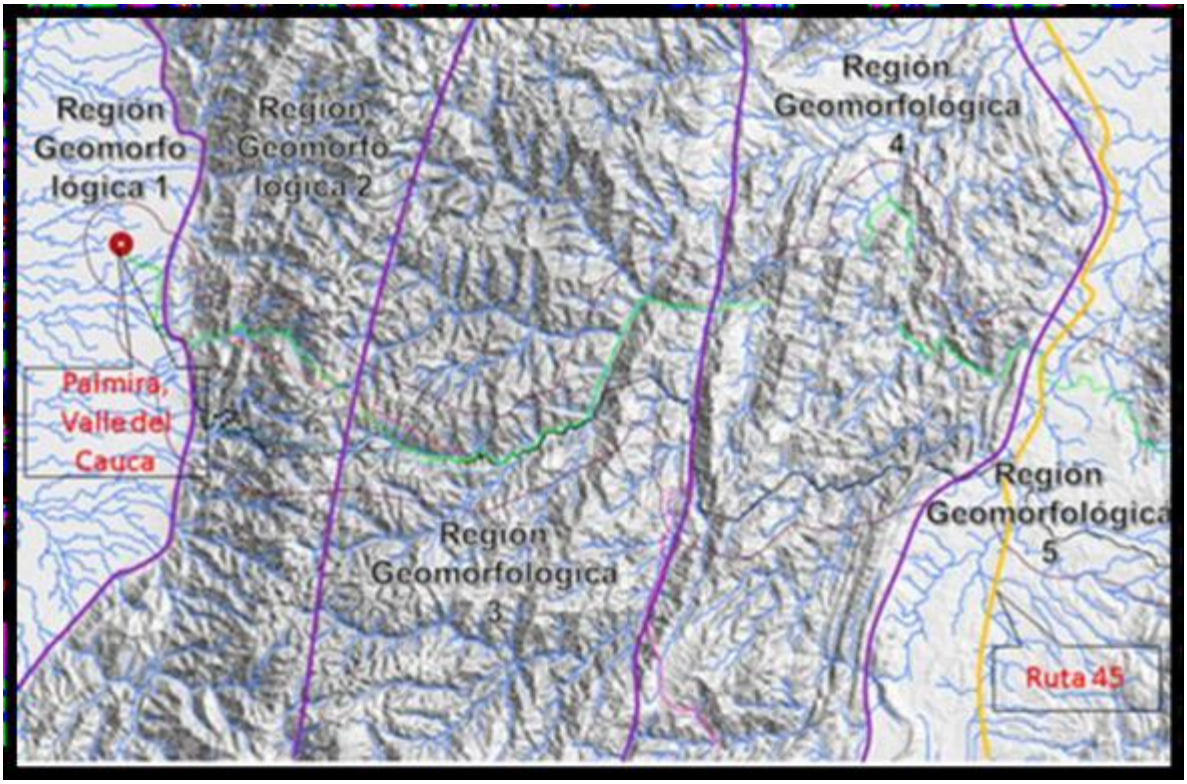
Las diferentes unidades litológicas y el complejo comportamiento estructural provocan que el grado de susceptibilidad a los procesos morfodinámicos o al grado de fracturamiento de las unidades responda de manera diferencial a los procesos exógenos que moldean el territorio.

En general el proyecto identifica cinco (5) regiones geomorfológicas:

- *Región Geomorfológica 1, que corresponde al Valle del río Cauca, es casi de exclusividad de Ambiente Fluvial.*
- *Región Geomorfológica 2, que corresponde al flanco occidental de la Cordillera Central, la divisoria de aguas y la parte más alta del flanco oriental, hasta un cambio de pendientes que se alinea de sur a norte, probablemente por causas estructurales de tipo tectónico, tiene una predominancia de ambientes glaciales en las cotas más altas, siendo importantes en las cotas intermedias ambientes denudacionales y estructurales en cotas bajas en el piedemonte occidental, asociados al sistema de fallas de Romeral.*

- *Región Geomorfológica 3, haciendo parte también de la Cordillera Central, está determinada esencialmente por el control que ejercen las rocas ígneas del Batolito de Ibagué y presenta un predominio de ambientes denudacionales.*
- *Región Geomorfológica 4, finalizando la Cordillera Central, es controlada por la secuencia de rocas sedimentarias, que, aunque se encuentran por sectores intensamente plegadas, en conjunto aun es perceptible la tendencia aproximada norte sur en los rumbos, acorde con la dirección de fallas compresionales.*
- *Región Geomorfológica 5 integra el Valle del río Magdalena, donde no todo corresponde a ambientes fluviales como en el caso del río Cauca; estos ambientes se combinan en el predominio con ambientes denudacionales, en su mayor parte como lomas residuales, resultado de la erosión de rocas sedimentarias antiguas.*

Figura 8.1 Regiones Geomorfológicas identificadas para las cuatro alternativas



Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Asimismo, el documento describe las unidades geomorfológicas basadas en el ambiente morfogenético:

- Ambiente Denudacional: dentro de estas geoformas se encuentran aquellas que presentan una expresión morfológica definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan, dejando expresiones remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas unidades donde se acumulan los sedimentos. Conformadas por geoformas de Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión, escarpe de erosión mayor, Lomo

denudado bajo de longitud larga, Lomo denudado moderado de longitud larga, Lomeríos disectados, Ladera erosiva, Lomo denudado moderado de longitud larga, Sierra denudada y residual.

- Ambiente Fluvial: Corresponden a las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, sin importar las variaciones que tiene el comportamiento de la dinámica fluvial. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados apenas pierde su capacidad de arrastre. Corresponden las unidades de Abanico aluvial sub-reciente, Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados, Escarpe de abanico fluvial, Planicie y delta lacustrino.

- Ambiente Estructural: En este ambiente se encuentran las geoformas cuyo origen se asocia a las estructuras geológicas sobre las cuales se desarrollan el relieve, como los plegamientos y los fallamientos. En el área del Proyecto se presenta una alta complejidad estructural, al abarcar una franja horizontal extensa entre el valle del río Cauca, la totalidad de la Cordillera Central y el valle del río Magdalena, que involucra muchos de los más importantes eventos del tectonismo andino de Colombia. Asociada a las geoformas de Espolón, Escarpe de línea de falla, sierra, sierra homoclinal.

- Ambiente Glacial: agrupa las geoformas que se originan por procesos relacionados con la erosión intensa ocasionada por el movimiento de masas de hielo en zonas de alta montaña ante el retroceso de las zonas glaciales. Estos eventos modelaron el sustrato rocoso preexistente, generando gran cantidad de sedimentos que fueron trasportados o acumulados en las laderas adyacentes. En el área del Proyecto la totalidad de las unidades encontradas se localizan en las cotas más altas de la Cordillera Central. Asociada a artesa glacial, circo glacial y de nivación, flancos de valle glacial, laguna glacial, morrena de fondo, sierra glaciada, sierra homoclinal glaciada.

- SI bien se realiza un análisis morfográfico y dinamico de las unidades geomorfológicas identificada sobre la basa de la fotointerpretación y control de campo es necesario identificar y establecer un análisis de áreas susceptibles a procesos morfodinámicos, mofométricos de las unidades cartografiadas y presentar un análisis de pendientes

8.1.3 Suelos

El INVIAS en el estudio relaciona la descripción de las características edáficas generales del área de influencia de las alternativas propuestas, detallando variables relacionadas con la clasificación agrológica, capacidad de uso, cobertura y uso actual, analizadas con base en los estudios generales de suelos de los departamentos de Huila, Tolima, Valle del cauca y Cauca; estudios realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

- Unidades de Suelo

Descritos en el aparte de clasificación agrológica, en la zona de estudio se presentan suelos de paisaje de montaña en clima frío húmedo y muy húmedo (MLCc2), caracterizados por su baja fertilidad; suelos de paisaje de lomerío en clima frío húmedo y muy húmedo (LLBd3p) pobremente drenados y un nivel de erosión moderada en algunos sectores afectados por erosión hídrica y remoción de masa en grado ligero a moderado y suelos de paisaje de lomerío en clima medio seco caracterizados por ser superficiales con un nivel severo de erosión, sobre todo hídrico y eólica y altos niveles de pedregosidad.

- Clasificación agrológica

En la zona de influencia del proyecto el INVIAS identificó grupos agrológicos:

La clasificación de los suelos por su capacidad de uso contempla ocho (8) clases que se designan con números romanos del I al VIII, donde la clase I corresponde al suelo con las mejores características para la producción agropecuaria y la clase VIII son suelos que se deben dedicar a la conservación debido a que presentan muchas limitantes que no permiten su explotación agropecuaria.

El sistema de clasificación agrológica de los suelos comprende el agrupamiento de suelos de acuerdo a su mismo grado relativo de limitación y riesgo, en lo referente a su uso, protección y conservación, de tal forma que se garantice su uso sostenible. El método se integra por ocho clases, las que se designan con números romanos, aumentando su grado de limitación respecto de su aprovechamiento agropecuario. Las clases I a IV pueden ser aradas y cultivadas sin mayores riesgos, siempre y cuando se lleven a cabo prácticas correctas de conservación. Las clases V a VIII no pueden ser aradas y cultivadas y requieren protección y conservación.

- Uso actual del suelo

El uso actual del suelo, se determinó realizando la superposición con la ayuda del SIG, de las unidades de suelo y las unidades de cobertura de la zona de estudio, siendo las actividades agropecuarias establecidas sobre dichas coberturas, las que corresponden al uso actual de cada unidad resultante (Ver Anexos Mapa Temáticos No. 8. Uso Actual del Suelo).

El INVIAS en el capítulo 4 del estudio DAA, en la **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.** presenta la caracterización del uso actual del suelo para cada una de las alternativas A, B, C y D respectivamente, el uso del suelo categorizado como uso de PROTECCIÓN es el más representativo a nivel de cobertura en porcentaje y hectáreas para las cuatro alternativas. Las categorías del uso actual del suelo corresponden a las establecidas por el IGAC.

Según lo observado en la visita de campo por el grupo evaluador de la ANLA se establece que el uso de mayor predominio es el de protección y le sigue el agrícola, observándose cultivos de café en su gran mayoría, plátano y caña de igual forma, se identifican potreros asociados a ganadería intensiva y semi intensiva. Al igual se presentan caseríos distanciados en el área de estudio.

- Uso potencial del suelo

El INVIAS en la determinación del uso potencial del suelo se utiliza la capacidad de uso, que corresponde a la clasificación y agrupación de las tierras en unidades homogéneas que presentan e igualmente suministran similares condiciones de explotación y manejo con el fin de obtener altos rendimientos, generando un menor riesgo de deterioro, sistema desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (Manual 210 USDA) con algunas adaptaciones y modificaciones realizadas por la Subdirección de Agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC para su aplicación al trópico Colombiano a lo largo de los años de aplicación de la misma.

El análisis de tipo interpretativo de la capacidad de uso de las tierras se fundamenta en la evaluación de los siguientes criterios de calificación sobre cada una de las unidades cartográficas de suelos que integran la caracterización del recurso. A continuación, se describen estos:

- Pendiente
- Degradación (grado de erosión, remoción en masa).
- Humedad (drenaje natural, frecuencia de inundación, rango y duración de inundaciones).
- Suelos (Profundidad efectiva, grupo textural, fragmentos de roca, pedregosidad en superficie, afloramientos rocosos, fertilidad, conductividad, PSI, relación Ca/Mg, Saturación de aluminio).
- Clima (piso térmico, provincia de humedad, distribución de las lluvias, heladas).

El INVIAS en el capítulo 4 del DAA, describió para cada una de las alternativas el potencial de suelo de cada una de las franjas del área de influencia directa e indirecta de las alternativas A, B, C, D.

- Conflictos de uso del suelo

Los conflictos de uso del suelo identificados por la Empresa en el DAA corresponden a Tierras en uso adecuado donde el uso actual está acorde a su capacidad de uso, Tierras en uso inadecuado en zonas donde el uso actual supera el uso potencial de los suelos y Tierras en uso muy inadecuado correspondiente a zonas donde el uso actual está muy por encima de la aptitud de los suelos.

Respecto de la caracterización diagnostica del componente suelo se presenta el desarrollo de los conflictos de uso del suelo como un aspecto concluyente de la evaluación del recurso, a través de los cuales se identifica el estado de aprovechamiento y deterioro del mismo.

La determinación de los niveles de conflicto de uso del suelo se sustenta en un procedimiento que se fundamenta en la confrontación simultánea de las temáticas definidas como uso actual versus el uso potencial, determinando así, en mayor o menor grado la discrepancia entre el aprovechamiento actual de las tierras y la oferta edáfica estimada.

Para la determinación de los conflictos de uso del suelo el INVIAS implemento la matriz de cálculo, la cual presenta la totalidad de las posibles combinaciones que se pueden presentar en el área de estudio, lo que hace referencia a la confrontación de las unidades de uso actual especifico, versus las 4 clases agrologicas que definen las categorías de capacidad de uso de las tierras que determinan el uso potencial, estableciendo las posibles combinaciones que son analizadas, de acuerdo con la caracterización de las unidades de uso y de otra parte las características de las categorías de capacidad de uso que definen el uso potencia.

Para las cuatro alternativas a evaluar dentro de este DAA, las tierras **sin conflicto de uso o uso adecuado** es la unidad más representativa en cobertura y en porcentaje dentro del área de estudio.

8.1.4 Hidrología

Para entender el comportamiento hidrológico del área de estudio que comprende la región de las Estribaciones Orientales de la Cordillera Central, se lleva a cabo la recopilación y análisis de estudios de éste tipo elaborados por diferentes entidades, especialmente para determinar los volúmenes de agua que se infiltran en las unidades hidrogeológicas potencialmente acuíferas. Estos análisis se centran únicamente en

una caracterización climática (análisis temporal y espacial de datos de lluvia, temperatura, evapotranspiración) y de red de drenaje, con base en la información analizada.

El área de estudio, dada su extensión y su diversidad de relieves presenta distintas condiciones climáticas y atmosféricas. Como referente se tienen principalmente estudios de Planes de Ordenamiento Territorial de algunos de los municipios que hacen parte de la Región 3.

En cuanto a la red hidrográfica de la región se conforma por la gran cuenca del Río Magdalena, con un caudal promedio año 728.81 m3, haciendo parte de esta cuenca varios ríos como Pata, Río Claro, Atá, Saldaña, Bolo Blanco, Hereje, Cambrín, Anamicho, Mendarco y Blanco, entre otros.

El área montañosa de la Región 3 dado su relieve, presenta una gran diversidad de climas que van desde cálidos con temperaturas medias anuales de 26° Centígrados, precipitaciones de 1500.0 mm/año y alta evapotranspiración del orden de 1200.0 mm/año, hasta zonas de páramo con temperaturas entre 12 y 4° C y alturas entre 3000.0 y 4000.0 m.s.n.m. De acuerdo con los registros del IDEAM, en las estribaciones correspondiente a la parte media de la Cordillera, en alrededores de los 1000.0 msnm, la precipitación es de 2000.0 mm/año y la evapotranspiración de 1500.0 mm/año.

Para el análisis de las características hidrológicas se contempla un área de estudio para los cuatro corredores, dividida en cuatro (4) sectores o regiones con características similares cada una; son las siguientes:

a) Valle Alto del Río Cauca, entre la ciudad de Palmira y la Falla de Potrerillo en el Piedemonte Occidental de la Cordillera Central.
b) Vertiente Occidental de la Cordillera Central, entre la Falla de Potrerillo y su divisoria de aguas en el límite departamental Valle del Cauca - Tolima.
c) Estribaciones Orientales de la Cordillera Central, entre su divisoria de aguas y la Falla de San Francisco en el piedemonte del Valle Alto del río Magdalena.
d) Valle Alto del río Magdalena, entre la Falla de San Francisco en el piedemonte de la Cordillera Central y la Falla de Baraya en el piedemonte de la Cordillera Oriental.

La información presentada por el INVIAS cumple con los requisitos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente hidrología.

8.1.5 Usos del agua

El estudio determina los usos actuales y usuarios del agua a partir de información secundaria generada en los POMCA's, registros de concesiones otorgadas por las Corporaciones Autónomas Regionales, así como trabajo de campo, estableciendo que predominan en el área de influencia el uso doméstico, agrícola, pecuario, para abastecer los acueductos municipales y el sector agroindustrial. El INVIAS en el estudio describe en el capítulo 4 todos los usos del agua por municipio donde pasa cada una de las alternativas propuestas.

En el estudio el INVIAS relaciona conceptualmente las implicaciones de los conflictos por el uso del agua en términos generales, así como la estimación de caudales mínimos para diferentes períodos de estiaje durante el año, teniendo en cuenta la visita de campo realizada por la empresa consultora para identificar el uso del agua subterráneas y superficial, la gran mayoría de las personas entrevistadas aducen que el suministro de agua para uso doméstico, las quebradas abastecedoras reducen de forma considerable su caudal en época de

estiaje, los cuales deben hacer racionamiento, que si no es bien manejado, ocasiona un conflicto del uso y más para riego de cultivos, por el acceso limitado al agua.

Teniendo en cuenta la visita de campo por el grupo evaluador de la ANLA y la información suministrada por el INVIAS, se pudo observar que para las alternativas (A, B) en el sitio del caserío la unión vereda Castel del departamento del Huila en la construcción de los túneles para estas alternativas el riesgo es alto por el corte de agua subterránea y en los sitios de los caseríos de tres esquinas y santa Rita se puede presentar un alto riesgo de afectación en fuente superficial.

Por otra parte en la localización de los tramos de las alternativas (A,B) en el sector de florida donde se empieza ascender por la vía existente tipo 6, paralelo a la margen izquierda del rio fraile para llegar al sitio del portal de entrada de la proyección de los túneles carreteables para estas alternativas donde se localiza la comunidad étnica los Nassa del resguardo indígena Paeces donde se niegan a dar el permiso o la viabilidad a los megaproyectos; y en este sector donde nace el rio fraile el cual es la fuente hídrica que alimenta los acueductos veredales como municipales de pradera, la candelaria, florida y Palmira.

8.1.6 Hidrogeología

El análisis del componente hidrogeológico elaborado por el INVIAS contempla el desarrollo de los siguientes aspectos identifica o relaciona tres regiones a partir de sus características hidrogeológicas (coincidente con la caracterización geológica). Las unidades hidrogeológicas se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la IAH (1995), de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (Primaria o intergranular y secundaria o por fracturas) y a su potencialidad acuífera, reflejada esta última en el valor de la Capacidad Específica. Por tal razón las diferentes unidades hidrogeológicas del área se pueden clasificar en Acuífero (Unidad hidrogeológica que almacena agua y permite su movimiento a través de sus poros o fracturas bajo la acción de la gravedad o de diferencias de presión), Acuitardo (Unidad hidrogeológica que almacena y transmite lentamente el agua subterránea hacia una captación artificial o natural o hacia un acuífero adyacente) y en Acuicludo (Unidad hidrogeológica que no almacena ni trasmite el agua subterránea):

- *Región Uno: Valle Alto del Río Cauca entre la Ciudad de Palmira y la Falla de Potrerillo en el Piedemonte Occidental de la Cordillera Central.*

El análisis de la información geológica, estructural, geomorfológica, hidrológica y captaciones de aguas subterráneas a partir de los informes CVC-INGEOMINAS (1971) y CVC, (1986).conformadas por rocas de la Formación Amaime (rocas volcánicas) de una pobre porosidad secundaria por fracturas, por rocas ígneas de muy baja permeabilidad y rocas de la Formación Vilela (conglomerados interestratificados con tobas arenosas) de porosidad primaria y por los depósitos Cuaternarios con desarrollo de porosidad primaria.

En general, el área está cubierto por extensos depósitos conos aluviales de edad Cuaternaria, que conforman sistemas acuíferos de tipo libre de porosidad primaria. Dicha unidad hidrogeológica constituye el principal sistema acuífero del Departamento del Valle del Cauca. Estos depósitos cuaternarios agrupan diversas unidades de tipo aluvial y coluvial como las Terrazas, Depósitos de Derrubio y de Cauce Aluvial.

En esta región los sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular conforman sistemas acuíferos de extensión regional del periodo cuaternario considerados de gran importancia hidrogeológica en el departamento del Valle del Cauca, debido a su gran almacenamiento de agua de buena calidad para diversos fines, especialmente consumo humano, doméstico, agrícola e industrial. Pertenecen a esta clasificación los

acuíferos depósito de conos aluviales, terrazas y depósito de cauce aluvial del cuaternario y el acuífero Vilela del Terciario. Este comportamiento geológico conforma acuíferos multicapa de tipo libre, semiconfinado y confinado con un espesor entre 1 a 200.0 m, depositada sobre unidades consideradas de escasa a nula permeabilidad.

La dirección general del flujo subterráneo va del piedemonte hacia el SW en dirección al Río Cauca, con un gradiente hidráulico bajo. Los parámetros hidráulicos calculados para la Unidad Hidrogeológica en el área atravesada por las Alternativas Viales son, para la Transmisividad entre 300.0 y 1000.0 m2/día, con Coeficiente de Almacenamiento desde 1.5 E-03 hasta 7.0 E-04 y Conductividad Hidráulica de 3.0 a 6.0 m/día. La Capacidad Específica fluctúa desde 5.0 hasta8.0 l/s/m, siendo explotada por pozos con caudales que varían de 20.0 a 80.0 l/s. El Radio de Influencia calculado para estos pozos varía entre 500.0 y 1200.0 m de longitud.

El agua subterránea es dulce con una concentración en Sólidos Disueltos Totales que varía entre 220.0 y 300.0 mg/l, contenido de CaCO3 entre 100 y 400 mg/l (aguas duras a muy dura) con un pH desde 7.1 hasta 7.3. Geoquímicamente se clasifica como bicarbonatada cálcico magnésica y bicarbonatada magnésico cálcica, resultado principalmente del proceso de lavado por corrientes superficiales de rocas de origen volcánico, su recarga ocurre primordialmente a partir del agua superficial que se infiltra rápidamente a través de los piedemontes.

Otra categoría propuesta en el documento de Diagnóstico Ambiental son los Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular y a través de fracturas, con limitados recursos de aguas subterráneas al que pertenece el Acuitardo Depósito de Derrubios del Cuaternario, conformado por fragmentos de rocas volcánicas en matriz de granulometría predominantemente fina, y por los Acuicludos Formación Amaime, compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino localmente fracturadas, que conforman en gran proporción la vertiente Occidental de la Cordillera Central, constituyendo a su vez el basamento hidrogeológico del área y por las rocas intrusivas Pórfidos Andesíticos, Diorita Horbléndica y Roca Intrusiva constituyen sistemas de baja capacidad hidrogeológica en almacenamiento y tansmisividad ya sea por el porcentaje de matriz arcillosa que conforman sistemas de acuitardos o acuicludos por la textura cristalina de las rocas ígneas – metamórficas. Estas unidades regionalmente, por la masividad y compactación exhibida permiten considerarla prácticamente impermeable, y por ello se considera el basamento de la cuenca hidrogeológica del área investigada. Aunque pueden conformar sistemas acuíferos por porosidad secundaria.

La definición de estas unidades y su potencial hidrogeológico permite establecer un Modelo Hidrogeológico Conceptual y predecir el comportamiento del agua subterránea almacenada en las diversas unidades hidrogeológicas y su relación con las fuentes superficiales. De este modo, se identifican zonas de recarga (infiltración), zonas de tránsito, de almacenamiento y zonas de descarga del agua subterránea. Siendo las rocas Paleógenas - Neógenas volcano-sedimentarias de la Formación Vilela que afloran en cercanías al piedemonte con espesor aproximado a los 100.0 m y depositadas sobre la Formación Amaime (basamento hidrogeológico), por contener una matriz limo-arenosa se comporta como acuífero con pobre a moderada capacidad de almacenamiento de agua. Es recargado por la precipitación y las corrientes superficiales y a su vez aportan agua al flujo base de las corrientes superficiales a ella asociadas. Hacia el Occidente, el gran Acuífero Aluvial conformado por el Depósito Aluvial del Valle del Río Cauca es recargado principalmente por las corrientes superficiales provenientes de la vertiente de la Cordillera Central y a través de la precipitación. El flujo subterráneo tiene una dirección desde el piedemonte hacia el Sur-Occidente en dirección al cauce del Río Cauca y fundamentalmente su descarga ocurre alimentando el flujo base del Río Cauca y mediante la explotación de numerosos pozos profundos y aljibes.

- *Región Dos: Vertiente Occidental de la Cordillera Central entre la Falla de Potrerillo y su Divisoria de Aguas en el Límite Departamental Valle del Cauca-Tolima.*

Durante la Orogenia Andina en el Neogeno, se produce el levantamiento y deformación de la Cordillera Central, dando lugar a las intrusiones ígneas que contribuyen al plegamiento y fallamiento en la mencionada Cordillera.

Asimismo, se producen una serie de geoformas abruptas y montañosas representadas por serranías, cerros agudos y colinas altas sub-redondeadas de fuertes pendientes, donde se desarrolla un drenaje sub-paralelo a rectangular generalmente controlado por los rasgos estructurales, de corrientes generalmente de tipo permanentes que al final de los períodos secos alcanzan a disminuir considerablemente sus caudales.

El análisis hidroclimático muestra una precipitación promedio de 1578.0 mm/año y una Evapotranspiración del orden de 1200 mm/año, un Balance hídrico le asigna que la cantidad de agua disponible para escorrentía y evaporación equivale a 264.0 mm/año y la infiltración del suelo y percolación hacia los acuíferos es de aproximadamente 79.0 mm/año, estimándose para la Recarga Potencial del área un valor cercano a los 40.0 mm/año. Para esta Autoridad al no hacerse un análisis tan regional enmascara o subvalora los datos climáticos provocando errores en el cálculo de recarga potencial para la región dos (2) propuesta en el documento de Diagnóstico Ambiental.

La clasificación de unidades hidrogeológicas identifica a los sedimentos con flujo esencialmente intergranular potencialmente acuífera por porosidad primaria a los depósitos aluviales cuaternarios, debido a su directa asociación con las corrientes superficiales conformando acuíferos continuos de extensión regional de tipo libre y de baja a muy productividad debido a su poco espesor, menor de 5.0 m, y extensión que son recargados por la lluvia.

Otra unidad caracterizada corresponde al Sistema Acuífero Grupo Cajamarca cuya capacidad y dirección de flujo está supeditado al grado de fracturamiento de la unidad con bajas a moderadas posibilidades de almacenamiento de agua, siendo de tipo confinado. Es recargado principalmente por la infiltración directa del agua lluvia y las corrientes superficiales hacia las partes altas de sus zonas de afloramiento, transitando el agua en forma rápida a través de las fracturas, convirtiéndose los manantiales, que generalmente ocurren en las partes topográficas medias y bajas, en sus zonas de descarga.

El basamento hidrogeológico está asociado a las rocas cristalinas y depósitos de derrubios o de origen glacial conformado principalmente por fragmentos de rocas volcánicas los primeros y rocas ígneas y metamórficas embebidos en matriz de granulometría predominantemente fina y desarrollo de porosidad primaria. Las unidades rocas están representadas por los Acuicludos Formación Amaime compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino, y por las rocas intrusivas Stocks Cuarzo-Dioríticos, Batolito de Ibagué, Esquistos Básicos de Bugalagrande, Metagabros de Bolo Azul y Batolito de Santa Bárbara.

En esta región no se presentan datos correspondientes a inventario de captaciones de agua subterránea, por lo que no se pueden definir características como nivel freático y parámetros físico-químicos de cada una de las unidades geológicas presentes en dicha región.

- *Región Tres: Estribaciones Orientales de la Cordillera Central entre la citada Divisoria de Aguas y la Falla de San Francisco en el Piedemonte del Valle Superior del Río Magdalena en límites con la Ruta 45.*

Con una longitud total desde la Divisoria de Aguas hasta la Falla de San Francisco, de aproximadamente 95.0

km, donde el trazado de los Alternativas Viales van inicialmente Alternativas Viales atraviesan rocas que se pueden diferenciar de dos orígenes: Ígneo y metamórfico separados hasta unirse con alternativa D, continuando prácticamente unidos hasta llegar a la Falla de San Francisco sobre rocas cristalinas principalmente ígneas plutónicas junto con rocas metamórficas antiguas; y un grupo asociado a rocas sedimentarias y volcánicas, que en algunas áreas son intruidas por rocas plutónicas de edad Triásico y Cretácico.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas, tipifican una gran variedad de tipos de vegetación y suelos. Los suelos de las estribaciones Orientales de la Cordillera Central, se han formado a partir de cenizas volcánicas y demás materiales piroclásticos, asimismo el dominio de rocas volcánicas y metamórficas representadas por flujos de lava y mantos de piroclastos heterométricos y cuerpos intrusivos antiguos conforman serranías alargadas y cerros altos montañosos. Los paquetes metasedimentarios y sedimentarios antiguos moldean el paisaje y conforman colinas sub.redondeadas con escaza vegetación, donde se presenta un drenaje dentrítico al desarrollarse por meteorización suelos de granulometría fina, como también un drenaje sub-paralelo y las geoformas conformadas por Depósitos Glaciales Cuaternarios asociados a las partes topográficas más altas de la citada Cordillera y Depósitos de Cauce Aluvial relacionados con las principales corrientes superficiales con topografía semi-plana. Estas condiciones generan una gran variedad de suelos y tipos de vegetación de cobertura en ellos incidiendo directamente en la infiltración y recarga de los sistemas acuíferos.

En esta región se desarrollarán los diferentes túneles cortos y medianos sobre rocas cristalinas y sedimentarias distribuidos así:

- El trazado de la alternativa A en esta Región, contempla dieciséis (16) Túneles atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Santa Bárbara y del Batolito de Ibagué, cubiertos parcialmente por Depósitos Glaciares, el Complejo Icarco, la Quebrada Barranco, la Formación Saldaña, Formación Payandé, Formación Caballos y el Grupo Gualanday.

- La alternativa B presenta catorce (14) trazados de túneles, atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Ibagué, Grupo Honda, Complejo Icarco, Formación Saldaña y finalmente el Grupo Gualanday.

- La Alternativa C, contempla catorce (14) Túneles atraviesan rocas del Batolito de Ibagué, Formación Saldaña, y finalmente el Grupo Gualanday.

- El trazado de la alternativa D en esta Región, contempla dieciséis (16) Túneles atravesando las unidades geológicas identificadas como las rocas del Batolito de Santa Bárbara y del Batolito de Ibagué, cubiertos parcialmente por Depósitos Glaciares, el Complejo Icarco, la Quebrada Barranco, la Formación Saldaña, Formación Payandé, Formación Caballos, y finalmente el Grupo Gualanday.

Siendo catalogadas como Sedimentos y Rocas con Flujo Esencialmente Intergranular el Sistema Acuífero Grupo Honda conformado por los acuíferos La Victoria y Villavieja de edad Terciaria, el Sistema Acuífero Grupo Gualanday divido en Gualanday Inferior, Medio y Superior, y los acuíferos Yaví y Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barrancos del Cretácico como también los Depósitos de Cauce Aluvial, todos ellos caracterizados por desarrollar una porosidad primaria. De estos los de mayor potencial hidrogeológico son los Grupos Honda y Gualanday (Superior e inferior), con agua dulce dominantemente bicarbonatada cálcica con algunos sectores de tipo bicarbonatada sódica, moderadamente dura a dura con valores de $CaCO_3$ entre 110.0 y 180.0 mg/l,

con un pH que varía desde 7.4 hasta 8.4 y una concentración en SDT desde 220.0 y 470.0 mg/l, considerándose apta para su consumo donde el nivel estático del agua subterránea se encuentra entre 8.0 y 15.0 m de profundidad. Sus principales parámetros hidráulicos indican para la Transmisividad valores que oscilan entre los 20.0 y 100.0 m2/día con Coeficiente de Almacenamiento desde 1.5 E-03 hasta 1.0 E-06 y Capacidad Específica entre 0.5 y 1.5 l/s/m.

Los sistemas acuíferos conformados por las unidades geológicas Yaví, Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barranco, fueron considerados unidades hidrogeológicas por su composición litológica los cuales generan sistemas continuos de extensión regional con desarrollo de porosidad primaria y de tipo confinado, sin embargo, no hay reporte de estudios hidrogeológicos que determine las propiedades hidráulicas de estas unidades.

Las unidades hidrogeológicas conformadas por rocas con flujo esencialmente a través de fracturas pertenecen los sistemas acuíferos de Payandé (por disolución química y fracturas), La Tabla y Caballos de edad Cretácica constituido por una secuencia de conglomerados con intercalaciones de areniscas depositadas en ambiente marino y el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca conformado por rocas metamórficas de edad Paleozoica, con desarrollo de porosidad secundaria por fracturas. Estos sistemas carecen de estudios hidrogeológicos, pero se le considera un acuífero de extensión local con desarrollo de porosidad secundaria por fracturas, con baja a moderada capacidad de almacenamiento de agua subterránea, el flujo subterráneo tiene cortos tiempos de recorrido y permanece poco tiempo en el acuífero; sin embargo, estos sistemas están supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas y de tipo confinado con pobre capacidad de almacenamiento y producción de agua subterránea.

Por otro lado, los sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular y a través de fracturas, con limitados recursos de aguas subterráneas pertenecen los sistemas de Acuitardos conformados por los Depósitos Cuaternario Glaciales y de Morrena, embebidos en matriz fina y con desarrollo de porosidad primaria. Las unidades rocas están representadas por los Acuicludos Formación Saldaña compuesto por rocas basálticas y diabasas de fondo marino, y por las rocas intrusivas, Rocas Hipoabisales, Stocks San Cayetano, Batolito de Ibagué, Batolito de Teruel, Batolito de Santa Bárbara y Complejo Icarco.

El Modelo Hidrogeológico Conceptual proyecta el mayor potencial hídrico en las estribaciones orientales de la Cordillera Central producto por el levantamiento Terciario, que genero una mayor erosión y acumuló los materiales del Grupo Gualanday de ambiente fluvial, posteriormente en un periodo de reposo en un ambiente de llanura aluvial en el Mioceno Medio se depositan los sedimentos de la Formación Honda conformando un sistema de moderada productividad, con porosidad primaria, continuo de extensión regional y de tipo confinado, presentando un espesor de 1100.0 y se recarga con agua lluvia y de corrientes superficiales, con niveles estáticos entre 25.0 y 35.0 m de profundidad.

En el periodo cuaternario las condiciones ambientales generan glaciares cuyos depósitos por el contenido de matriz son considerados como Acuítardos de muy baja productividad, continuos de extensión regional y tipo libre. Mientras, los depósitos aluviales recientes se definen como Acuíferos de muy baja productividad, continuos de extensión regional y tipo libre, los cuales son recargados por agua lluvia y escorrentía superficial.

Estructuralmente, la región por su comportamiento de origen compresivo genera unidades fracturadas de materiales ígneos y metamórficos muy competentes. Definiendo las capacidades hidráulicas de las fallas como permeables, aquellos lineamientos que atraviesan unidades consideradas acuíferas de tipo sedimentario.

Aunque algunos de estos sistemas de fallas que afectan la construcción de Túneles como son las de Casa Zinc, Santa Rita, Pava y la Falla Chusmas que afectan al Batolito de Ibagué y al Batolito de Santa Bárbara, consideradas de carácter de baja permeabilidad por generar zonas de brechas con milonitización arcillosa. La Falla Meridiano se considera de tipo permeable al cortar rocas esquistosas del Grupo Cajamarca.

Considerando la diferencia de valores de precipitación y evapotranspiración, para la zona más alta de la Cordillera Central entre alturas que van desde los 3000.0 hasta los 4000.0 msnm, éste valor se estima en aproximadamente 300.0 mm/año. Considerando que el 70% de éste último valor es el agua disponible para Escorrentía y Evaporación (210.0 mm/año), el 50% de éste valor correspondería al agua disponible para infiltración y percolación o Recarga Potencial hacia las unidades geológicas potencialmente acuíferas. Así se calcula en forma muy aproximada que dicha recarga puede ser del orden de los 30 mm/año. Para la parte media de la Cordillera en alturas promedio de 1000.0 msnm, la Recarga Potencial se estima en 50.0 mm/año.

El Documento de Diagnóstico Ambiental presenta un análisis de cada una de las alternativas propuestas por SANVAL y EDL en el sentido de establecer la interacción hidrogeológica de los túneles en cada una de las alternativas: i) para la Región 1, no se realiza este análisis ya que no se construye ningún túnel, ii) los túneles largos viales y férreos el portal entrada atraviesa sistemas cristalinos que conforman un grueso sistemas de Acuicludo de baja permeabilidad y poca transmisión de agua situación favorable ya que no presenta unidades acuíferas durante esta parte del trazado y iii) la complejidad geológica de las unidades litológicas y estructurales de esta región condicionan el cordón montañoso irregular, surcado por varios drenajes que lo dividen en varias fajas de importancia ecosistémica.

La selección de la alternativa desde el punto de vista hidrogeológico se realiza teniendo como base el modelo conceptual regional, el potencial hidrogeológico de cada una de las unidades y el análisis hidrogeológico en cada túnel para cada una de las alternativas, teniendo en cuenta:

> *"(…) Que el trazado del túnel no intercepte unidades acuíferas, ya que podría disminuir los niveles freáticos y cambios del régimen de direcciones de flujos subterráneos de la zona.*
>
> *Que ningún sistema estructural atraviese el túnel, siendo que estas zonas se catalogan como acuíferas por su fracturamiento, si la falla o lineamiento se encuentra ubicada en un acuicludo esta recibe flujos superficiales por la escorrentía, caso contrario si se encuentra localizada en unidades acuíferas la situación es más crítica ya que recibe tanto los flujos superficiales como los subterráneos y se espera un posible aumento de caudales de ingreso al momento de ejecución de la obra, en ambas condiciones.*
>
> *No tener corrientes superficiales asociada a fallas o sistema estructurales, ya que es un punto crítico por las posibles infiltraciones que se puedan generar al momento de la excavación, ya que las fallas por su característica de fracturamiento se comportan como acuíferos así la estructura este ubicada sobre acuicludos, el tránsito y flujo de agua puede cambiar, a su vez afectar las quebradas y ríos que se encuentren bajo esta condición, generando posibles modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre la unidad hidrogeológica y los flujos superficiales reflejados en una probable disminución en sus caudales.*
> *No poseer corrientes superficiales, cuerpos lenticos y manantiales, ubicados sobre unidades acuíferas, condición que puede generar modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre los mismos, afectando probablemente sus caudales más cuando estos son fuente de*

abastecimiento para la población (…)"

De acuerdo a lo anterior se realiza un análisis hidrogeológico de túneles para cada una de las alternativas propuestas:

Tabla 8.1 Análisis hidrogeológico de túneles para cada alternativa

ALTERNATIVA A	De los 16 túneles, (11) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 16 túneles, (4) túneles son atravesados por (4) estructuras tectónicas. De las (4) estructuras tectónicas solo (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (16) túneles solo (5) son atravesados por (12) corrientes superficiales. De las (12) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (12) corrientes superficiales, (1) está asociada a estructuras tectónicas.
ALTERNATIVA B:	De los 14 túneles, (6) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 14 túneles, (3) túneles son atravesados por (3) estructuras tectónicas. De las (3) estructuras tectónicas, (3) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (14) túneles solo (3) son atravesados por (9) corrientes superficiales. De las (9) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (9) corrientes superficiales, ninguna está asociada a estructuras tectónicas
ALTERNATIVA C:	De los 14 túneles, (4) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 14 túneles, (4) túneles son atravesados por (8) estructuras tectónicas. De las (8) estructuras tectónicas, (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (14) túneles solo (5) son atravesados por (25) corrientes superficiales. De las (25) corrientes superficiales solo (4) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (25) corrientes superficiales, (4) estan asociadas a estructuras tectónicas. De las (25) corrientes superficiales, (4) están asociadas a estructuras superficiales y unidades acuíferas.
ALTERNATIVA D	De los 16 túneles, (5) túneles interceptan unidades acuíferas. De los 16 túneles, (8) túneles son atravesados por (15) estructuras tectónicas. De las (15) estructuras tectónicas, (2) se encuentran asociadas a unidades acuíferas. Superficialmente en proyección vertical de los (16) túneles solo (6) son atravesados por (25) corrientes superficiales. De las (25) corrientes superficiales solo (2) están en (2) túneles, localizadas sobre unidades acuíferas. De las (25) corrientes superficiales, (4) ninguna asociada a estructuras tectónicas. De las (25) corrientes superficiales, (4) están asociadas a estructuras superficiales y unidades acuíferas.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo al análisis el documento concluye que la Alternativa C es la presenta menos alteraciones en la hidrogeología del área del proyecto porque interceptar solo 4 unidades acuíferas especialmente con tres (3) túneles cortos no mayores de 500 m. de longitud. Además, la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel la mayor parte en acuicludos, condición que favorecería a la mitigación o prevención a las potenciales afectaciones o infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

El componente hidrogeológico requiere una optimización del trazado con base en el análisis de las zonas de recarga de acuíferos y su vulnerabilidad que puedan afectarse por el desarrollo del proyecto; minimizando la intervención del proyecto sobre cuerpos de agua y sus zonas de ronda hídrica, en los lugares que sea necesario, debe realizarse en lo posible de manera ortogonal. Asimismo se deberá, realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia, , de estas perforaciones se recomienda revestir algunas en unidades acuíferas y otras en acuicludos para determinar los niveles freáticos y sus propiedades hidráulicas a través de ensayos

de bombeo y/o slug, ya que muchas de estas por estar localizadas en rocas fracturadas su comportamiento es heterogéneo.
Por otro lado, se deberá realizar exploración geofísica realizando un análisis y consideraciones en relación con las incertidumbres y/o condicionantes en la interpretación geofísica (contenido de agua, salinidad, composición geológica, mineralizaciones metálicas, contenido de arcilla, fracturas). No solo en función del contenido de fluidos.

Teniendo en cuenta que el proyecto atravesará áreas de paramo, se deberá presentar los resultados y análisis del monitoreo de aguas subterráneas para el periodo correspondiente a un año hidrológico en cuerpos de aguas superficiales, aguas lluvias y subterráneas; de manera que permita establecer la relación entre los distintos flujos que interactúan en el área de influencia del proyecto. Asimismo, presentar modelaciones matemáticas que permitieran determinar de manera cuantitativa el caudal de infiltración para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas, discriminados en tablas año por año (caudales de drenaje en los túneles proyectados). Además, realizar simulaciones para tener en cuenta los efectos climáticos del fenómeno ENSO en el caudal infiltrado, que permita tener claridad cuantitativa de los resultados y de la incidencia del fenómeno en la recarga y en la infiltración de caudales por las actividades subterráneas.

Por último, ejecutar inventarios de manantiales, captaciones de agua subterránea y corrientes superficiales, en la alternativa escogida al final de la época de estiaje y al final de la época de lluvias, para determinar la conformación de una Línea Base que determine las condiciones hidrogeológicas del agua subterránea y las principales características del agua superficial, para complementar actividades posteriores como el Modelo Conceptual y Modelo Numérico.

La información presentada en el estudio cumple con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente hidrogeológico.

8.1.7 Geotecnia

El componente geotécnico identifica las zonas en superficie con mayor susceptibilidad a presentar procesos de remoción en masa, basado en el modelamiento mediante un método heurístico semicuantitativo que involucra una matriz de atributos o variables que contribuyen a los movimientos en masa, con un análisis de superposición temática que permite realizar la suma algebraica de mapas para establecer zonas más vulnerables de manera regional, asimismo se describen algunas zonas con problemas de estabilidad, estos son puntuales, de magnitud limitada y que obedecen básicamente a problemas de erosión y falta de drenaje.

Las variables utilizadas en la elaboración del análisis geotécnico son: *i)* el grado de inclinación natural del terreno, *ii)* grado de saturación del terreno basado en dos variables: densidad de drenajes y la pluviosidad, *iii)* grado de meteorización de manera indirecta basado en la resistencia y la estructura interna (fábrica) de la unidad litológica.

El análisis geotécnico presentado establece que los siguientes resultados para cada una de las alternativas propuestas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8.2 Relación de la zonificación geotécnica para cada alternativa propuesta

	NOMBRE	% ÁREA II	% ÁREA ID
ALTERNATIVA A	Tramos de vía en túnel	29,01	42,28
	Estabilidad Alta	15,29	9,52
	Estabilidad Moderado	44,34	38,00
	Estabilidad Medio bajo	11,36	10,20
ALTERNATIVA B	Tramos de vía en túnel	36,35	49,97
	Estabilidad Alta	12,20	9,72
	Estabilidad Moderado	32,21	26,80
	Estabilidad Medio bajo	19,24	13,51
ALTERNATIVA C	Tramos de vía en túnel	44,32	52,41
	Estabilidad Alta	4,74	7,24
	Estabilidad Moderado	30,08	23,12
	Estabilidad Medio bajo	20,85	17,23
ALTERNATIVA D	Tramos de vía en túnel	48,94	49,02
	Estabilidad Alta	0,17	0,11
	Estabilidad Moderado	32,84	33,63
	Estabilidad Medio bajo	18,05	17,23

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Como resultado del análisis de geotécnico cualitativo se concluye que la justificación cualitativa y cuantitativa de las opciones viales teniendo en cuenta aspectos técnicos constructivos (longitud de vía, diseño vial y movimientos de tierras), de igual forma se presenta un análisis abiótico de los corredores (geología, geomorfología, hidrología y riesgos de deslizamiento); de cuya evaluación se concluye que para el caso de las alternativas C y D de optimización objeto del presente trámite ambiental, cuenta con menor riesgo geológico en superficie dadas la alta inclinación de las pendientes e hidrogeológico por encontrarse en una zona de rocas de muy baja permeabilidad, el diseño vial proyectado en esta alternativa ofrece ventajas de velocidad y nivel de servicio dada su proyección del proyecto.

Sin embargo, la implementación de estas Alternativas implica la proyección de generosas obras de contención sobre los taludes superior y acondicionamiento de geoformas en los sectores de la estación de transición de los túneles férreos a viales para evitar desprendimientos sobre la vía en construcción, además de la construcción de numerosos pasos elevados, puentes o calzadas en voladizo dada la cercanía del río. Por otro lado, estas alternativas proyectadas por la cantidad de viaductos y túneles generan menos impacto sobre los suelos coluviales que, debido a su naturaleza, son altamente susceptibles a deslizamientos e igualmente requiere de menores volúmenes de corte y terraplén proyectada.

Durante el recorrido de campo el grupo técnico de la ANLA evidenció en varios tramos de la vía actual, la presencia de laderas estructurales, altamente disectadas y depósitos coluviales en el cauce del Rio Hereje de grandes dimensiones y con fuerte impacto en el sector y que incidirían en el uso y aprovechamiento del alineamiento vial. De acuerdo a lo informado, la zona de estudio de la optimización propuesta, evita en lo

posible tener contacto con estas áreas coluviales o susceptibles a procesos de remoción en masa o erosivos activos para disminuir el impacto de generar o reactivar deslizamientos al momento de construir la vía, se debe mencionar las dificultades geotécnicas que involucra la desestabilización de un coluvión y más aún, en aquellos en los cuales se ha probado su reactivación como consecuencia de la sobresaturación de los materiales y la intervención de las comunidades vegetales nativas para instaurar la actividad pecuaria.

En este sentido, se deberá realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia.

Se deberá presentar un análisis de la amenaza geotécnica para el Área de Influencia, con el objetivo de definir áreas con susceptibilidad a procesos morfodinámicos e hidrodinámicos, periodo de recurrencia y potencial de reactivación como consecuencia de la ejecución del proyecto. De igual manera se deberá realizar modelaciones matemáticas que permitieran determinar la estabilidad de las laderas y para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas.

La información presentada en el estudio cumple con los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para el componente geotecnia.

8.1.8 Clima

El análisis climático de las alternativas del proyecto, así como la información de las áreas de drenaje aferentes a esta, el INVIAS con el sustento de la información de la zona estudiada con los soportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.

En la siguiente tabla se presenta el nombre, tipo y código de cada una de las estaciones estudiadas y sus características de localización y elevación, respectivamente para las estaciones medidoras de lluvia y climatológicas.

Tabla 8.3 Estaciones hidroclimaticas presentes en el área de estudio

CÓDIGO	T	NOMBRE ESTACIÓN	NOMBRE DEL MUNICIPIO	NOMBRE DEL DEPARTAMENTO	D	LATI.DECIMAL	D	LONG.DECIMAL	ELEVAC
22025010	CP	Apto Planadas	Planadas	Tolima	N	3.16666667	W	-75.66666667	1355
21155040	CO	Dolores Hda Madron	Dolores	Tolima	N	3.53305556	W	-74.90577778	1456
21135050	CO	Julia La	Neiva	Huila	N	3.09877778	W	-75.53002778	1691
22045020	CO	Limon El	Chaparral	Tolima	N	3.65175	W	-75.58413889	1000
21115070	CO	Portal El	Tello	Huila	N	3.01494444	W	-75.073	1300
21120040	PM	Potrerito	Aipe	Huila	N	3.14108333	W	-75.37947222	850
22057050	LM	Pte La Hamaca	Ataco	Tolima	N	3.46611111	W	-75.52672222	552
22015020	CO	Relator	Rioblanco	Tolima	N	3.52925	W	-75.6315	1200
22015010	CO	Rosales Fca Los	Planadas	Tolima	N	3.21716667	W	-75.78341667	2040

CÓDIGO	T	NOMBRE ESTACIÓN	NOMBRE DEL MUNICIPIO	NOMBRE DEL DEPARTAMENTO	D	LATI.DECIMAL	D	LONG.DECIMAL	ELEVAC
21125040	CO	San Francisco	Neiva	Huila	N	3.08333333	W	-75.43333333	800
26070110	PM	Zapata La	Palmira	Valle Del Cauca	N	3.52719444	W	-76.21069444	1120
2606020	PM	Cajones	Miranda	Cauca	N	3.22641667	W	-76.14080556	2370
2201001	PM	Herrera	Rioblanco	Tolima	N	3.28855556	W	-75.81638889	2000
2202003	PM	Gaitania	Planadas	Tolima	N	3.09475	W	-75.67738889	1500
2113004	PM	San Luis	Neiva	Huila	N	3.08063889	W	-75.48466667	1140
2205007	PM	San Pedro	Ataco	Tolima	N	3.4295	W	-75.49094444	1630
2113007	PM	San Pedro	Aipe	Huila	N	3.25	W	-75.45	850
2113005	PM	Perez Hda	Aipe	Huila	N	3.24355556	W	-75.25594444	450
2114012	PM	Cruces Las	Alpujarra	Tolima	N	3.42586111	W	-74.92025	1400
22020050	PM	Santiago Perez	Ataco	Tolima	N	3.39805556	W	-75.60786111	1200
26075050	CO	Ing Manuelita Porv	Palmira	Valle Del Cauca	N	3.57397222	W	-76.27783333	1058

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

La zonificación climática para las alternativas A, B, C y D, se presentaron 12 provincias climáticas; siendo TEMPLADO SECO la provincia más predominante en el área de influencia directa e indirecta.

El parámetro de evaporación, el valor a nivel anual multianual alcanza 153.216 mm (5.1 mm por día), variando entre en un mínimo de 127.3 mm en el mes de noviembre (4.2 mm por día) y un máximo de 198.2 mm en el mes de agosto (6.6 mm por día).

El parámetro de Brillo solar, los valores máximos se presentan en los periodos de enero, febrero y septiembre a diciembre, mientras en los demás meses del año los valores son menores al del promedio multianual.

El parámetro de Humedad Relativa, el valor más bajo se presenta en la estación San Alfonso con una humedad relativa de 64.07%

En el área de estudio se registra una precipitación total anual de 1635.1 mm y uno mensual de 136.26 mm, excedido por los meses de marzo a mayo y el periodo de octubre a diciembre, el mes con mayor precipitación registrada es el mes de abril con una precipitación máxima de 216 mm.

Las temperaturas más bajas de la zona del proyecto entre 16.01°C y 16.26 °C, se registran en las estaciones Los Laureles localizada en el municipio de Baraya y en la Finca Los Rosales localizada en el municipio de Planadas, y la temperatura más alta se presenta en la zona del municipio de Villavieja en la estación San Alfonso con una temperatura promedio de 28.55 °C, cerca al municipio de Aipe en el departamento del Huila.

Del análisis del comportamiento regional de la precipitación se estima un valor promedio de 939.4 mm, con máximos durante el mes de noviembre (111.6 mm) y mínimos en agosto (32.3 mm) ajustado a un

comportamiento bimodal a lo largo del año, con la ocurrencia de dos períodos húmedos intercalados de dos períodos secos.

Conforme con lo evidenciado anteriormente, se observa que la información aportada, en cuanto a la caracterización del clima del proyecto es suficiente y cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006.

8.1.9 Paisaje

El paisaje a nivel regional se aborda a partir de la zonificación ecológica que corresponde a un proceso de sectorización de un territorio, en áreas relativamente homogéneas, con base en el análisis integrado de los atributos físicos (clima, relieve y formas del terreno, litología, suelos, hidrología), biológicos (vegetación, fauna) y ciertos aspectos socioeconómicos como el uso actual de la tierra (Villota, 1997).

La unidad del paisaje, se constituye como la unidad fundamental de análisis y se define como "una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisionomía es reconocible y diferenciable de las otras vecinas" (Etter 1990, adaptado de Zonneveld, (1979).

El área de estudio localizada en los municipios de Pradera, Palmira y Florida en el departamento del Valle del Cauca; Alpujarra, Ataco, Natagaima, Planadas y Río Blanco en el departamento del Tolima y Aipe y Neiva en el departamento del Huila. Por su ubicación espacial el área de estudio en los tres departamentos se encuentra ubicada dentro de la región natural andina, la cual posee una diversidad de paisajes asociados a los procesos morfogenéticos derivados de las estructuras geológicas, de las condiciones bioclimáticas pasadas y actuales, de los cambios del nivel del mar; presenta variedad de climas y relieves propios de valles, mesetas y cañones, además de estar ubicada sobre las tres cordilleras.

De acuerdo a lo presentado por la Empresa en el área de estudio se identificaron toda clase de paisaje, predominando el paisaje de lomerío y de colina que se conforman a partir de niveles de geología, geomorfología, hidrología, usos del suelo, zonas de vida, clima y uso potencial del suelo:

De acuerdo a lo verificado a lo largo de la caracterización del área de estudio, se considera que la información presentada en el estudio, está conforme con los requerimientos establecidos en el numeral 4.2 de los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006.

8.2 CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

A continuación, se presenta la síntesis de los aspectos más relevantes presentados en documento DAA mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 del INVIAS referente al proyecto Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia y los cuales fueron objeto de verificación por parte de esta Autoridad en la visita de evaluación realizada entre el 9 al 21 de noviembre de 2017.

8.2.1 Ecosistemas Terrestres

Áreas Protegidas

Al interior del Área de Influencia del Proyecto, se encuentran localizadas las siguientes zonas de manejo especial:

- Reserva Forestal Central de la Ley 2.
- Reserva de la Biosfera Cinturón Andino.
- Parque Nacional Natural Las Hermosas.
- Parque Regional Páramo El Meridiano.
- Parque Natural Regional Paramo Del Meridiano: We'pe Del Wala

Ecosistemas estratégicos en proceso de declaración de área protegida

El páramo de Tinajas se localiza en el suroccidente de Colombia, al suroriente del departamento del Valle del Cauca, municipios de Florida, Pradera y Palmira entre las coordenadas planas N: 862.500, E: 1112.900, abarca un área de 14.736,35 hectáreas distribuidas así Palmira (729.5), Florida (9369) y Pradera (4637. 8), además de parte de la cuenca del río Blanco en el departamento del Tolima.

8.2.2 Flora

La flora asociada a cada uno de los corredores propuesto en el estudio, se identificó y describió teniendo en cuenta las coberturas del suelo definidas a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a una escala de captura de 1.25.000 y para túneles a 1:10.000, así como de la observación directa en campo de las especies forestales que convergen sobre la vía en superficie, ponteaderos y portales de túneles en cada alternativa propuesta.

8.2.3 Fauna

Las alternativas se evaluaron por unidades biogeográficas de manera que a este nivel no son diferenciadoras en cuanto a especies sensibles o rasgos que a esta escala permitieran diferenciarlas. La movilidad de las mismas y características de hábitats son similares para las alternativas.

8.2.4 Ecosistemas Acuáticos

Las poblaciones de especies endémicas, como el Bocachico por ejemplo, ha ido decreciendo vertiginosamente, amenazado principalmente por la contaminación y la sobrepesca ya que se extrae todo el año, ya sea en los ríos o en las ciénagas y madreviejas. En el valle del Cauca, por ejemplo, es la especie más capturada y comercializada por los pescadores de todos los niveles.

De acuerdo a lo verificado a lo largo de la caracterización del área de estudio, se considera que la información presentada en el estudio, está conforme con los requerimientos establecidos en el numeral 4.2 de los Términos de Referencia DA-TER-3-01 de 2006; no obstante, se harán para la alternativa seleccionada requerimientos adicionales referentes a la descripción de áreas de manejo especial teniendo en cuenta la complejidad e importancia ecosistémica del área de influencia del proyecto.

8.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL

8.3.1 Lineamientos de participación

De acuerdo con la información presentada por INVIAS a esta Autoridad en el marco del acercamiento e información sobre el proyecto con autoridades regionales, municipales y algunos representantes comunitarios, incluyendo comunidades étnicas, establecido mediante los Términos de Referencia DA-TER-3-01, se establecieron tres (3) enfoques que desarrollaría la metodología para este medio social, se estableció un nivel descriptivo y de análisis a través de la recolección de datos tanto en métodos cualitativos como cuantitativos.

Enfoque 1: Procesos de información y divulgación con autoridades municipales, en la etapa de inicio de los estudios, su fin, presentar los antecedentes, alcance, e inicio del proceso de requerimiento de Licencia Ambiental, es pertinente señalar que se presentaron en el DAA las evidencias documentales de las reuniones con Alcaldías con convocatoria, actas de reuniones y presentación proyectada.

Enfoque 2: Recolección de información primaria, en la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó reconocimiento presencia social en el Área de Influencia del Proyecto, y su propósito fue el de identificar en el área de intervención del proyecto infraestructura social de interés como centros poblados, caseríos, viviendas, comercio, actividades económicas, redes de servicios públicos, equipamientos comunitarios, caminos de herraduras, vías terciarias, zonas turísticas, infraestructura pública y/o privada. Igualmente en esta etapa o enfoque implico, la identificación de actores sociales de interés, en la etapa de inicio y desarrollo de los estudios, y su fin fue establecer un directorio de los actores sociales más representativos como presidentes de Juntas de Acción Comunal, representantes de Organizaciones Sociales, Veedurías Ciudadanas, juntas de acueductos municipales, líderes comunitarios, entre otros, al igual que funcionarios de los despachos de las Alcaldías de mayor relevancia en el desarrollo del proyecto.

Enfoque 3: Revisión de información secundaria, en la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó, tramitar certificaciones ante las entidades correspondientes, como: Ministerio del Interior, Dirección de Consulta Previa, solicitud de certificación sobre la presencia o no de comunidades étnicas en el área de intervención del proyecto; Agencia Nacional de Tierras (antiguo INCODER), con la solicitud de certificación sobre la presencia o no de Sabanas Comunales; Agencia Nacional de Tierras (antiguo INCODER), mediante la solicitud de certificación sobre la presencia o no de Reservas Campesinas; la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA, con la solicitud de certificación de presencia o no en el área del proyecto de Zonas de Interés de desarrollo rural, económico y social - ZIDRES.

Hace parte de este enfoque o etapa, la Solicitud de información institucional ante alcaldías municipales, durante la etapa de inicio de los estudios, la actividad implicó, Solicitar en la fase inicial de los estudios sociales, por medio escrito y/o solicitud directa ante los despachos de interés en las Alcaldías Municipales, información de relevancia para la caracterización social del Área de Influencia UTM y UTm.

Igualmente se realizó la actividad de Revisión fuentes de información de carácter institucional, en la etapa de inicio y desarrollo de los estudios, y su interés se centró en consultar a través de fuentes secundarias, recopiladas a través de requerimientos ante entidades públicas, despachos de las Alcaldías municipales y búsqueda de información en páginas web, toda aquella información relacionada con aspectos demográficos,

económicos, culturales, políticos, arqueológicos, entre otros, de cada una de las unidades territoriales intervenidas por el proyecto.

Es pertinente resaltar por parte de esta Autoridad, que cada una de estas etapas fue complementada adjuntando las respectivas evidencias documentales en el DAA.

El DAA incluyo la descripción de los procesos informativos, de divulgación y participación desarrollados por INVIAS con el Consorcio SANVAL en el estudio Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA de 2014, así como los realizados por INVIAS con la Consultoría EDL S.A.S., para el DAA de 2016, este último realizadas entre el 8 y el 15 de abril del citado año, e incluyó las siguientes actividades: entrega en cada Alcaldía Municipal de dos comunicaciones, el primero dirigido al despacho del Alcalde, en el cual se realiza la presentación del proyecto, las actividades a desarrollar por parte de la Consultoría y se anexan planos del proyecto; el segundo se dirigió a los despachos de Planeación de cada municipio en el cual se solicita información de interés para el desarrollo de los estudios, esta gestión se realizó por correo certificado. Acercamientos con comunidades durante el reconocimiento de campo llevado a cabo en el área del proyecto desde el 17 de mayo de 2016. Gestiones con instituciones en relación a la presencia de comunidades étnicas en el AI (8 de abril, 14 de abril, 28 de abril y 30 de agosto de 2016). Entrega de comunicaciones a Gobernadores Indígenas -que se pronunciaron rechazando toda clase de megaproyectos en su territorios-. Finalmente se realizaron reuniones informativas en las Alcaldías Municipales del AI, entre el 10 y 12 de agosto y el 21 de octubre de 2016. Estas reuniones con representantes de las autoridades municipales se incluyeron los siguientes temas: Descripción del contrato 1735 de 2015; Antecedentes; Proceso de licenciamiento; Aspectos técnicos; Área Ambiental y finalmente Área Social.

Es importante señalar que en el DAA se presentó una secuencia de acciones relacionadas con los acercamientos y posibles reuniones con los representantes de las comunidades étnicas existentes en el área de influencia de las Alternativas y localizados en el Valle del Cauca, mediante invitaciones, cartas de acercamiento para poder socializar el proyecto, no obstante los representantes de estas comunidades señalaron que no están de acuerdo con ningún megaproyecto por sus territorios ancestrales aduciendo impactos que afectarían la cosmovisión de estas. Las evidencias documentales de estas cartas, respuestas e información alusiva a esta reposan en el DAA como anexos, en campo se verificó la negativa determinante de ellos a reuniones que representen proyectos que crucen por sus territorios.

Adicional a las evidencias documentales presentados por INVIAS, esta Autoridad realizó visita de campo entre el 9 al 21 de noviembre de 2017, con el fin de verificar el proceso de información y comunicación desarrollado por INVIAS, los cuales se relacionan a continuación.

El 9 de Noviembre, se realizaron reuniones en la ciudad de Neiva en la territorial de INVIAS, en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, luego con representantes de la Gobernación del Huila (Secretaria de vías e Infraestructura, Secretaria de Ambiente) y con el representante de la Secretaría de Vías de Neiva, con el objeto de presentar los alcances de la visita de Evaluación al proyecto que obra en el expediente NDA 0808 correspondiente al proyecto vial Conexión Buenaventura – Orinoquía, los funcionarios señalaron conocer el trazado del proyecto para las cuatro Alternativas.

En horas de la tarde, se realizó reunión con funcionarios de la Alcaldía municipal de Aipe, Huila, (Secretarias de Planeación y de Ambiente), y luego con representantes de Asocomunal o Asojuntas, con el mismo propósito (dar a conocer el alcance de la visita de Evaluación socioambiental del Estudio de Diagnóstico

Ambiental de Alternativas –DAA para el proyecto). Los funcionarios a excepción de los representantes de Asocomunal, señalaron conocer el trazado del proyecto para las cuatro Alternativas.

Fotografía 8.1 Reunión con representantes de la Gobernación del Huila y Alcaldía de Aipe (Huila); **Fuente:** ANLA, 2017

El 10 de Noviembre, que se realizó el desplazamiento terrestre desde la ciudad de Neiva hacia el municipio de Aipe (Huila) y luego paralelo al corredor de las Alternativas B y C, hasta el municipio de Planadas (Tolima), realizando durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural mediante observaciones panorámicas y generales del corredor para las Alternativas B y C propuesto por INVIAS; durante ese recorrido se realizaron contactos y entrevistas informales con representantes comunales como: presidente Acueducto, presidenta y vicepresidente de la JAC y expresidente de la JAC, del corregimiento de Praga, en jurisdicción del municipio de Aipe (Huila), quienes señalaron no conocer el proyecto. Durante el recorrido se atravesaron por las áreas de influencia directa del corredor conformado por las veredas Río Aipe, San Isidro, El Callejón, El Castel, La Unión, Los Cauchos y Praga en jurisdicción del municipio de Aipe y la vereda Horizonte en jurisdicción del municipio de Neiva (Huila).

El 11 de noviembre, se realizó reunión con funcionarios de la Alcaldía municipal de Planadas, Tolima, (alcalde, Secretario de Infraestructura, asistente de alcaldía y Promotor de JAC del municipio), señalaron conocer el trazado del proyecto y el DAA mediante reuniones de socialización realizadas por INVIAS anteriormente. Posteriormente desplazamiento paralelo al corredor de las cuatro alternativas (A, B, C y D,) realizando durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural mediante observaciones panorámicas y generales por las veredas de influencia directa: Santa Rosa, Patagonia, Buenos Aires, La Ilusión, San Jorge, El Recreo, La Aurora, La Loma, La Esperanza, Caño Roto yo Caño Fisto y Bruselas

en jurisdicción del municipio de Planadas, Tolima y Aroca, Paujil y Betania en jurisdicción del municipio de Ataco, Tolima.

Fotografía 8.2 Reunión con Alcalde de Planadas, Tolima**; Fuente:** ANLA, 2017	**Fotografía 8.3** Reunión con comunidades del Paujil, Ataco, Tolima; **Fuente:** ANLA, 2017

Luego el 12 de noviembre se realizó el desplazamiento terrestre desde la cabecera municipal de Planadas hacia el corregimiento de Herrera en jurisdicción del municipio de Río Blanco, Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, mediante observaciones panorámicas y generales del área de influencia del corredor realizando durante el recorrido la verificación sobre la existencia o no de infraestructura social, económica y cultural, igualmente de los potenciales portales de ingreso y salida de túneles, viaductos, puentes y construcción de vías superficiales propuestos y ZODME'S, y atravesando las veredas de influencia directa; en Herrera se realizó reunión con representantes de las comunidades veredales de Pueblo Nuevo, Campo Hermoso, Herrera, Las Mercedes, Palonegro y Los Guayabos y la alcaldesa municipal y Río Blanco, Tolima, quienes señalaron conocer el proyecto y sus implicaciones impactos y medidas de manejo.

El 13 de noviembre se realizó desplazamiento terrestre desde la cabecera municipal de Planadas hacia el corregimiento de Herrera en jurisdicción del municipio de Río Blanco, Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, igualmente de los potenciales portales de ingreso y salida de túneles, viaductos, puentes y construcción de vías superficiales propuestos y ZODME'S, y atravesando las veredas de influencia directa. En la zona rural de Herrera se realizó reunión con representantes de las comunidades indígenas de la étnica Paéz, Resguardo Las Mercedes (ver siguientes fotos), Cabildo, Gobernador y comunidad, quienes señalaron que conocen el proyecto, que se han reunido varias veces con los representantes de INVIAS, han recibido información del DAA, los trazados del proyecto, los impactos y las medidas de manejo y esperan que se realice la Consulta Previa como lo ordena la norma, que están interesados que el proyecto se realice dado que podrían llegar más rápido hacia su referente étnico y pueblo ancestral que se localiza en los departamentos del Valle del

Cauca y Cauca que no en Tolima y que no cuentan con una vía apropiada para la comercialización de sus productos y acercamientos a su pueblo.

Fotografía 8.4 Reunión con representantes del Resguardo Indígena Paéz de Las Mercedes, localizado en el municipio de Rioblanco, Tolima. **Fuente:** ANLA, 2017

Posteriormente desde la cabecera municipal de Planadas hacia el sector del municipio de la cabecera municipal de Ataco, Tolima, paralelo a las Alternativas A, B, C, y D, mediante observaciones panorámicas y generales del área de influencia del corredor, y atravesando algunas de las veredas de influencia directa del municipio de Ataco, compuestas por: Agua Dulce, Berlín, Canoas la Vaga, Casa de Zinc, Chilirco, Capilicua, El Aceituno, El Agrado, El Águila, El Cóndor, El Jazmín, El Jordán, El Limón, El Paujil, El Porvenir, Jazmina, La Betania, La Ceiba, La Dorada, Las Cruces, Las Señoritas, Los Mangos, Mesa de Pole, Pastalito, Pueblo Nuevo, San José, Santiago Pérez, y Totumal. En Mesa de Pole se realizó entrevista con la Gobernadora del Cabildo indígena Pijao denominado “Mesa de Pole - Pueblo Pijao”, reconocida mediante resolución 0158 de 2012 por el Ministerio del Interior, resaltando y advirtiendo que en el municipio de Ataco existen 8 comunidades indígenas y 1 Resguardo.

En la sede de la Alcaldía municipal de Ataco, nos reunimos con los funcionarios de la misma entre otros, de la Secretaria de Desarrollo Social, Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Ambiental y Personera Municipal, todos a excepción de la Personera señalaron conocer el proyecto su recorrido, impactos y medidas de manejo y resaltaron que ha sido socializado en varias reuniones.

Luego, el equipo Social se dirigió a la Alcaldía municipal de Natagaima, con su única vereda de influencia Montefrio, se realizó entrevista al señor Alcalde y su asesor, la secretaria de Personería y el gobernador indígena del cabildo Montefrio, que, a la vez, es enlace municipal del municipio, el señor Alcalde informó que conoce el proyecto, pero que este que se expuso durante la visita de ANLA, no se corresponde con lo presentado por INVIAS. Mientras el enlace municipal conocía el proyecto.

Es pertinente señalar que el equipo técnico de la ANLA sostuvo reunión, el 14 de Noviembre, con representante de la Gobernación del Tolima (Secretaria de Infraestructura), con el objeto de dar los detalles y alcances de la visita de Evaluación al proyecto, igualmente se realizó reunión con la Corporación Regional del Tolima (CORTOLIMA) y Dirección Territorial de INVIAS, sede Tolima este último en cabeza de director, todos indicaron conocer el proyecto en sus especificaciones de los corredores de las Alternativas, sus impactos y medidas de manejo y resaltó la importancia del mismo.

Luego el equipo técnico de la ANLA realizó el desplazamiento a la ciudad de Cali desde Ibagué vía terrestre, y se realizó el desplazamiento terrestre desde Cali hacia el punto de San Juan de los Caballeros punto de partida de las cuatro Alternativas, y recorrido hacia la Alternativa A, reunión con comunidad y Cabildo Central Nasa, quienes señalaron no estar de acuerdo con ningún megaproyecto, y no permitieron su ingreso.

Fotografías 8.5 Reunión con Cabildo Indígena Central Nasa en Florida Valle del Cauca; **Fuente:** ANLA, 2017

Luego el equipo técnico de la ANLA realizó reunión con representante de la Gobernación del Valle del Cauca (Secretario de Infraestructura) quien señaló conocer el proyecto y el DAA, sus impactos y medidas de manejo, resaltó la necesidad de informar a las comunidades étnicas antes de ingresar a sus predios, atendiendo a los previos compromisos en la Minga. Luego nos dirigimos hacia la Alcaldía municipal de Florida (Valle del Cauca) se reunió con representantes de la misma (Secretario de Infraestructura y Enlace comunidades Indígenas), quienes señalaron conocer el proyecto y el DAA, previas reuniones de socialización con INVIAS, resaltaron la presencia de comunidades étnicas (indígenas y comunidades negras) en el área de influencia del proyecto y advirtieron la necesidad de su consulta.

Posteriormente el equipo social se dirigió hacia la Alcaldía municipal de Pradera (Valle) y se realizó reunión con el señor Alcalde, y Secretaria de Planeación resaltaron la importancia del proyecto e indicaron conocer el mismo y el DAA de las cuatro Alternativas, ver siguientes fotografías:

Fotografía 8.6 Reunión con funcionarios de la Gobernación Valle del Cauca; **Fuente:** ANLA, 2017	**Fotografía 8.7** Reunión con funcionarios de la Alcaldía de Pradera, Valle del Cauca; **Fuente:** ANLA, 2017

En general se encontró que algunos representantes comunitarios conocen el proyecto de Alternativas, al igual que todas las administraciones municipales, los enlaces municipales de comunidades étnicas y población diferencial y autoridades ambientales y departamentales consultadas referenciaron el proyecto y los distintos momentos de información, incluidos los talleres de impactos y medidas de manejo que INVIAS realizó en el marco del DAA, igualmente se observó en campo la existencia de comunidades étnicas las cuales deberán ser objeto de consulta, atendiendo a lo señalado en la normatividad vigente y al pronunciamiento que realice en su momento el Ministerio del Interior, se resalta que para esta etapa del proyecto (DAA) el pronunciamiento de ese Ministerio no aplica atendiendo a lo señalado por esa misma Entidad en el comunicación EXTMI16-0021579 del 10 de mayo 2016, del cual se obtuvo respuesta por parte del Ministerio N° OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, en el cual se señaló lo siguiente: *"No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres*".

En ese sentido esta Autoridad, en relación con los lineamientos de participación considera que, son ajustados y coherentes con lo observado en campo, dado que allí algunos líderes y todas las autoridades municipales señalaron conocer el proyecto y en el documento se describieron los encuentros realizados en cada uno de los municipios que conforman el área de Influencia, así como los acercamientos realizados con asentamientos

poblacionales en los recorridos de reconocimiento llevados a cabo por las cuatro (4) alternativas propuestas, en el DAA se incluyeron evidencias documentales de registros fotográficos, actas, invitaciones, entre otras, de las reuniones con representantes de las autoridades municipales y comunidades étnicas, no obstante es pertinente señalar que debió haber existido reuniones de socialización del proyecto con los miembros y representantes de Asojuntas o Asocomunal de los municipios de influencia, con el fin que estos conozcan de primera mano la información y ayuden a multiplicar la misma a sus asociados.

8.3.2 Caracterización socioeconómica y cultural

En relación con la información presentada en el DAA para la solicitud de seleccionar una de las cuatro Alternativas A, B, C y D para el proyecto, el documento describió y caracterizó con información secundaria, de manera cualitativa y cuantitativa y en relación con las actividades del proyecto, todas las dimensiones señaladas en los Términos de Referencia, como: demográfico, espacial, económico, cultural, político-organizativo, organización y presencia institucional, tendencias de desarrollo, población a desplazar y los aspectos arqueológicos para las Unidades Territoriales Mayores (municipios de Pradera y Florida en el Valle del Cauca; municipios de Rioblanco, Ataco, Planadas y Natagaima en Tolima y municipios de Neiva y Aipe en Huila).

En el mismo sentido y con información secundaria, listó y describió las Unidades Territoriales menores, resaltando las veredas, centros poblados y corregimientos de influencia de las cuatro alternativas A, B, C y D, destacando que para la A serían 51 UTm, para la Alternativa B se impactarían 45 UTm, para la Alternativa C se afectarían 45 UTm y para la Alternativa D se reconocieron 42 UTm.

Se resalta que para las comunidades étnicas asentadas en las UTm, se caracterizó de manera general, con información secundaria y de manera cualitativa y cuantitativa a esas, realizó énfasis en localización de esas comunidades étnicas existentes en el área de influencia, como los Resguardos Cristal Páez (municipios de Florida y Pradera en Valle del Cauca), Nasa Tha (municipio de Florida en Valle del Cauca), Resguardo Kwe'sx Kiwe (municipio de Florida, Valle) y Las Mercedes (municipio de Rioblanco, en Tolima), el Consejo Comunitario San Antonio de los Caballeros, Consejo Comunitario Vereda Perodias, Consejo Comunitario del Corregimiento del Remolino y Consejo Comunitario Ángel de la Luz (municipio de Florida, Valle del Cauca); indicó el DAA, el proceso de solicitud ante el Ministerio del Interior, los encuentros y gestiones realizadas y adelantadas ante las Entidades correspondientes y ante las mismas comunidades y sus representantes y destacó de manera general: su cosmovisión, su organización política, sus planes de vida, su economía, la salud, educación, alimentación, vivienda, vestido y danzas, entre otros.

Respecto a la información sobre población a ser desplazada, advirtió, que dado que no existe un diseño definitivo que permita conocer las afectaciones prediales puntuales, no se realizaron encuestas o acercamientos con propietarios, arrendatarios y/u ocupantes de construcciones aledañas al proyecto. Sin embargo, resaltó, que las alternativas se localizan cerca a centros poblados, caseríos y asentamientos dispersos, pero que posteriormente con un diseño más preciso, podría evaluarse su real afectación.

Es pertinente destacar que el DAA para la población a desplazar, incluyó dos escenarios de análisis: 1) Asentamientos poblacionales, donde se describieron por cada alternativa los centros poblados identificados

en el reconocimiento realizado en campo así como datos puntuales a nivel municipal que permitieran evaluar de manera general la afectación sobre la población en áreas rurales y urbanas por unidad territorial y dinámicas económicas de dichas poblaciones; y 2) Estimado de población afectada en el AI, donde se presentó por cada UT interceptada por el alineamiento de las alternativas, el total de población que se encuentran allí. Lo anterior, les permitió conocer de manera preliminar el número de población que convivirá con el desarrollo del proyecto, al igual que refiere a la población beneficiada a nivel local por la posterior operación de la vía. En ese sentido, describió de manera general las poblaciones asentadas en: Resguardo Indígena Las Mercedes y centro poblado de Herrera (Rioblanco), por las Alternativas A y B; Veredas Berlín y Diamante (Ataco), por las Alternativas A y B; centro poblado de Praga (Aipe) por las Alternativas A y B; centro poblado Santiago Pérez (Ataco), Alternativa A; centro poblado Mesa de Ata/Pueblo Nuevo (Ataco), por la Alternativa A.

Esta Autoridad considera que la información presentada (texto y evidencias documentales) para todas las dimensiones de la caracterización socioeconómica y cultural de las Unidades Territoriales Mayores y Menores son adecuadas, ajustadas y coherentes con los Términos de Referencia y Guías Ambientales junto con lo observado en campo y durante las reuniones realizadas con representantes de las autoridades municipales y con algunas de las comunidades y representantes o líderes de las veredas, corregimientos y ciertos representantes de los enlaces municipales de comunidades étnicas y población diferencial.

No obstante, es pertinente resaltar que durante las labores en campo por parte de esta Entidad y durante las diferentes conversaciones con autoridades y líderes, estos informaron la presencia de comunidades étnicas de la parcialidad Pijao en los municipios de Ataco y Natagaima (Tolima), que no fueron señaladas en el DAA, en ese sentido si se define en este Concepto una Alternativa viable, INVIAS deberá para el EIA identificar y caracterizar de manera rigurosa las comunidades existentes en el área de influencia del proyecto atendiendo a los Términos de Referencia y a lo señalado por el Ministerio del Interior.

9 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

En el DAA se presenta la zonificación ambiental para el proyecto a partir del análisis de las características propias de los medios abiótico, biótico y socio económico presentes en el área de estudio, para así establecer criterios que definan el área de estudio en términos de sensibilidad e importancia.

A partir de la valoración establecida y contando con la cartografía temática e implementado los modelamientos específicos para cada una de las variables ambientales, se obtuvo el mapa de zonificación.

Se realiza la calificación de sensibilidad para cada uno de los componentes caracterizados partiendo de la cartografía temática generada en la fase del diagnóstico.

Es así como, a cada unidad temática se le asigna un valor de sensibilidad.

El análisis que se realiza mediante técnicas de superposición de mapas y con el apoyo de la denominada álgebra de grillas que ofrecen los sistemas de información geográfica SIG.

Se realiza la evaluación de sensibilidad para cada una de las variables, la evaluación para cada componente (físico, biótico y socioeconómico) y finalmente el mapa de zonificación ambiental basado en los mayores niveles de sensibilidad asociados.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO ABIÓTICO

El DAA identificó, señalo y calificó las siguientes variables o elementos sensibles ante las cuatro (4) Alternativas del proyecto teniendo en cuenta los criterios de geología, geomorfología, suelos e hidrología.

Para las cuatro alternativas lo más que predomina con respecto al paisaje son los de montaña y de piedemonte.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad para el componente geológico y morfológico, las variables con más peso dentro del análisis son: la densidad de fallas o fracturamiento de las rocas, la morfometría del corredor y la susceptibilidad de los materiales a la remoción en masa, en los que tuvo mayor sensibilidad la Alternativa B y C.

Los procesos morfodinámicos identificados como típicos en las cuatro alternativas según se observa en los carreteables existentes, son las caídas de bloques y fragmentos de roca y deslizamientos planares, donde el corte de taludes se efectúa en las partes bajas a intermedias de las laderas, sobre roca sana o poco alterada, fracturada, de diferentes composiciones; los deslizamientos rotacionales o mixtos y el desarrollo de grandes cárcavas, en las partes altas de laderas donde la roca se encuentra muy alterada y la socavación de orillas que afecta la banca cuando esta se ha construido en valles estrechos, entre laderas empinadas de un lado y curvas externas de los ríos por el otro.

Las características litológicas del túnel férreo en la Alternativa D permiten calificaciones del macizo rocoso con calidades más altas que en la Alternativa C. Mientras que en la Alternativa A y D se cuenta con un 86 % de la litología integrada por rocas ígneas intrusivas de resistencias altas, en la Alternativa C se cuenta con el 60% en esta misma litología y en cambio aparece en la parte central del macizo un 18% de rocas metamórficas de resistencias bajas integradas por esquistos entre los que pueden encontrarse grafíticos y sericíticos de resistencias muy débiles y comportamientos geomecánicos altamente inestables.

Con respecto al criterio hidrológico, la mayor sensibilidad se presenta en el cruce de la cordillera central, donde la Alternativa B Y C se encuentra compuesta por dos bloques el primero por el sistema acuífero del Grupo Cajamarca (Pzc), con una longitud horizontal de casi 4000 m., situación desfavorable al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, siendo de tipo confinado y por su porosidad secundaria permite el tránsito de agua. Estructuralmente y por su interacción con la Falla Meridiano, la cual presenta mayor sensibilidad ambiental, dado que es contacto para las unidades hidrogeológicas una acuífera y otra acuitardo (Pzc-Jcd), lo cual puede presentar infiltraciones en un alto grado hacía el túnel al momento de su construcción, presentando situación desfavorable en esta zona crítica.

En cuanto al componente de suelo, el uso potencial destinados para la protección de la vida silvestre, presenta sensibilidad alta para el área de influencia directa, por lo tanto, las obras que se proyectan para mitigar el impacto sobre el uso del suelo, son túneles y puentes.

Teniendo en cuenta las calificaciones de los criterios evaluados para el componente abiótico, con respecto a los tipos de sensibilidad, en términos generales para el componente predomina la sensibilidad Media para las cuatro alternativas A, B, C y D, obteniendo valores promedio, tanto para el AII y el AID entre los 82,3 % y 70%, siendo la la Alternativa D la de menor porcentaje en el AII con el 67% y AID con el 62%, respectivamente. Esta

sensibilidad Media corresponde a que el terreno puede llegar a presentar en menor medida amenazas por deslizamiento y derrumbes, en las zonas propuestas para las obras de los túneles y vía en superficie.

Una vez revisada la información y de acuerdo a la visita de campo por el grupo evaluador de la ANLA la calificación de la sensibilidad asignada con respecto a los criterios del componente abiótico se considera que es adecuada.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO BIÓTICO

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS se presentan la calificación de sensibilidad del medio biótico para las variables de Cobertura de la Tierra y Fauna presente en el ecosistema del NorAndino Valle del Cauca Orobioma Bajo, Medios y Altos de los Andes, NorAndino Valle del Magdalena Orobioma Bajo, Medios y Altos de los Andes.

Se presentan los mapas de evaluación para cada variable de manera independiente y finalmente se consolida el mapa del medio biótico.

Del análisis de la sensibilidad ambiental, las cuatro alternativas al estar inmersas dentro de la misma matriz de distritos biogeográficos, para este nivel de evaluación no presentan diferencias significativas entre ellas, pero si se presenta la sensibilidad media – alta por los tipos de ecosistemas por los que discurren. La sensibilidad 2 que se le otorga a los Mosaicos de pastos con espacios naturales los cuales presentan una sensibilidad con valores de 2, dado que son coberturas que presentan una muy baja representatividad a lo largo del corredor, determinadas a partir de la alta intervención y potrerización por parte de los pobladores en la región.

Las áreas de suelo constituidas por bosques fragmentados reciben un subvalor de 4 determinadas por la poca presencia de esta cobertura a lo largo del corredor en estudio, así como la alta fragilidad de este ecosistema el cual en la actualidad se encuentra altamente intervenido. La vegetación secundaria recibe un valor de sensibilidad correspondiente a 3 ya que estas coberturas ocupan un porcentaje muy pequeño en estas áreas de bosques, influenciadas por una pérdida considerable de masa vegetal por los continuos procesos antrópicos generados a partir de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria en la zona; es de vital importancia la restauración ecológica de estos ecosistemas naturales, ya que prestan servicios ecológicos, ambientales y económicos al albergar gran número de especies de fauna y flora.

Teniendo en cuenta que es importante mantener una regulación en los afluentes hídricos, por esto se le otorga una sensibilidad de 3 a los bosques de galería, las cuales están constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Esta cobertura se encuentra limitada por su amplitud y su conservación es fundamental, debido a la fuente de recursos hídricos y sirven de albergue a especies de flora y fauna, que regulan la dinámica del ecosistema presente en la zona.

De igual forma para los bosques densos y herbazales, que se encuentran en el distrito biogeográfico NorAndino Páramo y especies de subpáramo, se caracterizan por la abundancia de musgos y epífitas herbáceas, las cuales almacenan gran cantidad de agua. Los bambúes, helechos arborescentes suelen ser muy abundantes. A medida que se asciende en altitud los árboles y sus hojas se hacen más pequeños. El epifitismo es elevado en bromelias, orquídeas, musgos, líquenes y hepáticas, así como albergan especies de fauna endémica y amenazadas a la extinción.

Se presentan la calificación de sensibilidad del medio biótico para las variables de Cobertura de la Tierra y Fauna presente en el ecosistema del Orobioma Bajo, medio y altos de los Andes.

El valor de sensibilidad total se obtuvo promediando los valores de sensibilidad para flora y sensibilidad para la cobertura específica.

La sensibilidad total fue calculada para cada cobertura presente en el área de influencia.

En términos generales para el componente predomina la sensibilidad Media y Muy Baja para las alternativas C y D, resultado obtenido a partir de las áreas de intervención correspondientes a mosaicos de pastos y cultivos, zonas que se presentan en ambas alternativas en más de un 40%. La sensibilidad media se asocia a las zonas de bosque fragmentado correspondiente a un 37% para ambas alternativas, los cuales están asociados a los fragmentos de bosque denso, poco intervenidos, herbazal y bosque riparios que se distribuyen a lo largo del corredor de forma continua en el área de estudio, favoreciendo los flujos de energía y por tanto, un mayor nivel de conectividad funcional, por eso su alta sensibilidad.

Sin embargo, para la alternativa A y B conforme la reglamentación de las áreas establecidas de carácter especial, el cruce de la cordillera central para ambas alternativas, tienen un carácter especial y se denominaron elementos sensibles, al encontrarse áreas de reserva de tipo nacional, regional y local. Por lo que esta zona se encuentra determinada como de sensibilidad Alta. Por los cruces especiales que deben generarse en este sector, como las obras de tipo subterráneo de mayor extensión y mayor profundidad.

Para el medio biótico de acuerdo a la información presentada por la Empresa para el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas las Alternativas C y D presentan un área mayor de sensibilidad Alta constituyendo el 47% y 41% respectivamente del total, con respecto a la Alternativa A y B que representa el 27% y 25%, debido a los elementos sensibles como los Páramos, Bosque seco, Áreas prioritarias de Conservación del Río Hereje, Cinturón Andino, Reserva Forestal de la Ley 2.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

El DAA identificó, señalo y calificó las siguientes variables o elementos sensibles ante las cuatro (4) Alternativas el proyecto, atendiendo a las diferentes actividades del mismo, a lo descrito en la caracterización socioeconómica y cultural y al resultado de los mapas temáticos: resguardos indígenas, centros poblados, actividades económicas tradicionales, portales de túneles, cabeceas municipales y resto (se refiere a lo arqueológico).

Tabla 9.1 Elementos sensibles y calificación de la sensibilidad por alternativas

Elementos Sensibles	Sensibilidad			
	Alternativas			
	A	B	C	D
Resguardos Indígenas	Muy Baja	Muy Baja	Alta	Muy Baja
Centros Poblados	Moderada	Muy Baja	Muy Baja	Moderada
Actividades económicas tradicionales	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada

Portales de túneles	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**
Cabeceras municipales	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**	**Moderada**
Resto	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Muy Baja**	**Muy Baja**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Ahora bien, las siguientes son las tablas de calificación de la sensibilidad social propuesta por INVIAS para cada una de las Alternativas.

Tabla 9.2 Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa A - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA A				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	32653,38	77,84	9858,76	86,82
Sensibilidad Moderada	8461,71	20,17	1487,87	13,10
Sensibilidad Alta	836,35	1,99	9,23	0,08
Total	**41951,44**	**100**	**11355,86**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.3 Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa B - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA B				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	41628,02	87,81	9466,47	85,29
Sensibilidad Moderada	5552,43	11,71	1633,15	14,71
Sensibilidad Alta	229,07	0,48	0,00	0,00
Total	**47409,52**	**100**	**11099,63**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.4 Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa C - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA C				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	33442,37	80,52	9805,05	75,80
Sensibilidad Moderada	7316,26	17,62	2472,81	19,12
Sensibilidad Alta	772,96	1,86	656,82	5,08
Total	**41531,59**	**100**	**12934,68**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.5 Calificación de la sensibilidad social ante la Alternativa D - área y porcentaje -

SENSIBILIDAD SOCIAL ALTERNATIVA D				
TIPO DE SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Sensibilidad Muy Baja	31555,47	82,62	10142,99	77,80
Sensibilidad Moderada	6501,27	17,02	2828,44	21,69
Sensibilidad Alta	137,53	0,36	66,01	0,51
Total	**38194,27**	**100**	**13037,43**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

RESULTADO INTEGRADO CON LOS TRES MEDIOS DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Para el medio abiótico y biótico las alternativas C y D presentan un área mayor de sensibilidad Alta constituyendo el 47% y 41% respectivamente del total, con respecto a la alternativa A y B que representa el 27% y 25%, debido a los elementos sensibles como los Páramos, Bosque seco, Áreas prioritarias de Conservación del Río Hereje, Cinturón Andino, Reserva Forestal de la Ley 2, entre otros, los cuales representa una sensibilidad alta; la sensibilidad baja para las alternativas A y B presenta una participación con el 26%.

De acuerdo al análisis presentado por la Empresa a pesar de que la Alternativa D presenta mayor sensibilidad Alta con respecto a las Alternativa B y C, ésta junto con la Alternativa A, pueden minimizar los impactos ante los posibles cambios que puedan generarse por la implementación de los proyectos de compensación en los ecosistemas sensibles.

Es pertinente señalar por parte de esta Autoridad que el resultado de sensibilidad para el medio social fue el producto del análisis de sensibilidad para las variables o elementos, tal como lo señala el resultado final en el mapa temático, predominó la sensibilidad Muy Baja con el 87% y 86.6 % para el AII y AID respectivamente para las alternativas A y B y el 82% y 77%, AII y AID respectivamente para las alternativa C y D, los cuales están asociadas a las actividades económicas y centros poblados. La sensibilidad Moderada el porcentaje del 21% del AID alternativa D, se debe a la presencia de los Resguardos en el cruce en túnel de la cordillera central.

No obstante, para esta Autoridad y fruto de la visita especialmente en el sector del Tolima Planadas y Rioblanco, donde se observó una alta concentración de minifundios o microfundios que son altamente cultivados con café, caña y productos de pancoger, en ese sentido se considera que es una variable o elemento muy sensible (estructura de la propiedad de la tierra) que debió tenerse en cuenta para objeto de valorar la sensibilidad y así establecer una zonificación ambiental fruto de lo existente en el área de influencia directa, así una vez definida la Alternativa, el INVIAS deberá incluir esta variable como elemento existente y muy sensible ante las diferentes actividades del proyecto para la identificación y caracterización inicial y su calificación dentro de la zonificación ambiental en el EIA. Igualmente identificar y calificar la sensibilidad -atendiendo a lo verificado en campo- con la existencia en los municipios de Ataco y Natagaima de Resguardos y comunidades étnicas existentes, pero que no fueron identificadas en el proyecto del DAA y que serían muy sensibles a las diversas actividades del proyecto de la variable elegida.

En términos generales para los tres medios - abiótico, biótico y socioeconómico y cultural - la zona más representativa en el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas corresponden a las Áreas de Exclusión para la alternativa B ocupando un mayor área con el 45.25% y la alternativa A con el 37.78%; mientras la alternativa C y D presentan áreas de exclusión menor del 16.68 % y 19.54 % respectivamente, dado que la mayor representatividad de manejo ambiental es en el área de intervención con restricción media-alta en el orden del 47.02% Alternativa C y 40.48 % alternativa D, las cuales son zonas que con un manejo adecuado ambiental, estarán acordes con las actividades y etapas del proyecto.

Una vez revisada la información y de acuerdo a la visita de campo por el grupo evaluador de la ANLA la calificación de la sensibilidad asignada con respecto a los criterios del componente abiótico, biótico y socioeconómico y cultural se considera que es adecuada y consistente con las condiciones presentes en el área de estudio.

Conforme a lo anterior, a continuación, se muestran los criterios de niveles de sensibilidad e importancia ambiental:

Tabla 9.6 Zonificación Ambiental Alternativa A

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA A				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	345,45	0,82	207,45	1,83
Bajo	11890,53	28,34	3038,35	26,76
Medio	4811,49	11,47	713,12	6,28
Alto	12832,31	30,59	3106,49	27,36
Muy Alto	12071,67	28,78	4290,45	37,78
Total	**41951,44**	**100**	**11355,86**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.7 Zonificación Ambiental Alternativa B

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA B				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	38,19	0,08	18,87	0,17
Bajo	10994,09	23,19	2547,99	22,96
Medio	4007,83	8,45	647,03	5,83
Alto	12659,04	26,70	2863,17	25,80
Muy Alto	19710,37	41,57	5022,57	45,25
Total	**47409,52**	**100**	**11099,63**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.8 Zonificación Ambiental Alternativa C

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA C				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	110,84	0,27	96,77	0,75
Bajo	11338,40	27,30	3472,95	26,85
Medio	4287,62	10,32	1119,21	8,65
Alto	16026,81	38,59	6088,29	47,07
Muy Alto	9767,93	23,52	2157,47	16,68
Total	**41531,59**	**100**	**12934,68**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 9.9 Zonificación Ambiental Alternativa D

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ALTERNATIVA D				
SENSIBILIDAD	**ÁREA II (Ha)**	**% ÁREA II**	**ÁREA ID (Ha)**	**% ÁREA ID**
Muy Bajo	347,78	0,91	207,23	1,59
Bajo	11285,98	29,55	3457,75	26,52
Medio	2931,67	7,68	1449,89	11,12
Alto	14099,00	36,91	5375,50	41,23
Muy Alto	9529,84	24,95	2547,05	19,54
Total	**38194,27**	**100**	**13037,43**	**100**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

10 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LA DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

De acuerdo a la información presentada en el DAA por el INVIAS, se relaciona en la siguiente tabla los requerimientos de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales para las cuatro (4) alternativas (A, B, C, D) propuestas para el desarrollo del proyecto.

La mencionada demanda de recursos naturales, se relaciona directamente con el requerimiento de permisos ambientales, como se presenta a continuación.

Tabla 10.1 Requerimiento permisos ambientales

RECURSO	PERMISO	ALTERNATIVA				OBSERVACIÓN
		A	B	C	D	
Agua	Concesión de agua	X	X	X	X	Requerido para la ejecutoría de las actividades, obras civiles y funcionamiento

RECURSO	PERMISO	ALTERNATIVA				OBSERVACIÓN
		A	B	C	D	
						de la infraestructura de apoyo como campamentos industriales. Las captaciones se realizarán únicamente en corrientes superficiales, es decir, en cuerpos de agua lóticos, no lénticos ni subterráneos.
	Vertimientos industriales y domésticos	X	X	X	X	Generados principalmente por el funcionamiento de la infraestructura de apoyo como campamentos industriales y por la generación de aguas industriales durante la construcción de los túneles. Antes de realizar la descarga sobre alguna corriente superficial serán aguas respectivamente tratadas conforme corresponda.
	Ocupación de cauce	X	X	X	X	Podrá ser de carácter temporal o permanente, dependiendo el tipo de obra a construir sobre o cerca de un cuerpo de agua.
Aire	Permisos de emisiones atmosféricas	X	X	X	X	Permiso relacionado con la generación de material particulado en las zonas de complejos industriales en donde operarán plantas de trituración, asfalto y concreto hidráulico.
Flora	Aprovechamiento forestal	X	X	X	X	Permiso requerido para la realización de las talas forestales correspondientes en zonas de cortes, explanaciones, conformación de sitios de disposición de material sobrante y fuentes de materiales.
	Levantamiento de vedas	X	X	X	X	Se requiere cuando se encuentran especies forestales con algún grado de restricción contenida en la normatividad ambiental colombiana.
Suelo	Licencia Minera y Ambiental para la Explotación de Materiales Pétreos en Cantera y/o Material de Arrastre de Río	X	X	X	X	La licencia minera se tramita a través de la Agencia Nacional de Minería, por su parte, la Licencia Ambiental se tramita ante la autoridad competente siguiendo lo señalado en el decreto 1076 de 2015.
	Autorización de Sitios de disposición de materiales sobrantes	X	X	X	X	Este permiso es requerido para la utilización de áreas en donde se pretende depositar los materiales que no van a ser utilizados en la construcción y son los provenientes de cortes y/o demoliciones.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Por otro lado, el INVIAS relaciona en la siguiente tabla la cantidad de obras a realizar en cada una de las alternativas propuestas, de donde se sacaron los cálculos de los volúmenes de la demanda de los recursos naturales a requerir.

Tabla 10.2 Información base para el cálculo de la demanda

Obra	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
	Longitud (m)	Cantidad (Un)	Longitud (m)	Cantidad (Un)	Longitud (m)	Cantidad (Un)	Longitud (m)	Cantidad (Un)
Longitud Total	165.000	-	155.200	-	148.550	-	140.800	-
Longitud Vía en Superficie	93.539	-	93.069	-	55.991	-	50.768	-
Longitud Túneles Cortos	2.819	8	2826	9	3558	10	3.776	9
Longitud Túneles Largos	44.822	8	35808	5	17.584	4	26.778	7
Longitud Túnel Férreo	-	-	-	-	41.986	1	40.015	1
Longitud Puentes	23.820	132	23496	126	21.681	98	19.463	84
Muros	10.249	139	21.057	166	14.505	105	1.127	18
Obras Hidráulicas	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Alcantarillas	671	Un	747	Un	474	Un	393	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un
TOTAL	**918**	**Un**	**1005**	**Un**	**674**	**Un**	**553**	**Un**
Movimiento de Tierras	**ALTERNATIVA A**		**ALTERNATIVA B**		**ALTERNATIVA C**		**ALTERNATIVA D**	
Corte	22.624.153	m^3	17.207.166	m^3	8.921.585	m^3	12.997.000	m^3
Lleno	878.610	m^3	3.404.216	m^3	3.167.652	m^3	669.707	m^3
Excavación túneles*	23.502.763	m^3	20.611.382	m^3	8.263.960	m^3	13.666.708	m^3
TOTAL MATERIAL A DEPOSITAR	**17.396.434**	**m^3**	**17.915.221**	**m^3**	**7.406.745**	**m^3**	**15.060.635**	m^3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Cabe resaltar que el material de excavación del túnel el 80% será utilizado para agregados, Base y Sub-bases y relleno para terraplenes, el 20% del material será depositado en las Zodme.

10.1 AGUA SUPERFICIAL

10.1.1 Concesión de agua

De acuerdo a lo propuesto por el INVIAS, la concesión de agua requerida para el desarrollo de las actividades de construcción de las cuatro (4) alternativas, se realizará de corrientes superficiales y de la compra de agua a terceros debidamente autorizados con sus respectivos permisos ambientales por la autoridad competente.

De acuerdo a los cálculos establecidos en el capítulo 5 en el DAA presentado por el INVIAS, los volúmenes de agua requeridos para uso industrial como domestico se relacionan a continuación:

Para el volumen de uso industrial se tuvieron en cuenta factores e indicadores de las obras de infraestructura por alternativa, como para el caso de vías sin túneles ni puentes se tomó un indicador de 66 m^3/Km para riego y aspersiones.

En la siguiente tabla se relaciona las cantidades de agua de uso industrial para cada una de las alternativas.

Tabla 10.3 Volúmenes de agua para uso industrial por alternativa

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Concretos hidráulicos (m^3)	1.199.452	1.152.227	1.113.738	1.055.619
Mezclas asfálticas (m^3)	45.457	60.262	39.883	37.802
Capas granulares (m^3)	345.696	363.160	309.253	293.115
Riegos y aspersiones (m^3)	4.760	4.062	4.341	3.421
Terraplén (m^3)	1.180.129	1.072.179	1.279.078	1.535.951
TOTAL (m^3):	**2.775.494**	**2.651.890**	**2.746.294**	**2.925.909**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el cálculo de concesión de agua para uso doméstico, INVIAS tuvo en cuenta la cantidad de infraestructura a instalar, el personal total en cada locación y la dotación.

Por otra parte, estimó la dotación bruta máxima para poblaciones con clima cálido según el nivel de complejidad bajo, con un porcentaje de pérdida técnica máxima admisibles de 25% en **0,133 m^3/Habitante-día**. Este valor se obtuvo siguiendo los requerimientos del Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

Tabla 10.4 Volumen de agua para consumo doméstico en cada una de las alternativas

ÍTEM	A	B	C	D
INSTALACIONES TEMPORALES	272.000	210.000	263.340	210.672
INSTALACIONES PORTALES TÚNELES	432.000	408.000	517.104	488.376
PONTEADEROS	960.000	960.000	387.828	517.104
TOTAL (m^3):	**1.664.000**	**1.578.000**	**1.168.272**	**1.216.152**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

A continuación, se presenta la cuantía total considerada dentro de la demanda hídrica del proyecto.

Tabla 10.5 Volumen total de agua por alternativa para el proyecto

	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
TOTAL (m^3)	4.439.494	4.229.890	3.914.566	4.142.061

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a la información presentada por el INVIAS, se considera que para el requerimiento de concesión de aguas utilizaran fuentes hídricas superficiales en el área de influencia del proyecto que tengan caudales superiores a un metro cubico por segundo, como las relacionadas en el capítulo de caracterización de este concepto.

De acuerdo a los resultados de volúmenes totales de agua por alternativa se considera que la de menor consumo de volumen es la alternativa C.

Cabe mencionar que el INVIAS no hace requerimientos para la utilización de aguas subterráneas en ninguna de las alternativas planteadas.

10.2 VERTIMIENTOS

Para la determinación de los volúmenes de agua residual doméstica que se generarían durante la construcción de cada una de las alternativas, se realiza la metodología encontrada en el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, teniendo en cuenta el valor de agua que se requiere para consumo doméstico y el coeficiente de retorno de dichas aguas como residuos.

Según los cálculos realizados se obtiene los resultados de los volúmenes de agua residual doméstica, para cada una de las alternativas planteadas del proyecto, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10.6 Estimativo del volumen de agua residual doméstica generada

ÍTEM	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
TOTAL (m^3)	1.164.800	1.104.600	817.790	851.306

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Según estos resultados la alternativa C es la que menos volumen de agua a verter generaría durante las actividades del desarrollo del proyecto.

10.3 OCUPACIÓN DE CAUCE

La estimación de las ocupaciones de cauce necesarias para cada una de las alternativas es la siguiente:

Tabla 10.7 Estimativo ocupaciones de cauce por alternativa

No. DE OCUPACIONES DE CAUCE								
OBRAS HIDRÁULICAS	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
Puentes	126	Un	119	Un	85	Un	80	Un
Box	115	Un	137	Un	110	Un	72	Un
Pontones	6	Un	2	Un	5	Un	8	Un

No. DE OCUPACIONES DE CAUCE								
OBRAS HIDRÁULICAS	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C		ALTERNATIVA D	
TOTAL	247	Un	258	Un	200	Un	160	Un

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

Para el permiso de ocupación de cauces según la información suministrada por el INVIAS en el DAA, La alternativa más favorable es la D, ya que tiene menos número de intervención de ocupación de cauces (180) en cuestión de la proyección de construcción de puentes, Boxculvert y pontones, con respecto a las demás alternativas propuestas.

10.4 APROVECHAMIENTO FORESTAL

El Estudio indica que debido a que el nivel del estudio es en Fase I no es posible calcular los volúmenes de remoción de cobertura vegetal requerido para la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal, puesto que para esta fase no se realiza inventario detallado en campo, se presenta el estimativo de las áreas que presentan vegetación importante y que pueden verse afectada por la acometida de las alternativas:

Tabla 10.8 Estimativo afectación de coberturas por alternativa

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA A					
Bosque denso	311	2242,96	5,35	319,50	2,81
Bosque abierto	312	2,04	0,00	2,04	0,02
Bosque fragmentado	313	826,80	1,97	151,41	1,33
Bosque de galería y/o ripario	314	1665,89	3,97	1099,87	9,69
Vegetación secundaria o en transición	323	2790,58	6,65	2315,91	20,39
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA B					
Bosque denso	311	5500,80	11,60	422,84	3,81
Bosque abierto	312	1,46	0,00	1,46	0,01
Bosque fragmentado	313	1176,30	2,48	143,43	1,29
Bosque de galería y/o ripario	314	1090,22	2,30	761,47	6,86
Vegetación secundaria o en transición	323	3067,82	6,47	2379,40	21,44
COBERTURA*	**NOMENCLATURA**	**ÁREA II (Ha)**	**ÁREA II (%)**	**ÁREA ID (Ha)**	**ÁREA ID (%)**
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA C					
Bosque denso	311	628,72	4,87	143,80	4,84
Bosque abierto	312	10,06	0,08	0,54	0,02
Bosque fragmentado	313	144,55	1,12	38,78	1,30
Bosque de galería y/o ripario	314	1102,44	8,54	214,79	7,23
Vegetación secundaria o en transición	323	2418,22	18,74	607,91	20,46
COBERTURA DE LA TIERRA ALTERNATIVA D					

COBERTURA*	NOMENCLATURA	ÁREA II (Ha)	ÁREA II (%)	ÁREA ID (Ha)	ÁREA ID (%)
Bosque denso	311	599,36	4,61	122,57	4,35
Bosque abierto	312	2,04	0,02	1,21	0,04
Bosque fragmentado	313	165,16	1,27	17,70	0,63
Bosque de galería y/o ripario	314	967,48	7,44	210,73	7,48
Vegetación secundaria o en transición	323	2281,61	17,54	582,89	20,69

* De acuerdo a la clasificación de coberturas Corinne Land Cover Nivel 3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a los estimativos de afectación de coberturas presentados en la tabla anterior para el área de influencia directa e indirecta de cada uno de los corredores en estudio para las áreas donde se prevé la instalación y operación de la infraestructura asociada a los procesos constructivos tales como campamentos, zonas de depósitos, ponteaderos, bocatomas de túneles, accesos a zonas de obra, entre otros, la alternativa que requiere menor demanda de aprovechamiento forestal tanto en el área de influencia indirecta como indirecta corresponde a la Alternativa D con respecto a las otras alternativas, tal como se puede apreciar en la tabla 10.8 del presente concepto técnico.

10.5 DISPOSICIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para el manejo de escombros y materiales de excavación se plantea la adecuación de ZODMES

La localización de las ZODMES se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10.9 Localización de las Zodmes propuestos por alternativas

ZODMES A			ZODMES B			ZODMES C			ZODMES D		
Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte	Nombre	Este	Norte
1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888	1	759931	863888
2	774374	856803	2	777489	872226	4	813917	857309	4	813917	857309
3	794274	856333	3	794274	856333	5	825010	864319	5	825010	864319
4	813917	857309	4	813917	857309	6	831503	846899	6	831738	875651
5	825010	864319	5	825010	864319	7	845938	851970	7	837786	876500
6	831738	875651	6	831503	846899	8	864921	851923	8	854431	874227
7	837786	876500	7	845938	851970				9	855975	869566
8	854431	874227	8	864921	851923				10	875432	864715
9	855975	869566									
10	875432	864715									

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a la relación de las ZODMES en cada una de las alternativas, cabe aclarar que algunos sitios son de uso similar para los corredores de las alternativas como el caso de la alternativa B y C, y de las alternativas A y D.

En la siguiente tabla se muestra las capacidades de almacenamiento de materiales sobrantes de las ZODME relacionadas anteriormente.

Tabla 10.10 Capacidad de los ZODMES

	Alternativa B y C	Alternativa A y D
Volumen Total (m^3)	17'598.316,34 m^3	29'110.224,49 m^3

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a la información suministrada en el DAA por el INVIAS, se evalúa teniendo en cuenta que las alternativas B y C al igual que las alternativas A y D comparten el mismo corredor o son muy próximos, por lo cual definieron las ZODMES similarmente para la disposición del material sobrante y de excavación, se analiza que la mejor alternativa para este ítem son las alternativas B y C con respecto a las alternativas A y D, debido a que en la alternativa D se tiene mayor proyección de construcción de túneles que las demás alternativas y la alternativa A el volumen de corte en la vía terrestre es mayor que la alternativa B.

10.6 FUENTES DE MATERIALES

EL INVIAS relaciona en la siguiente tabla la localización de las fuentes de materiales posibles en cada una de las alternativas planteadas.

Tabla 10.11 Localización de las Fuentes de materiales propuestos por alternativas

FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA A			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA B			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA C			FUENTES DE MATERIALES ALTERNATIVA D		
NOMBRE	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**	**NOMBRE**	**ESTE**	**NORTE**
2	766357	860387	1	766074	872197	1	774553	867200	2	775464	856784
3	779209	853217	4	789256	863029	3	790008	862255	4	791886	852354
5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349	5	813118	859349
6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755	6	820528	859755
7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678	7	829025	864678
9	831537	873448	9	826275	852337	9	826275	852337	8	831537	873448
12	850568	877050	10	847988	842804	10	847988	842804	12	850568	877050
13	859397	877648	11	855984	850239	11	855984	850239	13	859397	877648
15	871223	864482							14	862524	867555
19	862524	867555							15	871223	864482

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Se considera que, para la alternativa seleccionada, el INVIAS en el EIA deberá relacionar específicamente las fuentes de materiales a utilizar en el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los títulos mineros y la

licencia ambiental respectiva en caso de un tercero o de lo contrario tendrá que sacar todos los permisos respectivos para la utilización de estas fuentes relacionadas.

10.7 AIRE

10.7.1 Emisiones Atmosféricas

A nivel del componente aire, la necesidad de recursos se relaciona principalmente con las emisiones que generen los equipos y la maquinaria que se utilice dentro de los campamentos como la planta de asfalto, en este sentido, para el funcionamiento de estos equipos, se debe presentar solicitud de permiso de emisiones atmosféricas, la cual deberá estar incluida en la Licencia Ambiental del proyecto y se deberá realizar el monitoreo y seguimiento requerido por la autoridad ambiental pertinente para controlar los niveles máximos permitidos por la legislación vigente.

11 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

11.1 Metodología

El DAA indicó para este ítem que empleó la metodología ad hoc propuesta por el Consultor Consorcio SANVAL en el DAA presentado en el año 2014 a esta Autoridad, señalo que ésta permitió valorar los impactos de acuerdo con su naturaleza e importancia.

La caracterización se apoyó en los atributos de impacto que han sido previamente aceptados en su escogencia y en los valores a asignar, ahora bien, se calificaron los impactos y definió la tendencia ambiental para los escenarios “sin y con proyecto”, complementa diciendo que realizó la comparación y se estableció la diferencia de la calidad ambiental entre los dos escenarios. De esta manera dedujo que así determinó cuánto aportaría el proyecto en generación de impactos ambientales tanto de carácter positivo y/o negativo y cuáles son atribuibles a éste.

Asignó valores a cada atributo, y acudió a algoritmos definidos por la metodología en mención para hacer una ponderación de los atributos con el fin de obtener un valor inicial del impacto. Posteriormente, empleando otro algoritmo, encontró el impacto final o calificación cuantitativa del mismo, para compararla con estándares establecidos y asignarle la calificación cualitativa para su valoración.

La importancia de cada una de las acciones enfrentadas a las características ambientales es cuantificada, y el resultado produce la caracterización de los impactos para las distintas actividades del proyecto, en donde aquellos que sean mínimos o despreciables no se tienen en cuenta, para evitar distorsionar la valoración global.
Es pertinente resaltar por parte de esta Autoridad, que la importancia de los impactos propuestos en el DAA utilizó como atributos los siguientes criterios cuantitativos y cualitativos:

Tabla 11.1 Calificación y valoración de impactos propuesto por INVIAS

CATEGORÍA AMBIENTAL	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Naturaleza del impacto **(N)**	Positivo (+) Negativo (-)	Identifica si el impacto es beneficioso o no para el medio ambiente.

CATEGORÍA AMBIENTAL	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Probabilidad de Ocurrencia **(PO)**	Alta (3)	Cuando el impacto tiene que darse así se tomen todas las medidas
	Media (2)	Hay probabilidad de que ocurra, pero puede prevenirse.
	Baja (1)	La probabilidad de que ocurra es solo en casos excepcionales.
Reversibilidad **(R)**	Irreversible (3)	El Impacto es permanente, es decir, aun cuando cese la actividad que lo produce, no desaparece
	Recuperable (2)	Cuando es recuperable con alguna medida ambiental aplicada
	Reversible (1)	Son aquellos impactos que vuelven a auto recuperase, una vez la acción que lo produce desaparezca
Efecto **(E)**	Directo (3)	Si la afectación es causada directamente por la actividad que se está ejecutando
	Indirecto (1)	Si la afectación no es causa directamente por la actividad
Área de Afectación **(AA)**	Alta (3)	Cuando el área de afectación es mayor al área de influencia directa definida
	Media (2)	Cuando la afectación se da en el área de influencia directa
	Baja (1)	Cuando la afectación es solamente en el sitio donde se está llevando a cabo la actividad (puntual)
Duración **(D)**	Permanente (3)	Cuando el tiempo de duración del impacto persiste en el tiempo después de terminada las actividades que lo producen (permanente)
	Largo Plazo (2)	Cuando el impacto dura un tiempo más, después de terminada la actividad que lo genere
	Bajo (1)	Cuando el impacto dura, solo mientras dura la actividad que lo produce

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Señaló el DAA que, para obtener la calificación de importancia del impacto, se realizó la sumatoria de cada categoría ambiental, así:

$I = \Sigma N + PO + R + E + AA + D$

El impacto se clasifica de acuerdo con el valor obtenido así:

Si I genera valores entre 15 y 13, el impacto se califica como CRITICO, son aquellos impactos que son irreversibles y permanentes, son impactos que deben ser compensados.

Si I genera valores entre 12 y 11, el impacto se califica como ALTO y es a quien se deben dirigirse los programas de manejo ambiental.

Si I tiene valores entre 10 y 8, el impacto se califica como MODERADO y se espera que con medidas preventivas pueda evitarse o mitigarse.

Si I toma valores entre 7 y 5, el impacto se califica como IRRELEVANTE, solo se dará en casos accidentales.

Los resultados obtenidos de las anteriores valoraciones fueron sometidos, dependiendo de su naturaleza, a cálculos aritméticos para efectos positivos o negativos.

11.2 Escenario sin proyecto

El DAA señaló que, para identificar y valorar los impactos ambientales y su tendencia ambiental, en un escenario "sin proyecto", identificó y describió las actividades, tanto en el cómo y en dónde ocurren, en el área de influencia del proyecto, desarrolladas por las comunidades asentadas en esta o por los proyectos que existen allí, como:

- Ganadería extensiva
- Agricultura tradicional
- Minería artesanal
- Inestabilidades del terreno
- Existencia de redes de servicios públicos
- Operación de vías secundarias y terciarias
- Vertimientos de aguas residuales

En ese sentido procedió a partir de las actividades descritas, a la identificación de los impactos que estas ocasionan sobre cada uno de los siguientes elementos medioambientales considerados, con el fin de definir la tendencia de la calidad ambiental del Área de Influencia del proyecto de continuar los procesos actuales, sin el proyecto vial.

11.2.1 Medio Abiótico

Para el medio abiótico se identificaron y calificaron los siguientes impactos que generan las actividades que se presentan en el área de influencia de las cuatro (4) alternativas (A, B, C y D), sin proyecto:

El impacto activación de procesos erosivos, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal e Inestabilidad del terreno, se considera a que este impacto se califique de importancia entre **MODERADA** y **ALTA** para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto cambios en la morfología del suelo, según las actividades de ganadería extensiva, minería artesanal e Inestabilidad del terreno, se califica para la ganadería extensiva de **MODERADO** para la alternativa B y D y **ALTO** para la alternativa A y C, mientras la actividad de minería artesanal e inestabilidad del terreno se consideró una calificación de impacto crítico para todas las alternativas.

El impacto Incremento en la concentración de material particulado, según las actividades de minería artesanal e Inestabilidad del terreno, se considera que el impacto es **MODERADO** para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto aumento en decibeles de ruido, según las actividades de minería artesanal y operación de vías secundarías y terciarias, se considera que el impacto es MODERADO para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas.

El impacto alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas), según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, operación de vías secundarías y terciarias, y vertimientos de aguas residuales domésticas, se considera esta situación con mayor presencia en la alternativa D**,** donde se presentaron más impactos **CRÍTICOS** que para las alternativas A, B y C, donde los impactos son **MODERADO Y ALTO**

El impacto disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, según las actividades de agricultura tradicional, minería artesanal y existencia de redes de servicios públicos, se

considera mayor afectación para la alternativa D como impacto **CRÍTICO,** mientras las alternativas A, B y C presenta impacto **MODERADO.**

El impacto afectación de nacederos y lagunas, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal y vertimientos de aguas residuales domésticas, se considera impactado en los corredores de las alternativas por la ampliación de frontera para las actividades de ganadería y agricultura afectando los nacederos y la minería artesanal es de gran amenaza en la alternativa D.

El impacto alteración del cauce, según las actividades de minería artesanal, se considera un impacto ALTO para todas las alternativas.

El impacto cambio en la dinámica de las corrientes superficiales, según las actividades de operación de vías secundarías y terciarias, se considera un impacto ALTO para todas las alternativas.

El impacto cambio en las condiciones físico químicas del suelo, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, se considera para todas las alternativas impactos **CRÍTICOS.**

El impacto modificación paisajística, según las actividades minería artesanal, Inestabilidades del terreno, existencia de redes de servicios públicos, se considera por lo tanto que son los componentes que más se deben tener en cuenta al momento de la ejecución de las obras civiles para la materialización del proyecto.

11.2.2 Medio Biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS para el escenario sin proyecto con respecto al cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad indican en términos generales que a lo largo de las alternativas se observa un cambio en la vocación de los suelos, sobre todo en el municipio de Pradera y Florida, por las grandes extensiones de cañaduzales, así como la influencia de la expansión de la frontera agropecuaria, donde se ha convertido en una de las actividades económicas más relevantes en esta región.

En el área de influencia por el sector de la cordillera central se encuentra dentro el distrito biogeográfico de Norandino Paramo orobioma alto de los Andes, donde los usuarios indirectos de este son numerosos puesto que, los suelos especiales de este ecosistema almacenan y distribuyen agua que luego es usada para riego, agua potable y otros usos en los municipios de Pradera y Florida del departamento del Valle del Cauca y del municipio de Río Blanco en el departamento del Tolima. Sin embargo, al ser un sistema frágil y de gran importancia ecológica, sus suelos son una esponja natural que al ser compactada no recobra sus propiedades.

Por consiguiente, las quemas y el pisoteo del ganado alteran sus propiedades, se pierde la capacidad de almacenamiento de agua y en consecuencia los servicios ambientales fundamentales del páramo se deterioran y con ellos la calidad de vida de las poblaciones que actualmente están utilizando el agua que nace en este ecosistema estratégico.

De igual forma para el distrito biogeográfico NorAndino Valle del Magdalena Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico, el uso actual predominante es de rastrojos, tierras ariales y pastos naturales, los cuales, en su mayoría, están dedicados a la ganadería extensiva, afectando el valor ecosistémico de estos bosques secos, principal hábitat de especies endémicas de fauna y flora.

La consecución de esta actividad propiamente dicha, lleva consigo continuos procesos de fragmentación de los bosques naturales mediante la potrerización de los mismos, evidenciándose en una disminución considerable de la cobertura vegetal existente, esta característica define la calificación de este impacto para las alternativas como **CRÍTICO** para las cuatro alternativas – A, B, C y D; este impacto tiene efectos directos sobre la biodiversidad y la estructura y composición florística de los bosques presentes en la zona, disminuyendo la calidad e importancia de los mismos, razón por la cual estos impactos reciben una calificación **ALTO** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Con respecto al cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat para las alternativas A y B la influencia de la topografía presente a lo largo de estas alternativas está asociada a las fuertes pendientes y alta precipitación en la zona, propician en el río Atá continuos procesos erosivos a partir de los cuales se evidencia una disminución del bosque ripario, protectora de la misma, influyendo directamente en la disminución de la biodiversidad así como en la composición y estructura de este tipo de ecosistema; lo anterior permite definir una calificación **MODERADA**, para las alternativas A y B.

Para estos impactos en las alternativas C y D la influencia de la topografía presente a lo largo de esta alternativa está asociada a las fuertes pendientes y alta precipitación en la zona, sin embargo, no se evidencia continuos procesos erosivos a partir de los cuales la cobertura vegetal protectora es menor, lo anterior permite definir una calificación **IRRELEVANTE**, para la alternativa C y D.

Para la afectación de la calidad del hábitat dulceacuícolas y cambio en la composición- estructura de las comunidades hidrobiológica, se indica para todas las alternativas que estas actividades afectan los ecosistemas dulceacuícolas, dado que los procesos de extracción del material de arrastre desde el lecho del río Atá, y quebradas asociadas altera el hábitat dulceacuícola y en consecuencia, la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas que reaccionan a variaciones dependientes de las características fisicoquímicas y de la calidad del agua, correspondiendo estos impactos a un valor de importancia **ALTO Y MODERADO** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Aparte de esta actividad, los vertimientos de aguas residuales domésticas sobre las fuentes de recurso hídrico del área de influencia, afectando en gran proporción los ecosistemas acuáticos, debido a que el vertimiento de dichas aguas modifica el hábitat dulceacuícola a corto plazo y esto provoca cambios en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, cambiando la función biológica y el ciclo de vida de los organismos dentro del ecosistema. Por consiguiente, esta actividad corresponde a los impactos evaluados correspondiente a un valor de importancia **ALTO** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

11.2.3 Medio Socioeconómico y cultural

Para el medio social se identificaron y calificaron los siguientes impactos que generan las actividades que se presentan en el área de influencia de las cuatro (4) alternativas (A, B, C y D), sin proyecto:

El impacto migración de población, según las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impacto que se consideró para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como ALTO.

Los impactos desplazamiento involuntario de unidades sociales y compra de predios, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como ALTO.

Los impactos cambios en la economía local y regional, pérdida de actividades económicas tradicionales y, cambios en el valor de la tierra y construcciones, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como MODERADO.

El impacto mejoramiento en la calidad de vida, dada por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional y minería artesanal, impacto que se consideró para cada una de las cuatro alternativas como IRRELEVANTE en las áreas donde se proponen las alternativas B y C y MODERADO en las áreas donde se proponen las alternativas A y D.

Los impactos afectación de la movilidad peatonal, vehicular, de semovientes y de accesos, caminos veredales y fincas y el impacto variación de los índices de accidentalidad, por la actividad de existencia de redes de servicios públicos, impacto que se consideró para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las cuatro (4) alternativas como MODERADO.

Los impactos conflictos con las comunidades campesinas y colonos, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, existencia de redes de servicios públicos, operación de vías secundarías y terciarias, y vertimientos de aguas residuales domésticas, impactos que se consideraron para cada una de las áreas de influencia donde se proponen las alternativas B y C como MODERADO y en las áreas donde se proponen las alternativas A y D como ALTO.

Los impactos conflictos con las comunidades étnicas, por las actividades de ganadería extensiva, agricultura tradicional, minería artesanal, inestabilidades del terreno, operación de vías secundarías y terciarias, impactos que se consideraron para las áreas de influencia donde se propone la alternativa C como CRITICO.

El impacto afectación a redes de servicios públicos, dada por las actividades de existencia de redes de servicios públicos, impacto que se consideró para las áreas donde se proponen cada una de las cuatro (4) alternativas como IRRELEVANTE.

11.3 Escenario con proyecto

Señaló el DAA que, a partir de las características propias del proyecto, definieron las actividades a desarrollar relevantes para la identificación y calificación de impactos generados por el proyecto sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia, como resultado de la interrelación de las diferentes actividades con el medio. Propuso las siguientes actividades propias de construcción del proyecto vial:

> *Actividades de construcción vía en superficie*: Compra de Predios, Contratación de Mano de Obra Calificada y No Calificada, Manejo de Vegetación, Desmonte, limpieza y descapote, Instalación operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Demolición de infraestructura existente; Traslado y relocalización de redes; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Excavaciones mecánicas para cimentación; Cimentación

de las estructuras; Construcción de puentes y viaductos; Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); Construcción de obras de arte; Estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto); Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de concreto asfáltico; Restauración y recuperación de áreas intervenidas; Desmantelamiento; Señalización y demarcación vial.

Actividades de construcción obra subterránea: Excavaciones mecánicas y con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Instalación redes eléctricas; Revestimiento del túnel; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de concreto; Construcción de rieles; Instalación sistema de ventilación y electromecánico.

Actividades de operación: Mantenimientos rutinarios; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo.

En ese sentido presentó la identificación y valoración de impactos por las diferentes actividades en el escenario con proyecto para las vías en superficie y obras subterráneas para cada una de las cuatro (4) Alternativas - A, B, C, y D - para cada medio - Abiótico, Biótico y Socioeconómico y cultural -.

11.3.1 Medio Abiótico

El INVIAS en el capítulo 6 y su respectivo anexo 6 del presente DAA, se presenta la matriz de identificación de impactos ambientales en el escenario con proyecto para vía en superficie, donde se realiza la evaluación conforme a la metodología señalada anteriormente, a continuación, se describe los impactos con las actividades que lo pueden generar durante la construcción del proyecto.

El impacto activación de procesos erosivos, teniendo en cuenta las siguientes actividades durante la construcción del proyecto, como son manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, Movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), restauración y recuperación de áreas intervenida. La evaluación de este impacto para las alternativas arrojó que la C Y D presenta menos incidencia sobre éste.

El impacto cambios en la morfología del suelo, según las actividades Manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), rellenos con material clasificado, restauración y recuperación de áreas intervenidas. La evaluación arrojó mayor incidencia de impactos de tipo **Crítico** para la alternativa B y C.

El impacto aumento en decibeles de ruido, según las actividades Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal, demolición de infraestructura existente, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, cimentación de las estructuras, construcción de puentes y viaductos, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y

disposición final), construcción de obras de arte y estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto). La evaluación arrojó que este impacto es de carácter Moderado y no se evidenció una diferencia significativa en la valoración para cada alternativa.

El impacto alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas), teniendo en cuenta las actividades de construcción. La evaluación arrojó que la construcción de la alternativa B y C genera más incidencia sobre este impacto, principalmente por el número de obras hidráulicas y puentes propuestos para su materialización.

El impacto disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, teniendo en cuenta las siguientes actividades I*nstalaci*ón y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, construcción de obras de arte, restauración y recuperación de áreas intervenidas. La evaluación se puede presentar para todas las alternativas por la captación de agua para el proyecto de manera temporal y por la tala de vegetación que se pueda presentar una disminución del recurso hídrico.

El impacto afectación de nacederos y lagunas, según las actividades extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), restauración y recuperación de áreas intervenidas. La posibilidad de manifestación de este impacto, para el caso concreto del presente DAA se puede presentar con mayor magnitud en la alternativa B y C.

El impacto cambio de uso del suelo, según las actividades de adquisición de predios, manejo de la vegetación, desmonte, limpieza y descapote, Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos, traslado y reubicación de redes, extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, excavaciones mecánicas para cimentación, movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), construcción de obras de arte, estabilización de taludes (concreto hidráulico o biomanto), restauración y recuperación de áreas intervenidas. Los cambios en el uso del suelo se presentan principalmente en la alternativa A y B por intervenir mayor área de coberturas vegetales de bosques.

El impacto modificación paisajística, modifican el paisaje de forma importante, por lo que la evaluación arrojó que este impacto para la mayoría de las actividades listadas es considerado alto.

11.3.2 Medio Biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS para el escenario con proyecto por las actividades en superficie asociadas a la instalación y operación de infraestructura temporal y adecuación de accesos para las cuatro alternativas generará cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad y fragmentación del hábitat y cambio de conectividad por cuanto estas es una actividad propia de preconstrucción.

El proceso constructivo del corredor vial, requiere de un número significativo de actividades con las cuales se propende desarrollar a satisfacción la obra en mención. Teniendo en cuenta lo anterior la instalación y operación de infraestructura temporal y adecuación de accesos juega un papel importante en la fase de

preconstrucción, por lo que esta actividad requiere de la selección de terrenos preferiblemente con poca cobertura vegetal en los cuales se instalan oficinas, campamentos, áreas de mantenimiento, etc. No obstante, las adecuaciones de estas instalaciones cercanas a áreas boscosas hacen que estas actividades reciban una calificación de **MODERADA**, debido a que la intervención en cualquiera de estos dos corredores para esta actividad derivaría en la disminución de la cobertura vegetal viéndose reflejada en el cambio de biodiversidad, así como cambios en la estructura y composición florística para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Por las actividades de desmonte, limpieza y descapote, los impactos asociados - tala forestal, cambio de cobertura vegetal, cambio de Biodiversidad y fragmentación del hábitat y cambio de conectividad – se generaran por la movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal, que corresponde a una actividad que por su naturaleza afecta de forma indirecta la cobertura vegetal, evidenciándose en una disminución de individuos arbóreos presentes en la zona a efectos del descuido de los operarios en esta labor, considerando lo anterior esta actividad recibe un resultado **MODERADO** en el impacto para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las actividades propias de la fase de construcción generan los mayores impactos de tipo negativo sobre los remanentes de la cobertura vegetal existente a lo largo de todo el corredor. El desmonte, limpieza y descapote corresponde a la principal actividad de remoción de cobertura vegetal en la cual hay un cambio total de este componente afectando directamente la biodiversidad y generando cambios drásticos en la estructura y composición florísticos de cada una de las coberturas boscosas presentes en el área de influencia directa, para las dos alternativas esta actividad recibe una calificación de **MODERADO** en la afectación puntual de la cobertura vegetal y una calificación de **MODERADO** para los impactos derivados de esta actividad como el cambio de biodiversidad para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

La tala forestal recibe una calificación **CRITICA**, ya que corresponde a la actividad que más impactos genera sobre el recurso florístico en el momento de ejecución del proyecto, viéndose reflejada en la eliminación total de la cobertura vegetal existente a lo largo del corredor afectando directamente la biodiversidad de especies vegetales presentes en la zona a la vez que se observan cambios en la estructura y composición florística de los remanentes boscosos para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Por las actividades asociadas al tratamiento de taludes, los impactos asociados - restauración y recuperación de áreas intervenidas, cambio de cobertura vegetal, cambio de biodiversidad, fragmentación del hábitat y cambio de conectividad – generados en la fase de construcción, indican que la labor correspondiente a las actividades de tratamiento de taludes al igual que la restauración y recuperación de las áreas intervenidas, reciben una calificación de **POSITIVA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D, ya que las labores de empradización en taludes y terraplenes así como la reforestación de estas áreas inicialmente intervenidas, juega un papel muy importante en el aumento de la cobertura vegetal, propiciando la aparición de nuevas especies forestales y un incremento en las masas boscosas de estas áreas degradadas.

El cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y especies focales - IUCN, CITES, migratorias, endémicas -, restringidas a un hábitat, asociado a la instalación y operación de infraestructura temporal; movilización de maquinaria y personal; remoción de cobertura vegetal y descapote; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); explotación de materiales de construcción; construcción de puentes y viaductos; obras de arte; tratamiento de taludes; restauración y recuperación de áreas; estructura de rodadura y a los procesos de mantenimiento y operación, la Empresa manifiesta que al momento de evaluar ecológicamente los impactos generados en el ecosistema del

NorAndino Orobioma bajo, medios y altos de los Andes y NorAndino Zonobiomaalternohígrico y/o Subxerofítico, es importante tener en cuenta la presencia de las diferentes coberturas vegetales presentes en cada una de las dos alternativas consolidadas para este proyecto, dado que a partir de la afectación directa de éstas, se puede diferenciar la magnitud de los impactos generados sobre este componente. De esta manera se identificaron impactos de naturaleza negativa con calificaciones **IRRELEVANTE** a **MODERADA** para cada alternativa, que pueden ser generados por cada una de las actividades de obras propuestas en el área de influencia directa para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las dos últimas actividades sólo fueron evaluadas para los impactos de cambio en la riqueza y abundancia en las comunidades de fauna silvestre y, la afectación de especies focales, teniendo en cuenta que dichas actividades tienen mayor incidencia sobre el atropello de animales. La calificación dada a este impacto es **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

El desarrollo de las actividades mencionadas genera efectos ecológicos que principalmente hacen referencia a los fenómenos de efecto barrera, efecto de borde, ruido, atropello o choque de animales y transmisión de enfermedades de fauna doméstica a fauna silvestre.

Por otro lado, se consideró que las actividades que generan impactos positivos corresponden a la restauración y recuperación de áreas, dado que podrían participar en la disminución de las consecuencias del efecto barrera y atropello de animales, respectivamente. Por consiguiente, su calificación fue **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

La instalación y operación de infraestructura temporal; movilización de maquinaria y personal; remoción de cobertura vegetal y descapote; movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); demolición; explotación de materiales de construcción; construcción de puentes y viaductos; obras de arte; redes; tratamiento de taludes, Restauración y recuperación de áreas, desmantelamiento, mantenimiento y operación las cuales generaran afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola y cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, de acuerdo a la Empresa producen efectos negativos sobre los cuerpos de agua, relacionados con las cualidades físico-químicas y de calidad de agua que permiten determinar el grado de impacto.

Entre estos efectos se encuentra:

Contaminación de cuerpos hídricos: Es generada tanto en la fase de construcción como en la de operación de la vía, debido a los materiales usados en este proceso y la sedimentación producto de las actividades realizadas en el área de influencia del corredor; los aceites u otras sustancias producidas por los vehículos que puedan derramarse accidentalmente y llegar a cuerpos de agua, generalmente por procesos de escorrentía. Por consiguiente, su calificación presenta un impacto negativo de importancia **IRRELEVANTE A MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Adicionalmente, el proceso de extracción y disposición final de materiales empleados en la construcción, puede aumentar el grado de sedimentación de los cuerpos de agua, así como el de eutrofización, sumado a la disposición accidental de sedimentos en corrientes de agua como producto de la construcción de redes, puentes, entre otros. Este impacto negativo presenta una calificación de importancia **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Ese tipo de derrames accidentales no es el único responsable de la contaminación y eutrofización que generarían las actividades mencionadas, también se encuentran posibles filtraciones o derrames de químicos utilizados en la pavimentación de la vía, como aditivos, impermeabilizantes, retardantes, acelerantes, juntas frías, entre otros.

La composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas depende de factores físicos y químicos del sistema en el que habitan, tales como los movimientos del agua corriente, velocidad y dirección. Sin embargo, dichas comunidades también responden a variaciones en la calidad del agua, originados por actividades antrópicas como las mencionadas anteriormente. La calificación para este impacto de importancia **IRRELEVANTE** y de importancia **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Los efectos descritos, no sólo influirían de manera directa sobre la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos que recorren las alternativas, también de forma indirecta sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas pertenecientes a tales ecosistemas.

11.3.3 Medio socioeconómico y cultural

Impacto "*Migración de la población*" por las actividades de: Compra de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Cimentación de estructuras; Construcción de puentes y viaductos; Construcción de obras de arte Estabilización de taludes (con concreto hidráulico o biomanto); Señalización y demarcación vial; Mantenimiento Rutinario; Mantenimiento periódico y finalmente Mantenimiento, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Desplazamiento involuntario de unidades sociales*" por las actividades de: Adquisición de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Traslado y relocalización de redes; Construcción de puentes y viaductos; Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); Construcción obras de arte; Rellenos con material clasificado, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Cambios en la economía local y regional*" por las actividades de: Compra de predios; Desmonte, limpieza y descapote; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Señalización y demarcación vial; Mantenimiento Rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Cambios en el valor de la tierra y construcciones*" por las actividades de: Compra de predios; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Construcción de puentes y viaductos; Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Señalización y demarcación vial; Mantenimiento Rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Afectación de la movilidad peatonal, vehicular y semovientes y de accesos, caminos veredales y fincas*" por las actividades de: Desmonte, limpieza y descapote; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos,

maquinaria equipo y personal; Excavaciones mecánicas para cimentación; Cimentación de estructuras; Construcción de puentes y viaductos, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Variación de los Índices de Accidentalidad*" por las actividades de: Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria equipo y personal; Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Señalización y demarcación vial; Mantenimiento Rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con las comunidades Campesinas y colonos*" por las actividades de: Compra de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Rellenos con material clasificado; Restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia ALTA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con comunidades étnicas*" por las actividades de: Compra de predios; Contratación de mano de obra; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior; Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Rellenos con material clasificado; Restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia CRITICA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Generación de Empleo*" por las actividades de: Contratación de mano de obra Calificada y No Calificada; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movilización de material de construcción, insumos, maquinaria, equipo y personal; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, Movimientos de tierra (Incluye transporte y disposición final); Restauración y recuperación de áreas intervenidas, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Afectación a Redes de Servicios Públicos*" por las actividades de: Compra de predios; Desmonte, limpieza y descapote; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Demolición de infraestructura existente; Traslado de redes; Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final), impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Compra de Predios*" por las actividades de: Compra de predios; Instalación y operación de campamentos, infraestructura temporal y adecuación de accesos; Movimiento de tierras en superficie (incluye transporte y disposición final); Rellenos con material clasificado, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Afectación al Patrimonio Arqueológico de la Nación*" por las actividades de: Desmonte, limpieza y descapote; Extracción de materiales de cantera o aluviales, trituración y tratamiento posterior, Excavaciones mecánicas para cimentación; Cimentación de estructuras; Movimiento de tierras en superficie (incluye

transporte y disposición final), impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

11.3.4 Identificación y calificación de impactos escenario Con Proyecto – Obra subterránea

El DAA presentó la identificación y valoración de impactos por las diferentes actividades en el escenario con proyecto para las obras subterráneas, para cada una de las cuatro (4) Alternativas A, B, C y D y para cada medio Abiótico, Biótico y Socioeconómico y cultural.

Medio Abiótico

Los impactos evaluados ambientalmente del proyecto con obra subterránea, según el INVIAS se pueden mencionar a continuación con las respectivas actividades generales para dicha actividad y que hacen parte en todas las alternativas propuestas (A, B, C, D) teniendo en cuenta que en algunas hay menor cantidad de túneles como el caso de la alterativa A y B.

Impactos evaluados:

- Activación de procesos erosivos
- Modificación geomorfológica
- Incremento en la concentración de material particulado
- Aumento en decibeles de ruido
- Alteración de la calidad del agua (condiciones fisicoquímicas y bacteriológica)
- Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales
- Afectación calidad de aguas subterráneas
- Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)
- Modificación del nivel freático

Las actividades que pueden generar los anteriores impactos durante la ejecución del proyecto son: Excavaciones mecánicas y con explosivos, instalación redes eléctricas, revestimiento del túnel, descarga de aguas industriales, rellenos con material clasificado, imprimación y colocación de concreto asfáltico y construcción de rieles.

Medio Biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS para el escenario con proyecto por las actividades en obras subterráneas las actividades de movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria y personal, remoción de cobertura vegetal y descapote y tala forestal en portales generaran cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad, indicando que al igual que ocurren en las actividades que se generan en la vía en superficie, *la movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal* dada para túneles, corresponde a una actividad que por su naturaleza afecta de forma indirecta la cobertura vegetal, evidenciándose en una disminución de individuos arbóreos presentes en la zona a efectos del descuido de los operarios en esta labor, considerando lo anterior esta actividad recibe una calificación de **IRRELEVANTE** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Las actividades de *Remoción de cobertura vegetal y descapote,* así como *Tala forestal en portales* reciben una calificación de **IRRELEVANTE** a **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D en cuanto al manejo de túneles ya que estas actividades afectan la cobertura vegetal presente en los portales de los túneles y plataformas de trabajo, reflejándose en un cambio en la cobertura vegetal asociada en muchos casos a remanentes boscosos afectando indirectamente el cambio de biodiversidad en estas áreas.

Para el paso de la cordillera central en túnel férreo, permite no afectar las zonas de páramo que ofrecen gran cantidad de servicios ambientales de provisión, especialmente de agua para la región, a su vez de impactar en lo más mínimo los correderos ecológicos existentes.

Al conservar y mantener estas áreas se permite el albergue y garantiza la perpetuidad de las comunidades tanto de flora como de fauna locales y regionales, así como su conectividad y movimiento con biotas subregionales, particularmente las pertenecientes a las de bosque alto - andino, andino y de páramo.

La instalación y operación de infraestructura temporal generaran cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad; la adecuación de plataformas de trabajo correspondiente a *la instalación y operación de infraestructura temporal* demanda actividades de remoción de cobertura vegetal disminuyendo en estas áreas el número de individuos forestales, afectando indirectamente la biodiversidad presente en estas áreas, estas razones conlleva a que esta actividad en si afecte de manera **IRRELEVANTE** para las cuatro alternativas – A, B, C y D los recursos naturales en la zona recibiendo respectivamente en cada uno de los impactos.

El tratamiento de taludes generara cambios en la cobertura vegetal y biodiversidad; una vez terminadas las labores de construcción de los diferentes túneles se hace necesaria la *recuperación y revegetalización de taludes* de portales y plataformas de trabajo, favoreciendo así la regeneración de la cobertura vegetal permitiendo la aparición de especies forestales en estas áreas, por tal razón esta actividad recibe una calificación de **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Por otro lado, aunque la construcción de túneles minimicen los impactos de la fragmentación y ocurran cambios de conectividad, el efecto de la excavación sobre el techo de los túneles carreteros propuestos a lo largo de las alternativas, si pueden llegar a causar cambios sobre la riqueza y abundancia de la especies de fauna y flora, debido al abatimiento de niveles freáticos con la consecuente disminución de caudales en corrientes superficiales localizadas por encima del eje del túnel (de acuerdo a las características hidrogeológicas de la zona), que puede llegar a disminuir la calidad fisiológica de las especies vegetales presentes, afectando la producción de semillas y flores, así como la regeneración de plántulas presente en la cobertura de bosques fragmentados y vegetación secundaría y/o en transición del orobioma bajo, medio y alto de los andes; por tal motivo esta actividad recibe una calificación de **MODERADA** a la disminución de la calidad fisiológica vegetal para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

En cuanto al techo del túnel férreo debido a su conformación hidrogeológica y la profundidad de su excavación, presentará muy bajo abatimiento freático, dado que la recarga para este tramo es por precipitación la cual es de carácter bimodal donde prevalecen dos períodos lluviosos, la zona se encuentra limitada en la parte oriental de la Cordillera Central, donde se crean los nacederos de las corrientes superficiales en la parte alta de las montañas, el agua que se infiltra en el área verticalmente al subsuelo es poca, ya que las mencionadas corrientes se encuentran localizadas sobre unidades hidrogeológicas muy impermeables. Por consiguiente, se garantiza la perpetuidad de las comunidades tanto de flora como de fauna

local y regional, así como su conectividad y movimiento con biotas subregionales, particularmente las pertenecientes a las de bosque alto-andino, andino y de páramo.

Los parámetros para evaluar los impactos que puede causar la construcción de túneles sobre la fauna y vegetación, se estima conforme la afectación por tala en los portales, movimiento de tierra en superficie y remoción de cobertura vegetal y descapote, el cual pueden llegar a ocasionar un efecto barrera sobre la fauna silvestre, efecto de borde para los parches de bosque y cambio de conectividad del ecosistema, debido a los cambios estructurales y reducción en la complejidad estructural, producto de la fragmentación. Por consiguiente, se otorgó una importancia **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Por el otro lado, aunque la construcción del túneles minimicen los impactos de la fragmentación y cambio de conectividad del ecosistema, el efecto de la excavación sobre el techo del túnel, si pueden llegar a causar cambios sobre la riqueza y abundancia de la especies de fauna y flora, debido al abatimiento de niveles freáticos con la consecuente disminución de caudales en corrientes superficiales localizadas por encima del eje del túnel (de acuerdo a las características hidrogeológicas de la zona), que puede llegar a disminuir la calidad fisiológica de las especies vegetales presentes, afectando la producción de semillas y flores, así como la regeneración de plántulas presente en la cobertura de bosques fragmentados y vegetación secundaría y/o en transición del orobioma bajo, medio y alto de los Andes. La calificación de estos impactos es de importancia **IRRELEVANTE y MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

De igual forma, estos cambios en la riqueza y diversidad de especies vegetales en el techo del túnel, eventualmente también producirá cambios en la riqueza y diversidad de especies faunísticas, provocando modificaciones de las fuentes de alimentos y de hábitat de diferentes grupos faunísticos, disminuyendo así las especies polinizadoras y dispersoras de semillas. Estos impactos en gran medida son afectados por la excavación y movimientos de tierra, así como el uso de explosivos que ocasiona desplazamiento de la fauna especialmente por las aves y mamíferos medianos, por la disminución de la calidad de los micro hábitats de estos. Por esta razón estas actividades reciben una importancia **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D.

Finalmente, las actividades de movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria y personal, remoción de cobertura vegetal y descapote, tala forestal en portales, Adecuación de vías industriales, Instalación y operación de infraestructura temporal, Movimiento de tierras en superficie (Incluye transporte y disposición final), Excavación, Manejo y uso de explosivos, Disposición de material de excavación, Cortes, Construcción y manejo de sistema de tratamiento de aguas de infiltración, Construcción sistema de impermeabilización, Construcción de obras de estructura y soporte, Tratamiento de taludes, Estructura de rodadura, Manejo paisajístico, Instalación sistema de ventilación y electromecánico, Desmantelamiento, cierre y abandono y mantenimiento producirán en efectos negativos sobre los cuerpos de agua, relacionados con las cualidades físico-químicas y de calidad de agua que permiten determinar el grado de impacto.

Entre estos efectos se encuentra la contaminación de cuerpos hídricos: Es generada tanto en la fase de construcción del túnel, debido los materiales que se utilizan y el proceso constructivo, los cuales son principalmente partículas de plomo, y los de conservación del revestimiento del túnel, que incluyen herbicidas y materiales epóxicos; también en esta fase pueden presentarse vertidos ocasionales en los accidentes y derrames de aceites y grasas, que puedan llegar a cuerpos de agua, generalmente por procesos de escorrentía, ocasionando cambios en la calidad del agua del hábitat dulceacuícola. Por consiguiente, la calificación de este impacto de importancia **MODERADA** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Adicionalmente, el proceso de extracción y disposición final de materiales empleados en la construcción, puede aumentar el grado de sedimentación de los cuerpos de agua, así como el de eutrofización, sumado a la disposición accidental de sedimentos en corrientes de agua como producto de la construcción del túnel.

La composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas depende de factores físicos y químicos del sistema en el que habitan, tales como los movimientos del agua corriente, velocidad y dirección. Sin embargo, dichas comunidades también responden a variaciones en la calidad del agua, originados por actividades de obras anteriormente mencionadas. Estos impactos presentan una con importancia **IRRELEVANTE** para las cuatro alternativas – A, B, C y D**.**

Los efectos descritos, no sólo influirían de manera directa sobre la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos que recorren las alternativas, también de forma indirecta sobre la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas pertenecientes a tales ecosistemas.

Medio socioeconómico y cultural

Impacto "*Migración de la población*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de concreto asfáltico impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Cambios en el valor de la tierra y construcciones*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Imprimación y colocación de concreto asfáltico, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con las comunidades Campesinas y colonos*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Revestimiento del túnel; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Mantenimiento rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia ALTA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Conflictos con comunidades étnicas*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Revestimiento del túnel; Descarga de aguas industriales; Rellenos con material clasificado; Mantenimiento rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia CRITICA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Generación de Empleo*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Instalación de redes eléctricas; Revestimiento del túnel; Construcción de rieles; Instalación del sistema de ventilación; Mantenimiento rutinario; Mantenimiento periódico; Mantenimiento preventivo, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Impacto "*Compra de Predios*" por las actividades de: Excavaciones con explosivos; Movimiento, transporte y disposición final de tierras; Rellenos con material Clasificado, impacto considerado de importancia MODERADA para todas las cuatro (4) Alternativas.

Esta Autoridad considera frente a lo propuesto por INVIAS en relación con la identificación y valoración de impactos sin proyecto y con proyecto para las cuatro Alternativas A, B, C y D, y que podrían causar las diferentes actividades del mismo, -bien sean las vías superficiales o las subterráneas o túneles- al medio socioeconómico y cultural, que es la identificación y valoración es coherente, ajustado y apropiado con lo observado en campo, dado que toman en cuenta las diversas actividades, los califican de manera apropiada según la metodología expuesta y es valorado atendiendo a su carácter negativo o positivo.

No obstante, es pertinente advertir que INVIAS debió tener en cuenta en relación con los impactos más significativos que las Alternativas puedan generar, la identificación, calificación y análisis de los impactos acumulativos a nivel regional por la ejecución y operación del proyecto con respecto a proyectos ya existentes, en ese sentido es pertinente que INVIAS para la Alternativa en caso que este C.T. determine cómo viable, deberá para la etapa del EIA de la misma, incluir, entre otros, esos impactos acumulativos, atendiendo a los Términos de Referencia que se determinen.

12 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS

En este ítem se presentan las consideraciones y el análisis para establecer cuál de las alternativas entregadas en el estudio de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA presentado por el INVIAS es la más adecuada desde el punto de vista económico ambiental para el desarrollo del proyecto "Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia", consideraciones que se fundamentan en la revisión de la información presentada a esta Autoridad mediante comunicación 2017046291-1-000 de 23 de junio de 2017 y 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017.

12.1 Consideraciones sobre la selección de impactos relevantes y los criterios de escogencia por parte del usuario

La relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia o alta significancia, que presenta frente a los instrumentos de gestión ambiental. Es decir, mayor esfuerzo en la aplicación de medidas para su control, así, como el valor de los bienes y servicios ecosistémicos.

En este sentido, la Empresa indica que el criterio de selección de impactos relevantes corresponde a los resultados de la matriz de evaluación de impactos, considerando para el análisis y cuantificación económica aquellos que obtuvieron una significancia de crítico.

Identificando para las alternativas en superficie y los túneles, es decir las cuatro alternativas los impactos críticos por componente en 4 tablas, a lo que el INVIAS afirma "*siguiendo la lista de impactos críticos y altos, el análisis de internalización de impactos, es importante para contar con la selección final de impactos a evaluar ya sea como costo o beneficio económico ambiental. Este paso es importante para determinar cuáles deben ser compensados y/o establecer acciones de mitigación, reducción, adaptación para minimizarlos y a su vez se entrar a definir la necesidad de valorarlos económicamente según sea pertinente.*

A partir de las estrategias ambientales formuladas según los impactos identificados (ver capítulo 8), se puede presentar información valiosa con relación a las medidas tendientes a controlar, mitigar, prevenir y/o compensar los impactos, para dar respuesta total o parcial a las actividades de cada una de las alternativas del proyecto de construcción"

Identificando como impactos a ser cuantificados económicamente, Medio abiótico vía en superficie y túneles:

- Hídrico
- Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña
- Afectación de nacederos y lagunas
- Paisaje
- Modificación paisajística
- Suelos
- Cambio de uso del suelo

De acuerdo con lo anterior, si bien la Empresa enuncia la utilización de un análisis de internalización para determinar los impactos que se deben valorarse económicamente, ésta no lo presenta, lo cual es acertado debido a que se trata de una fase de pre factibilidad, en consecuencia, existe incertidumbre en la capacidad de las estrategias de manejo para controlar al 100% los potenciales impactos, por lo tanto, no hay certeza de que el recurso o componente ambiental vuelva al estado inicial.

Se resalta la necesidad de aclarar que no es correcto afirmar que las medidas en las categorías de compensación no son una buena alternativa para el manejo de un impacto, ya que estas hacen relación a que este, no se pudo prevenir ni mitigar, por lo que no está siendo internalizado y debe ser valorado económicamente.

En cuanto a la selección de impactos relevantes a ser cuantificados, se destaca que este es un análisis de alternativas, por lo que la identificación de los mismos debe ser para cada una de estas, de manera que no es correcto agrupar los impactos como los ha presentado la empresa.

Por todo lo anterior, esta Autoridad Ambiental recomienda para próximos ejercicios no utilizar este tipo de planteamientos para la fase de diagnóstico ambiental de alternativas, y deberá desarrollar la identificación de impactos para cada una de las mismas.

12.2 Consideraciones sobre la cuantificación biofísica de impactos relevantes

La cuantificación biofísica corresponde a la medición del delta o cambio ambiental que causa el impacto sobre el factor o servicio ambiental. Para realizar este análisis es necesario considerar un indicador que dé la oportunidad de comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico analizado, adicionalmente en coherencia con la Metodología General para Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) esta etapa debe surtirse para la totalidad de impactos seleccionados como relevantes.

El INVIAS, presenta la cuantificación biofísica para los impactos de los cuales desarrollo la cuantificación económica, estos son: Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, Afectación de nacederos y lagunas, Modificación paisajística, Cambio de uso del suelo.

Una vez más se resalta la necesidad de realizar el presente análisis partiendo de las características de cada una de las alternativas, dado que el delta ambiental, es decir, la afectación causada depende las características

técnicas de las mismas, por ejemplo, el cambio del uso del suelo, el aprovechamiento forestal son diferentes tanto para las alternativas en superficie como para los túneles.

12.3 Consideraciones sobre la valoración de costos y beneficios ambientales

Consideraciones sobre los costos

En cuanto a las cuantificaciones desarrolladas la empresa presenta la cuantificación de Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, modificación paisajística, cambio del uso del suelo, generación de emisiones de CO2 por consumo de energía, para las alternativas A,B,C,D en una sola cuantificación económica sin considerar la cuantificación biofísica, como es resaltado por esta autoridad, por lo que no es correcto dado que a pesar que los impactos se manifiesten en las 4 alternativas, estos tienen una cuantificación biofísica, o delta ambiental para cada una de estas tanto para las alternativas en superficie como los túneles; por lo que el costo de la externalidad es diferente para cada una de las alternativas.

En cuanto al método de transferencia de beneficios desarrollado para la cuantificación de los impactos, Disminución de la oferta hídrica para abastecimiento del proyecto y de la población aledaña, modificación paisajística y cambio del uso del suelo, se resalta que para asegurar la aplicación rigurosa de dicho método se debe de presentar el desarrollo detallado y explícito de cada uno de los siguientes pasos:

Paso 1 –Identificarlos estudios y valores para transferir, a partir de una amplia revisión bibliográfica:

a.-El objeto de la valoración debería ser comparable con aquel valorado en el estudio de referencia.
b.-Debe existir similitud entre las características de la población de referencia y las del estudio
c.-Debe demostrarse la calidad del (los) estudio(s) de referencia

Paso 2 – Ajustar los valores y/o los elementos a transferir.

Paso 3 – Estimar el valor del beneficio total.

Dado que la empresa afirma que "*Se usa la transferencia de valor basado en un conjunto de estudios para aproximar con una medida de tendencia central el valor del servicio ecosistémico afectado. Esta transferencia de valor gana validez empírica si hay múltiples estudios (valores) que permitan obtener un rango y no un valor puntual sobre el servicio ambiental impactado*", pero no allega los cálculos ni las memorias aritméticas realizadas, por lo que no es posible establecer un criterio en cuanto a las afirmaciones presentadas.

En cuanto al impacto generación de emisiones de CO2 por consumo de energía, no es clara la razón por la cual desarrollan la cuantificación dado que este no se encuentra identificado dentro de la evaluación de impacto y de la identificación de impactos relevantes, por lo que no se puede observar la relación proyecto - impacto-externalidad.

Consideraciones sobre los beneficios

La cuantificación del beneficio ahorro en consumo de combustibles, si bien esta esta podría ser identificada como una externalidad positiva generada por el proyecto, es importante aclarar que los costos y beneficios

que se analizan en este aparte son costos y beneficios sociales, no privados, como es planteado por el INVIAS, es decir, la empresa consigna los montos de inversión privada en los que se incurre por los costos de operación, lo cual no refleja en sí mismo el efecto (valor) social de la mejora, o en su defecto la cuantificación del nivel de mejora para las comunidades del área de influencia del proyecto.

En relación al beneficio reducción de emisiones contaminantes, a través de precios de mercado, si bien esta esta podría ser identificada como una externalidad positiva generada por el proyecto, la empresa no allega a esta autoridad las memorias de los procedimientos aritméticos empleados, por lo que no es posible establecer un criterio en cuanto a las afirmaciones presentadas.

Finalmente, se resalta la necesidad de realizar el presente análisis partiendo de las características de cada una de las alternativas, dado que el delta ambiental, es decir, el beneficio generado depende las características técnicas de las mismas, son diferentes tanto para las alternativas en superficie como para los túneles.

12.4 Consideraciones sobre la evaluación de indicadores económicos

En relación a los indicadores de decisión, presenta en una tabla el comparativo de las 4 alternativas, en donde relaciona una Tasa interna de Retorno Ambiental de 12.01 % para la alternativa A: Sanval 1; 140.1% para la alternativa B: Sanval 2; del 21.01% para la alternativa C: EDL 1 y para la alternativa D: EDL2 del 21.7% con un VPN y una relación costo beneficio superior a cero para todas las alternativas.

Sin embargo, se hace preciso aclarar que, si bien los indicadores de decisión son herramientas económicas para la toma decisión, para el presente análisis debe contar con una tasa social de descuento, diferente a la tasa interna de retorno planteada; además a esta Autoridad no le quedan claros los procedimientos empleados para el cálculo de los mismos, ya que los costos y beneficios fueron calculados de forma global y no para cada alternativa, como es identificado por esta Autoridad.

Como conclusión, sí bien el análisis económico allegado por la Empresa, presenta algunas deficiencias de información y de cálculos matemáticos, esta Autoridad concluye que la Alternativa D: EDL 2 es la más favorable desde los costos ambientales, debido a que su diseño se encuentra por fuera de áreas sensibles ambientalmente, así mismo los criterios de los demás componentes en cuanto a la generación de impactos y por lo tanto de externalidades, son mucho más favorables que para las demás alternativas.

13 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE MANEJO

La Zonificación de Manejo Ambiental propuesta en el DAA por INVIAS, dentro del marco del proyecto, se presentó teniendo como referencia las consideraciones y metodología realizadas en la Zonificación Ambiental, además de las actividades del proyecto, las condiciones abióticas, bióticas y socioeconómicos y culturales de las áreas de influencia y los resultados de la evaluación de impactos.

En ese sentido se propusieron tres áreas para determinar la pertinencia o no de actividades en estas y cuáles serían las que se deben implementar con medidas o con restricciones debido a existencia de elementos socioambientales y normativos) y cuáles serían objeto de intervención sin restricciones, para cada una de las Alternativas (A, B, C, y D), además señaló el Estudio que "… *de acuerdo al análisis de sensibilidad ambiental por cada medio y con la identificación de los impactos ambientales, se clasifican las áreas, por medio del*

análisis de SIG, en donde se traslapan capas de los elementos ambientales identificados como vulnerables a las actividades de obra, una vez se desarrolle este análisis", así:

Áreas de Exclusión

Áreas no intervenibles dependiendo de la actividad propuesta; se considera que el criterio de exclusión por actividad está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona, la capacidad de auto recuperación de los medios a ser afectados y el carácter de áreas con régimen especial de protección y propuso las correspondientes restricciones (Zona de Reserva Forestal Central y Páramo las Hermosas).

Áreas de Intervención con Restricciones

Áreas de intervención, donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad ambiental de la zona, (Restricción por Cruce de Cuerpos de Agua, Restricción por afectación a cobertura de protección de rondas hídricas, Restricción por afectación de coberturas arbóreas y arbustivas densas, Restricción por afectación de Cabeceras Municipales, Restricción por afectación Cinturón Andino, Restricción por afectación de Área prioritaria para Conservación de la Biodiversidad Río Hereje y se incluyó también la Restricción por afectación de humedales.

Áreas de Intervención

Áreas de intervención con manejos adecuados, acordes con las actividades y etapas del proyecto, (sin restricciones).

Es pertinente señalar que IIAS propuso Restricciones de carácter lineal, dado que "… *dentro del área de estudio se identificaron restricciones de carácter lineal que no pueden ser cartografiadas como polígono, por cuanto estas restricciones están asociadas a infraestructura de la línea de Transmisión de Media y Alta Tensión y el Gaseoducto, este aspecto fue considerado con los aislamientos respectivos, dentro de los trazados*".

Posteriormente como resultado análisis el DAA incluyó en sendas tablas, fruto de la sensibilidad ambiental en la zonificación de manejo, para cada una de las alternativas, su área y porcentaje correspondiente a las AII y AID.

Finalmente incluyó los mapas de zonificación de manejo por cada una de las Alternativas atendiendo a las áreas de exclusión, intervención con restricciones e intervención sin restricciones.

Teniendo en cuenta los resultados de la sensibilidad de zonificación de manejo ambiental para las cuatro alternativas, la zona más representativa en el Área de Influencia Directa para las cuatro alternativas propuestas corresponden a las Áreas de exclusión para la alternativa B ocupando un mayor área con el 45.25% y la alternativa A con el 37.78%; mientras la alternativa C y D presentan áreas de exclusión menor del 16.68 % y 19.54 % respectivamente, dado que la mayor representatividad de manejo ambiental es en el área de intervención con restricción media-alta en el orden del 47.02% Alternativa C y 40.48 % alternativa D, las cuales son zonas que con un manejo adecuado ambiental, estarán acordes con las actividades y etapas del proyecto.

En relación con los medios abiótico y biótico, esta Autoridad considera que las categorías expresadas en la zonificación de manejo ambiental, es coherente y corresponde con lo descrito en el DAA en lo relacionado con la descripción del proyecto, la caracterización de los criterios del medio abiótico y biótico, la zonificación ambiental y la identificación y calificación de impactos, de acuerdo a lo observado en campo y a lo exigido en los Términos de Referencia.

En relación con el medio socioeconómico, esta Autoridad considera que las categorías expresadas en la zonificación de manejo para este medio, es coherente y corresponde con lo descrito en el DAA en lo relacionado con la descripción del proyecto, la caracterización socioeconómica y cultural, la zonificación ambiental y la identificación y calificación de impactos, de acuerdo a lo observado en campo y a lo exigido en los Términos de Referencia, no obstante, es pertinente señalar que INVIAS debió tener en cuenta en la zonificación de manejo lo relacionado, no sólo con los Resguardos indígenas, sino también con los cabildos indígenas pijaos existentes en el área de influencia de los municipios de Ataco y Natagaima (Tolima) y los Consejos Comunitarios existentes en el área de influencia de los municipios de Pradera y Florida, (Valle del Cauca); ahora bien, en Planadas y Rioblanco (Tolima), se observó una alta concentración de minifundios o microfundios que son altamente cultivados con café, caña y productos de pancoger, en ese sentido esta es una variable o elemento muy sensible (estructura de la propiedad de la tierra) que debió tenerse en cuenta en coherencia con lo señalado por esta Autoridad en la zonificación ambiental y que una vez valorada la sensibilidad debería establecer una zonificación ambiental de manejo adecuada y coherente fruto de lo existente en el área de influencia. Igualmente debió tener en cuenta para su valoración en la zonificación de manejo, los accesos y caminos que existen en el área de influencia y son utilizados profusamente por las comunidades, que son potencialmente proyectados por INVIAS para su uso en sus diversas actividades y para esta Autoridad se consideran de alta sensibilidad, en igual proporción el patrimonio histórico, artístico y arqueológico en coherencia con lo presentado en la caracterización.

En conclusión para el componente socioeconómico la restricción en el uso del suelo, la estructura de la propiedad, la potenciación de conflictos, la intervención en territorios con presencia de grupos étnicos (indígenas y afrodescendientes), la afectación al Paisaje Cultural Cafetero, las vías y accesos y el patrimonio histórico, artístico y arqueológico, se determinan como de importancia ambiental severa, producto de la posible afectación y alteración que las actividades del proyecto le puedan generar e impactar. De acuerdo con lo anterior, INVIAS debió establecer e identificar estos elementos para cada una de las Alternativas; deberán ser incluidos como variables objeto de su zonificación de manejo.

14 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

INVIAS presentó en el DAA las medidas de manejo ambiental para los medios abiótico, biótico y socioeconómico para las cuatro (4) Alternativas; igualmente propuso para el desarrollo de aplicación de la Gestión Ambiental dos (2) estrategias de manejo.

Las medidas propuestas buscan atender los impactos identificados en la evaluación ambiental, para los tres medios.

El Plan de Manejo Ambiental, que contiene las acciones de manejo requeridas para la ejecución de las actividades del proyecto tiene como fin prevenir, mitigar, controlar, evitar y/o compensar los impactos potenciales que se pueden llegar a presentar por su ejecución.

Cada una de las fichas allegadas presentó: objetivos, etapa de aplicación, impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, personal requerido y presupuesto**.**

Tabla 14.1 Medidas de Manejo para el desarrollo y aplicación de Gestión Ambiental propuesta por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

NÚMERO	TITULO
DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	
1H	Conformación de grupo de gestión social y ambiental. Objetivos: Definir las acciones a seguir para asegurar la ejecución y eficacia de las estrategias propuestas en este capítulo, en el cual se definen las medidas necesarias para manejar los impactos generados por las diferentes actividades
2H	Cumplimiento de requerimientos legales. Objetivos: Definir las acciones a seguir para identificar los permisos, licencias y autorizaciones por uso y/o intervención de recursos naturales que requiere el proyecto de manera que se garantice el cumplimiento de las normas ambientales vigentes

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 14.2 Medidas de Manejo medio Abiótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
ESTRATEGIA DE MANEJO SUELO	
1F	Manejo y disposición de materiales sobrantes, escombros y lodos. Objetivos: Establecer los lineamientos para: • Cumplir con la normatividad para la disposición de materiales sobrantes, provenientes de las excavaciones. • Establecer las medidas para el manejo de los impactos.
2F	Manejo de taludes, laderas y control de erosión. Objetivos: Establecer los lineamientos para el diseño de obras para el manejo adecuado de los taludes.
3F	Manejo paisajístico. Objetivos: Compensar los efectos generados sobre el paisaje por las obras y actividades del proyecto.
4F	Manejo integral de materiales de construcción. Objetivos: Definir los parámetros para controlar los impactos generados por el manejo de los materiales de construcción.
5F	Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales. Objetivos: Realizar la gestión integral de los residuos sólidos no aprovechables, peligrosos y aprovechables (reciclables y/o biodegradables) generados en las actividades constructivas. Actividades posteriores a la extracción de material de las zonas de préstamo y para la etapa de abandono y restauración final. • En el momento que haya finalizado la extracción del material de las zonas de préstamo se procederá con la estabilización y conformación de los taludes para evitar la generación de procesos erosivos en sus alrededores. • El material sobrante compuesto por la tierra de descapote y material extraído que no sirva para la adecuación de las obras civiles podrá ser dispuesto debidamente perfilado y conformado sobre la base de la zona de préstamo, teniendo en cuenta las estrategias descritas en la Ficha de Manejo paisajístico. El cercado de las obras civiles (vía y plataforma) deberá contemplar las zonas de préstamo del proyecto, con el fin de evitar que especies bovinas y equinas se vean afectadas por probables caídas sobre el área intervenida. • La zona de préstamo en el área del proyecto será construida probablemente en reservorios de agua para la fauna local, doméstica y nativa, dada las características, estas zonas estarán bajo la protección de las medidas de manejo contempladas para cuerpos de agua.
6F	Manejo de la Explotación fuentes de material. Objetivos: Ratificar los procedimientos que deberá adoptar el contratista constructor en materia de adquisición de materiales pétreos a terceros o proveedores, así como señalar medidas básicas en el evento que dicho contratista pretenda explotar directamente bancos o fuentes de materiales para auto-suministro del proyecto a su cargo.

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
ESTRATEGIA DE MANEJO SUELO	
7F	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras. Objetivos: • Disminuir el efecto negativo que pueda tener las voladuras sobre el medio ambiente y realizar un manejo adecuado de los explosivos cumpliendo con todas las normas de seguridad. • Dar cumplimiento a la normativa vigente en la materia.
ESTRATEGIAS DE MANEJO HÍDRICO	
8F	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales. Objetivos: • Implementar medidas de manejo ambiental que eviten la contaminación del suelo presente en el área de la obra. • Garantizar que los residuos líquidos generados por el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto sean tratados y vertidos de acuerdo al correspondiente permiso de vertimientos
9F	Manejo de cruces de cuerpos de agua. Objetivos: Prevenir y mitigar los impactos asociados por la construcción de obras en los puntos de cruce de la vía con las corrientes de agua presentes a lo largo del trayecto.
10F	Manejo de la captación en cuerpos de agua. Objetivos: Prevenir y mitigar los impactos asociados a la captación de agua demandada por el desarrollo de las actividades constructivas.
11F	Manejo de aguas de escorrentía. Objetivos: • Implementar medidas de control y manejo de aguas de escorrentía superficial para evitar procesos erosivos y contaminación de cuerpos de agua.
12F	Manejo de aguas de infiltración de túneles. Objetivos: • Proporcionar un manejo sostenible a las aguas naturales de infiltración que aparecen en las cavidades de las excavaciones de los túneles. Al respecto es preciso entender que estas aguas entran en contacto con aguas de aporte relacionadas con los equipos destinados al proceso constructivo de apertura y soporte de la respectiva excavación, por lo cual es preferible hacer alusión a las aguas industriales provenientes de los túneles.
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE RECURSO AIRE	
13F	Manejo de fuentes de emisiones y ruido. Objetivos: • Prevenir la contaminación atmosférica a través del control de las emisiones atmosféricas (gases y material particulado). • Establecer medidas para controlar la generación de ruido en los frentes de obra y campamento.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el medio abiótico el INVIAS planteo tres estrategias de manejo: suelo con siete (7) fichas de manejo, hídrico con cinco (5) fichas de manejo y aire con una ficha de manejo para un total de trece (13) fichas de manejo referenciadas con la letra F; se observa que las medidas establecidas están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos identificados, que puedan generarse en la etapa constructiva del proyecto, de igual manera se evidencia que las fichas de manejo se encuentran estructuradas con los siguientes ítems: Código de identificación, Nombre de la estrategia, objetivos, impactos a controlar, tipo de medida a ejecutar, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, personal requerido y los costos se encuentran descritos en el anexo del capítulo 8 del DAA.

En relación a lo anterior, se evidenció en el estudio que, para el medio abiótico, cada estrategia cuenta con los requerimientos mínimos que establecen los Términos de Referencia - Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales DA-TER-3-01.

Tabla 14.3 Medidas de Manejo medio Biótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
	ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FLORA
1B	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote. Objetivos: • Establecer las medidas ambientales adecuadas para realizar las actividades de desmonte y descapote del área de intervención directa del proyecto. • Manejar la capa vegetal y el suelo orgánico, con las mínimas alteraciones de sus propiedades y propender por mejorarlas. • Implementar medidas de manejo y control ambiental para evitar la afectación o el corte innecesario de material vegetal. • Evitar deterioro y pérdida de material orgánico.
2B	Manejo de flora: Objetivos: • Establecer las medidas a ejecutar para la conservación y protección de las áreas sensibles del Área de Influencia Directa del proyecto. • Establecer las medidas de manejo para la protección de la flora nativa que no va a ser objeto de aprovechamiento para la construcción del proyecto.
3B	Manejo de flora en veda o con algún tipo de restricción. Objetivos: • Proteger las especies nativas de flora, que se encuentren vedadas, ubicadas en el área directa de intervención del proyecto. • Rescatar y reubicar los brínzales y latízales de las especies de flora amenazadas o en peligro crítico que se encuentren ubicados en las áreas a intervenir, para la construcción del proyecto.
4B	Manejo de aprovechamiento forestal. Objetivos: • Implementar las medidas de manejo y control necesarias para realizar adecuadamente las actividades de aprovechamiento forestal, sobre el área de intervención directa del proyecto. • Definir las medidas de manejo y control ambiental necesarios para evitar la afectación a otras áreas e individuos arbóreos fuera del proyecto. • Mitigar el impacto visual causado por las labores de construcción.
5B	Manejo de la Revegetalización. Objetivos: Realizar la revegetalización en las zonas de taludes, según criterio del área geotécnica, con el fin de proteger el suelo de la erosión.
	ESTRATEGIAS DE SALVAMENTO DE FAUNA SILVESTRE
6B	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre. Objetivos: • Capacitar a todo el personal del proyecto sobre la importancia de conservación y manejo de la fauna silvestre potencial en la zona. • Disminuir el número de accidentes de fauna silvestre en la zona del proyecto. • Realizar el rescate de la fauna silvestre que se haga presente en el corredor de la vía.
7B	Apoyo de gestión con fines de repoblamiento de fauna. Objetivos: • Apoyar programas de investigación relacionados principalmente con la evaluación de hábitat y la estructura y dinámica poblacional de especies de flora y fauna vulnerables • Concientizar a los interesados en repoblamiento con especies amenazadas sobre el "Principio de precaución" teniendo en cuenta que las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto se encuentran transformadas y cualquier acción de este tipo podría redundar en un mayor desequilibrio del sistema afectando aún más la comunidad faunística presente.
	ESTRATEGIAS DE PROTECCION Y CONSERVACION DE HABITATS
8B	Parcela permanente de estudio de sucesión vegetal y calidad de hábitat. Objetivos: • Establecer parámetros de evaluación permanente de la biodiversidad que sean comparables, replicables y monitoreables a lo largo del tiempo y entre áreas geográfica.
9B	Protección de Zonas de Reserva. Objetivos: Establecer las medidas a ejecutar para la conservación y protección de las áreas altamente sensibles en el área de influencia directa. Establecer las medidas de manejo para la protección de la flora nativa que no va a ser objeto de aprovechamiento para la construcción del proyecto vial.
	ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO

CÓDIGO	ESTRATEGIA DE MANEJO Y OBJETIVO, ALTERNATIVAS A, B, C y D
10B	Manejo de comunidades hidrobiológicas. Objetivos: • Evaluar la dinámica de los macroinvertebrados interceptados por las actividades de construcción de la vía. • Proteger las comunidades hidrobiológicas presentes en el sistema hídrico ante los procesos de intervención que puedan llegar a afectarlos.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el medio biótico, cada estrategia cuenta con los requerimientos mínimos que establecen los Términos de Referencia - Diagnóstico Ambiental de Alternativas para proyectos lineales DA-TER-3-01.

Tabla 14.4 Medidas de Manejo medio Socioeconómico y cultural propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIOECONOMICAS		Alternativa			
		A	B	C	D
1S	Atención y divulgación a la comunidad: Objetivos: • Recibir, atender y dar respuesta eficaz a las solicitudes, quejas, reclamos y/o sugerencias de las comunidades, autoridades locales, líderes comunitarios, responsables de grupos étnicos y responsables de equipamientos sociales, que se generen por el proyecto con el fin de crear un clima de confianza con la comunidad. • Difundir a través de piezas de comunicación, buzones satélites o medios alternos (emisoras y periódicos locales) información de interés para la comunidad en general en temas como cierres temporales de vías, desvíos, interrupción de servicios públicos, capacitaciones, medidas de contingencia, entre otros.	X	X	X	X
2S	Información y participación comunitaria. Objetivos: • Brindar información clara, veraz y oportuna a la comunidad en general, líderes comunitarios, gobernadores indígenas, representantes de consejos comunitarios, autoridades locales, organizaciones, representantes de equipamientos sociales y usuarios viales, con el fin de evitar posibles conflictos ocasionados por falsas expectativas o por el desconocimiento de las actividades del proyecto. • Fortalecer los procesos de participación y organización ciudadana, que permita generar acciones de control social y resolución de conflictos que puedan manifestarse durante el desarrollo del proyecto.	X	X	X	X
3S	Gestión Predial de la población afectada por desplazamiento involuntario: Objetivos: • Establecer estrategias de información, atención y divulgación con las unidades sociales involucradas en el proceso de adquisición predial, con el fin de disminuir las alteraciones en la calidad de vida. • Aplicar los lineamientos de gestión socio predial dispuestos en las Resolución 7310 de 2015 del INVIAS, para la elaboración y ejecución de la Gestión. • Contribuir a la restitución de las redes sociales de la población sujeta a reasentamiento y que se encuentre en condiciones de alta vulnerabilidad.	X	X	X	X
4S	Contratación de mano de obra local. Objetivos: • Mejorar la calidad de vida de los pobladores de las unidades territoriales adscritas al proyecto, así como de las comunidades de grupos étnicos, a través de la vinculación laboral de sus residentes • Minimizar la migración laboral dando prelación a las contrataciones del potencial laboral local.	X	X	X	X

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
	• Sensibilizar al personal de obra sobre nociones básicas como respeto, seguridad y compromiso con el entorno natural y social, mediante la información sobre las características generales del proyecto y los aspectos socioculturales de las comunidades aledañas, sentando las bases para una comunicación eficaz, la coordinación, la resolución de conflictos y la buena convivencia.				
5S	Acompañamiento social al manejo de infraestructura y redes locales. Objetivos: • Registrar el estado físico de todas las construcciones e infraestructura como: viviendas, equipamientos sociales, redes de servicios públicos, accesos veredales y/o prediales, previo al inicio de las actividades constructivas. • Verificar el debido proceso en el restablecimiento y/o reubicación de la infraestructura que pueda verse afectada por la obra, con el fin de evitar conflictos con las comunidades del área. • Restituir a las comunidades del AI del proyecto todo equipamiento social que se vea afectado por las actividades constructivas del proyecto aplicando la normatividad vigente y las directrices de cada una de las alcaldías municipales.	X	X	X	X
6S	Capacitación y sensibilización socioambiental a las comunidades locales. Objetivos: • Realizar actividades de capacitación y sensibilización socio ambiental que fomenten la participación comunitaria de residentes, instituciones educativas, organizaciones comunitarias, líderes comunitarios, representantes de grupos étnicos y demás actores sociales presentes en el área del proyecto, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental en las zonas urbanas y rurales del área del proyecto.	X	X	X	X
7S	Promoción de proyectos productivos. Objetivos: • Promover el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones en el AI del proyecto teniendo en cuenta las potencialidades socioeconómicas y comunitarias locales como insumo para la sostenibilidad ambiental. • Contribuir al desarrollo de la competitividad económica en el AI del proyecto. • Propiciar la inserción de familias vulnerables asociadas a iniciativas productivas. • Mejorar los ingresos y calidad de vida de las familias. • Apoyar el desarrollo de capacidades y oportunidades en las comunidades. • Impulsar el ejercicio de una Ciudadanía Activa. • Promover la articulación de las redes comunitarias presentes en las zonas de influencia directa de los proyectos.	X	X	X	X
8S	Fortalecimiento institucional y comunitario para el manejo de procesos migratorios. Objetivos: • Apoyar los proyectos y programas de bienestar social y de prevención de conflictos sociales que sean formulados por la administración municipal. • Apoyar las gestiones de control comunitario en relación a la violencia intrafamiliar y la prostitución. • Promover la salud sexual y reproductiva en las comunidades locales, en la población flotante y en la comunidad laboral en todos los niveles y áreas. • Generar estrategias preventivas del consumo de sustancias psicoactivas y comportamientos delictivos.	X	X	X	X
9S	Manejo de nuevos esquemas de movilidad local y cultura vial. Objetivos: • Generar estrategias de apropiación del proyecto a través de procesos de educación y concientización con las comunidades educativas, población en general, líderes comunitarios, representantes de grupos étnicos, usuarios viales y empresas de transporte locales, con el fin de disminuir las conductas de riesgo en el corredor vial.	X	X	X	X

NÚMERO	TITULO	APLICACIÓN ESTRATEGIA			
	• Capacitar y sensibilizar a las comunidades asentadas en el AI del proyecto, usuarios viales, representantes y beneficiarios de equipamientos sociales, empresas de transporte públicos local entre otros sobre las conductas apropiadas y el reconocimiento y manejo del riesgo en el corredor vial.				
10S	Acompañamiento Social al Cumplimiento de Acuerdos con Comunidades Étnicas. Objetivos: • Garantizar la participación del Pueblo Indígena Nasa en los resguardos Las Mercedes, Triunfo Cristal Páez y Nasa Thá, y aquellas otras que se identifiquen durante la elaboración del estudio, ubicados en los municipios de Rioblanco (Tolima) y Florida (Valle del Cauca); en las actividades de ejecución del proyecto vial e implementación del Plan de Manejo Ambiental en la medida en que las acciones impacten directamente a estas comunidades étnicas. • Dar cumplimiento de acuerdos de Consulta Previa con comunidades étnicas según la normatividad existente en: Ley 21 de 1991, Decreto 1320 de 1998, Directiva Presidencial N° 1 de 2010 y N° 10 de 2013, y Ley 1682 de 2013.			**X**	
11S	Arqueología Preventiva. Objetivos: • Dar cumplimiento a las leyes de protección y conservación del Patrimonio Arqueológico Nacional estipuladas en los artículos 63 y 72 de la Constitución Política de Colombia, en la Ley 163 de 1959, decreto reglamentario 264 de 1963, Ley 397 de 1997, Ley 833 de abril de 2002, Ley 1185 de marzo de 2008 y en el decreto reglamentario 763 de 2009. • Proteger y conservar el Patrimonio Arqueológico que se pueda encontrar dentro de las UTm de la alternativa vial escogida. • Continuar con el Programa de Arqueología Preventiva iniciado durante la etapa del DAA Diagnostico Ambiental de Alternativas.	**X**	**X**	**X**	**X**

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Esta Autoridad considera que las medidas de manejo propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas, están estructuradas en fichas de manera ajustada y coherente de acuerdo con lo observado en campo y a lo señalado en los Términos de Referencia, en ese sentido cubren impactos y conciben acciones que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos que se puedan producir por las diferentes actividades del proyecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, no obstante, al realizar la revisión por parte de esta Autoridad al Plan de Manejo, se encontraron algunas inconsistencias o faltantes en el contenido de las siguientes fichas presentadas y se requiere además que INVIAS atienda y ajuste para el EIA de la Alternativa que esta Autoridad considere viable, lo siguiente:

Con respecto al medio abiótico y biótico, en cuanto a la decisión de selección de alternativa, se establece que las estrategias de manejo propuesto, son iguales para las cuatro (4) alternativas planteadas, por lo que no se encuentran elementos diferenciadores que permitan establecer la favorabilidad sobre alguna de las alternativas propuestas.

No obstante, lo anterior, en la etapa de EIA para la alternativa seleccionada, el INVIAS debe establecer medidas y acciones específicas para el manejo del recurso hídrico, respecto al manejo de cruces de cuerpos de agua y de la vegetación en zonas de ronda, al igual debe contemplar en cada ficha el costo estimado de las medidas a ejecutar.

Con respecto al medio socioeconómico y cultural, se encontraron algunas inconsistencias o faltantes en el contenido de las siguientes fichas presentadas y se requiere además que INVIAS atienda y ajuste para el EIA de la Alternativa que esta Autoridad considere viable, lo siguiente:

FICHA: 4S. TÍTULO: CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL
CONSIDERACIONES: La ficha cuenta con las medidas adecuadas para la contratación de personal de mano obra, no obstante, esta ficha no será objeto de evaluación por parte de esta Autoridad porque no es de nuestra competencia, en ese sentido debió presentar una medida que bien pudo denominarse "Capacitación Alternativa de mano de obra local", donde propongan acciones, entre otras, capacitar en actividades productivas alternas o complementarias a las actividades que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.
REQUERIMIENTO: INVIAS deberá presentar en el PGS de la Alternativa elegida por esta Autoridad una medida de manejo estructurada en ficha que se podría denominar "Capacitación Alternativa de mano de obra local", y allí se propongan acciones, entre otras, como capacitar en actividades productivas alternas o complementarias a las actividades que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

Igualmente debió incluir una medida de manejo para la Gestión Social para todas las Alternativas contemplando la "Capacitación al personal vinculado" dada la importancia para que todos los integrantes de la empresa constructora (profesional, administrativo, operativo y de mano de obra calificada y no calificada) conozcan y se sensibilicen, entre otras, de obligaciones de la normatividad ambiental y de la participación, del conocimiento, respeto y cuidado del entorno socioambiental, respeto por la cultura de las comunidades que se asientan en el área de influencia, información sobre las obligaciones establecidas en el PMA, requerimientos y obligaciones que se impongan.

Frente a la ficha o medida de manejo 11S- Arqueología Preventiva, esta Autoridad considera que no somos competentes para evaluarla y menos pronunciamiento alguno.

Esta Autoridad considera que todas las medidas de manejo de la Gestión Social, deberán estar estructuradas como ficha, y entre otros, los siguientes ítems desarrollados: población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, indicadores de seguimiento y monitoreo y cronogramas de ejecución.

15 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El programa de Seguimiento y Monitoreo está dirigido a verificar y evaluar periódicamente el desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo ambiental formuladas en el Plan de Manejo Ambiental del presente documento, de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico del proyecto.

Las medidas de seguimiento y monitoreo propuestas por INVIAS, están relacionadas con las actividades objeto de este DAA para las cuatro (4) Alternativas; las fichas de seguimiento y monitoreo para el PMA de los medios Abiótico, Biótico, Socioeconómico indicó - con la estructura de ficha - para las Alternativas, el programa, el código de la ficha y el nombre.

El estudio presenta para el medio abiótico tres (3) estrategias de monitoreo y seguimiento en relación con las estrategias de manejo ambiental para los recursos suelo, recurso hídrico y aire, teniendo en cuenta las trece (13) fichas de manejo ambiental descritas en el ítem anterior, ver tabla 15.1., del presente concepto técnico

y para el medio biótico tres (3) estrategias de monitoreo y seguimiento en relación con las estrategias de manejo ambiental para el manejo de flora, salvamento de fauna silvestre y estrategias de protección y conservación de hábitats, teniendo en cuenta las trece (10) fichas de manejo ambiental descritas en el ítem anterior, ver tabla 15.2., del presente concepto técnico.

Tabla 15.1 Estrategias de seguimiento y monitoreo pare el medio abiótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	TÍTULO	FASE		
		PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL SUELO				
1F	Manejo y disposición de materiales sobrantes, escombros y lodos		X	X
2F	Manejo de taludes, laderas y control de erosión		X	
3F	Manejo paisajístico		X	X
4F	Manejo integral de materiales de construcción		X	
5F	Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales		X	
6F	Manejo de Explotación de Fuente de Material		X	
7F	Manejo de explosivos y ejecución de voladuras		X	
ESTRATEGIAS DE MANEJO HIDRICO				
8F	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	X	X	X
9F	Manejo de cruces de cuerpos de agua		X	
10F	Manejo de la captación en cuerpos de agua		X	
11F	Manejo de aguas de escorrentía		X	X
12F	Manejo de aguas de infiltración de túneles		X	X
ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURDO AIRE				
13F	Manejo de fuentes de emisiones y ruido		X	X

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Tabla 15.2 Estrategias de seguimiento y monitoreo pare el medio biótico propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	TÍTULO	FASE		
		PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FLORA				
1B	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote		X	
2B	Manejo de flora	X	X	
3B	Manejo de flora en veda o con algún tipo de restricción		X	X
4B	Manejo de aprovechamiento forestal		X	
5B	Manejo de la Revegetalización		X	X
ESTRATEGIAS DE SALVAMENTO DE FAUNA SILVESTRE				
6B	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre	X	X	X
7B	Apoyo de gestión con fines de repoblamiento de fauna		X	X
8B	Parcela permanente de estudio de sucesión vegetal y calidad de hábitat	X	X	X
9B	Protección de zonas de reserva		X	
10B	**ESTRATEGIAS DE PROTECCION Y CONSERVACION DE HABITATS**	X	X	

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el medio abiótico y biótico, el INVIAS describe los objetivos, la etapa en la que debe implementarse, los impactos a controlar, el lugar de aplicación, los indicadores de seguimiento y monitoreo y la frecuencia de verificación; los cuales se encuentran definidos de forma adecuada y los indicadores propuestos están dirigidos a cumplir con los objetivos para determinar si las actividades de las estrategias de manejo son efectivas o no para las etapas de construcción y operación del proyecto.

Conforme a lo anterior, para la elección de alternativa, se establece que para el medio abiótico y biótico, las estrategias de seguimiento y monitoreo, son iguales para las (4) alternativas planteadas, por lo que no se observan elementos que permitan realizar la comparación o encontrar diferencia de alternativas que permitan determinar una alternativa viable ambientalmente, por otra parte el INVIAS en la frecuencia de verificación en la mayoría de las medidas de seguimiento y monitoreo establecen un periodo mensual, trimestral y para las otras un periodo semanal.

El Grupo Evaluador considera que los programas presentados por la empresa para el seguimiento en la ejecución del proyecto, desde el componente abiótico y biótico, son acordes a los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia DA-TER-3-01 para proyectos lineales, sin embargo el grupo evaluador de la ANLA considera que el INVIAS debe establecer en el EIA de la alternativa seleccionada, la frecuencia de monitoreo de calidad de aire y ruido acorde a las actividades y a la duración del proyecto, que para este caso debería ser semestralmente y no como lo plantean (semanalmente) ya que es muy corto tiempo para el periodo de frecuencia para un monitoreo de calidad de aire.

Para el medio Socioeconómico y cultural en total, INVIAS propuso doce (12) estrategias de seguimiento y monitoreo para el medio socioeconómico y cultural; atendió los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y las Guías Ambientales, y las estructuro teniendo en cuenta el nombre y código de cada una, señaló en cuál de las tres fases se aplicaría (preconstrucción, construcción u operación, resaltó los impactos a controlar, incluyo indicadores cuantitativos y cualitativos y el período o frecuencia de verificación, en ese sentido esta Autoridad considera pertinente y ajustada a los impactos y corresponden con las medidas de Gestión Social propuestas, y son las siguientes:

Tabla 15.3 Medidas de Seguimiento medio Socioeconómico y cultural propuestas por INVIAS para las cuatro (4) Alternativas

FICHA	INDICADORES	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN
1S. Atención y divulgación a la comunidad	• N° de oficinas de atención a la comunidad instaladas/N° de oficinas propuestas*100 • N° de horas de atención semanales efectuadas/Número de horas de atención definidas*100 • N° de peticiones, quejas, reclamos tramitadas/Número de manifestaciones ciudadanas recibidas*100 • N° de puntos satélites instalados/ N° de puntos satélites proyectados*100 • N° de buzones satélites instalados/Numero de buzones proyectados*100 • N° de piezas comunicativas entregadas/N° de piezas comunicativas generadas*100 • N° de anuncios de información en medios locales (televisión, radio y prensa) realizados/Total de anuncios programados*100	Inicial, semanal y mensual
2S. Información y participación comunitaria	• N° de reuniones realizadas/N° de reuniones programadas*100 • N° de personas asistentes a las reuniones/N° de personas convocadas *100 • N° de actores sociales inscritos que participan en el CPC/N° de actores sociales inscritos*100 • N° reuniones del CPC realizadas/N° de reuniones proyectadas*100 • N° de compromisos cumplidos CPC /N° de compromisos pactados *100 *CPC: Comité de Participación Comunitaria	Inicio, avance, final y trimestral
3S. Reasentamiento de población afectada por desplazamiento involuntario	• N° de unidades sociales en las cuales se realizó Diagnóstico socioeconómico/Total de unidades sociales a reubicar*100 • N° de unidades sociales con reconocimiento de factores sociales/N° de unidades sociales a reubicar*100 • N° de unidades sociales con orientación y acompañamiento/N° de unidades sociales a reubicar*100	Inicial y cuando se requiera
4S. Contratación de mano de obra local	• N° de mano de obra No Calificada y calificada contratada/ N° total de postulados* 100 • N° de trabajadores del Área de Influencia contratados/N° de trabajadores contratados*100	Inicial, mensual y cuando se requiera
5S. Compensación por la alteración de las relaciones con el recurso hídrico	• N° de monitoreos realizados / Total de monitoreos programados* 100 • N° de actividades ejecutadas en el periodo / Total de actividades programadas* 100	Semanal y mensual
6S. Acompañamiento social al manejo de infraestructura y redes locales	• N° de actas de vecindad de inicio levantadas / Total de actas de vecindad programadas* 100 • N° de actas de vecindad de finalización levantadas/ Total de actas de vecindad programadas * 100 • N° de actas de vecindad levantadas (seguimiento) / Total de actas de vecindad programadas * 100 • N° de actas de concertación de restitución y/o reubicación de infraestructura social afectada /N° de infraestructura social identificada*100 • N° de Actas de Compromiso realizadas/N° de actas de compromiso programadas*100 • N° de actas de restitución y/o reubicación de redes de servicios públicos realizadas/ N° de redes de servicios públicos identificadas*100	Inicial, finalización y cuando se requiera
7S. Capacitación y sensibilización socioambiental a las comunidades locales	• Número de capacitaciones realizadas/Número de capacitaciones programadas*100 • Número de asistentes a las capacitaciones /Número total de población objetivo*100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas /N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. *100	Trimestral.

FICHA	INDICADORES	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN
	• N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos /N° de compromisos pactados* 100	
8S. Promoción de iniciativas comunitarias ambientalmente sostenibles	• N° de proyectos productivos ejecutados/ N° de proyectos productivos propuestos por municipio*100 • N° de beneficiarios en cada proyecto productivo implementado/N° total de población de cada uno de los municipios *100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas / N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. (trimestral)*100 • N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos / N° de compromisos pactados (trimestral)*100	Inicio, avance, finalización y cuando se requiera
9S. Fortalecimiento institucional y comunitario para el manejo de procesos migratorios	• Número de capacitaciones realizadas/Número de capacitaciones programadas*100 • Número de asistentes a las capacitaciones /Número total de población objetivo*100 • Número de entidades públicas y privadas que participan del proceso/número de entidades previstas*100	Semestral y cuando se requiera
10S. Manejo de nuevos esquemas de movilidad local y cultura vial	• N° de estrategias de movilidad divulgadas con la población las UTm/ N° de estrategias de movilidad diseñadas *100 • N° de talleres pedagógicos realizados / Total de talleres pedagógicos programados *100 • N° de asistentes a los talleres /N° total de población objetivo* 100 • Verificación de la instalación de senderos peatonales y/o vehiculares /Total de vías intervenidas por el proyecto*100. • N° de señales preventivas instaladas / N° de señales preventivas establecidas*100	Inicial, trimestral y cuando se requiera
11S. Acompañamiento Social al Cumplimiento de Acuerdos con Comunidades Étnicas	• Número de reuniones realizadas/Número de reuniones programadas*100 • N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado realizadas /N° de gestiones con las entidades de carácter público y privado programadas. *100 • N° de compromisos de las entidades de carácter público y privado cumplidos /N° de compromisos pactados* 100	Inicial y cuando se requiera
12S. Programa de Arqueología Preventiva.	• Monitoreos realizados/Monitoreos programados durante las remociones para la construcción de la obra*100 • Excavaciones realizadas/Excavaciones propuestas de los sitios identificados como de potencial arqueológico alto*100 • Capacitaciones realizadas/Capacitaciones propuestas para los frentes de personal de obra*100 • Charlas de divulgación/Charlas propuestas dentro del Plan de Divulgación*100	Inicial y cuando se requiera

Fuente: Grupo de evaluación de ANLA con base en el DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 – INVIAS

No obstante, esta Autoridad considera en coherencia con lo considerado en las medidas o estrategias de Gestión Social, y señala que respecto a la:

FICHA: 4S. TÍTULO: CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL
CONSIDERACIONES: La ficha aunque presento las acciones adecuadas para el seguimiento de la contratación de personal de mano obra local, esta ficha no será objeto de evaluación por parte de esta Autoridad, porque no es de nuestra competencia, en ese sentido debió presentar una medida que bien pudo denominarse "Seguimiento a la capacitación alternativa de mano de obra local", donde se realice el seguimiento que incluya las fases de aplicación, impactos a controlar, indicadores cualitativos y cuantitativos, acciones de seguimiento y la frecuencia de verificación, entre otras, relacionadas con la capacitación en actividades productivas alternas o complementarias a que se desarrollan en el área de influencia del proyecto, tal como se propuso por esta Autoridad en las medidas de Gestión Social.
REQUERIMIENTO: INVIAS deberá presentar en el PGS de la Alternativa elegida por esta Autoridad una medida de manejo estructurada en ficha que se podría denominar "Seguimiento a la capacitación Alternativa de mano de obra local", y allí se propongan las acciones,

etapas, indicadores cualitativos y cuantitativos y la frecuencia de verificación a las acciones propuestas, entre otras, seguimiento a la capacitación en actividades productivas alternas o complementarias a que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

Igualmente debió incluir una medida de "Seguimiento a la capacitación al personal vinculado" con el fin de ser implementada en las acciones de capacitación dirigidas a todos los integrantes de la empresa constructora (profesional, administrativo, operativo y de mano de obra calificada y no calificada) propuestas por esta Autoridad en el Plan o Estrategias de Gestión Social, incluyendo, entre otros en la ficha, la fase de aplicación, los impactos a controlar, los indicadores cualitativos y cuantitativos, las acciones de seguimiento y la frecuencia de verificación de todas las actividades propuestas allí.

Frente a la ficha o medida de Seguimiento 12S-Programa de Arqueología Preventiva, esta Autoridad considera que no somos competentes para evaluarla y pronunciamiento alguno.

16 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

INVIAS relacionó en el DAA estudios complementarios de investigación o profundización, referidos a los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos necesarios para adelantar el EIA y que deben hacer parte de los estudios y diseños definitivos a nivel de FASE II del proyecto.

16.1 Medio abiótico

Para los estudios complementarios del medio abiótico, se refiere a los aspectos físicos y de ingeniería.

En el estudio de la fase II del proyecto, el INVIAS deberá establecer mejoras a los diseños que garanticen la sostenibilidad y estabilidad del proyecto, tanto en la fase constructiva como operativa, teniendo como referencia los estudios existentes.

El INVIAS en el capítulo 10 del DAA establece complementar los estudios existentes y elaborar el Diseño Definitivo, para la alternativa seleccionada para lo cual se describen algunas actividades principales a desarrollar y que se mencionan a continuación:

- Elaborar los diseños de detalle de las obras de ingeniería que resulten necesarias para controlar, mitigar o compensar los impactos ambientales generados por la construcción y operación del proyecto, así como el diseño en detalle de los programas, proyectos y actividades a establecer en el Plan de Manejo Ambiental, Plan de Gestión Social, Plan de Monitoreo y Seguimiento y del Plan de Contingencia, para lograr un proyecto sostenible a partir de las mejores prácticas de ingeniería que respeten el entorno natural y cultural de la zona de influencia, de acuerdo con el contenido y alcance definidos para el Estudio de Impacto Ambiental.

- Los estudios deberán contener en detalle todas las obras necesarias requeridas para garantizar la estabilidad total del proyecto, de acuerdo con la sensibilidad de éste a las condiciones geológicas, geotécnicas, hidráulicas, ambientales y de vulnerabilidad geotécnica particulares del corredor.

- En el diseño definitivo se debe elaborar un planeamiento, programación, conducción de estudios básicos, diseños y en general, por la calidad técnica de todo el estudio definitivo que deberá ser ejecutado en

concordancia con los estándares actuales de diseño en todas las especialidades de Ingeniería relacionadas con el estudio. Asimismo, para la construcción, métodos constructivos de última generación.

- Los diseños definitivos de carretera deben cumplir con las exigencias establecidas en los documentos, normatividad y actos aplicables.

Para el estudio hidrogeológico se establece realizar en la fase II, lo siguiente:

- Realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia.

- De las perforaciones se recomienda revestir algunas en unidades acuíferas y otras en acuicludos para determinar los niveles freáticos y sus propiedades hidráulicas a través de ensayos de bombeo y/o slug, ya que muchas de estas por estar localizadas en rocas fracturadas su comportamiento es heterogéneo.

- Ejecutar inventarios de manantiales, captaciones de agua subterránea y corrientes superficiales, en la alternativa escogida al final de la época de estiaje y al final de la época de lluvias, para determinar la conformación de una Línea Base que determine las condiciones hidrogeológicas del agua subterránea y las principales características del agua superficial.

Esta Autoridad considera desde el punto de vista abiótico que los estudios propuestos son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente. .

16.2 Medio biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS se propones los siguientes estudios complementarios para el medio biótico:

- Estudios específicos previstos dentro del Estudio de Impacto Ambiental; en cuanto a ecosistemas terrestres, se debe caracterizar y cuantificar las unidades florísticas, efectuar análisis estructural, identificar los principales usos, estimar la biomasa vegetal y clasificar material colectado de acuerdo con la normativa establecida al respecto.
- Estudio de levantamiento de veda de la Reserva Forestal Ley 2 de 1959 Reserva Forestal Central.
- Estudio de levantamiento de vedas, incluyendo epífitas vasculares y no vasculares, para ambas alternativas
- Estudio de identificación de especies endémicas y bajo estado de amenaza nacional.

Esta Autoridad considera que los estudios propuestos para el medio biótico son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente.

16.3 Medio socioeconómico y cultural

El DAA señaló que atendiendo la información del Estudio presentado y al posterior proceso para la obtención de la Licencia Ambiental del proyecto, advirtió que deberán adelantar actividades de profundización y/o complementación de estudios con el fin de lograr el mayor detalle en cuanto a impactos y medidas a

generarse, de acuerdo a los Términos de Referencia y demás disposiciones legales vigentes, los siguientes son los Estudios que proponen:

- Prospección arqueológica.
- Procesos participativos.
- Estudios prediales.
- Establecer el requerimiento de proceder con el desarrollo de la Consulta Previa.
- Estudio de "conectividad local para peatones y semovientes".
- Estudio demográfico y socioeconómico.
- Estudio de reasentamiento.
- Soluciones de movilidad en etapa de construcción y operación.

Esta Autoridad considera desde el punto de vista socioeconómico que los estudios propuestos son coherentes y ajustados atendiendo lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente, no obstante, es pertinente que para las soluciones de movilidad se realice previamente un Estudio de Movilidad con el fin de establecer e implementar mecanismos o acciones y evitar traumatismos de la movilidad de las comunidades en las áreas de influencia del proyecto.

En cuanto al Estudio de prospección arqueológica, para esta Autoridad no es pertinente su presentación, aunque los Términos lo exigen, dado que no somos competentes para su respectiva evaluación y pronunciamiento.

17 CONSIDERACIONES DE LA ANLA SOBRE EL PLAN DE CONTINGENCIAS

El INVIAS en el DAA plantea un plan de contingencia, el cual está constituido por el Análisis de Riesgos que contiene la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el Plan estratégico, el cual contiene la, asignación de responsabilidades y niveles de respuesta; el Plan Operativo, donde se establecen los procedimientos básicos de la operación o plan de acción; y el Plan Informativo, el cual establece las bases de sistemas de manejo de información, a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes.

Identificación De Amenazas

Para el proyecto en estudio, por su situación implícita de permanente inestabilidad en las que se desarrollan las obras del mismo, han sido identificadas las siguientes amenazas:

Naturales:

- Sismos
- Movimientos de masa
- Inundaciones
- Incendios forestales

Antrópicas:

- Terrorismo y orden público
- Derrames de sustancias químicas

- Incendios y/o Explosiones
- Asalto, atraco, hurto

Tecnológico:

- Incendio Eléctrico
- Incendio Combustibles
- Explosión

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad para las cuatro alternativas, se establece la siguiente matriz de riesgos, la cual permite ver en forma global la incidencia de una amenaza en las diferentes alternativas evaluadas.

Tabla 17.1 Resumen de riesgos generadores de emergencia

RIESGOS DE ORIGEN ANTRÓPICO			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
DESORDEN DE TIPO CIVIL	ALTA	ALTA	ALTA
ATENTADO CON EXPLOSIVOS	BAJA	ALTA	MEDIO
ASALTO, ATRACO, HURTO	MEDIA	MEDIA	MEDIO
SECUESTRO O SU INTENTO	MEDIA	MEDIA	MEDIO
RIESGOS DE ORIGEN NATURAL			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
SISMO	ALTA	ALTA	ALTO
INUNDACIÓN	ALTA	ALTA	ALTO
DESLIZAMIENTO	ALTA	ALTA	ALTO
EROSIÓN FLUVIAL	MEDIA	MEDIA	MEDIO
RIESGOS DE ORIGEN TECNOLÓGICO			
AMENAZA	**PROBABILIDAD**	**VULNERABILIDAD**	**VALORACIÓN DEL RIESGO**
INCENDIO ELÉCTRICO INCENDIO COMBUSTIBLES	MEDIA	ALTA	ALTO
EXPLOSIÓN	BAJA	ALTA	MEDIO

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta identificación de riesgos para las alternativas planteadas, se evidencian riesgos con probabilidad alta asociados a los desórdenes de tipo civil, las amenazas de origen natural referentes a sismos, inundaciones y deslizamientos y en las zonas de trabajo a incendios de origen eléctrico o por combustibles.

El riesgo medio se debe principalmente a amenazas de origen antrópico como lo son atentados con explosivos, asalto, atraco, hurto, secuestro o su intento y finalmente en lo que respecta al aspecto natural, el riesgo hace referencia a los fenómenos de erosión fluvial, esto debido a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas del área en la que se enmarcan las alternativas.

De la revisión al plan de contingencias, el Grupo Evaluador de la ANLA considera que ha sido desarrollado de acuerdo con las etapas del proyecto. Sin embargo y teniendo en cuenta el análisis de riesgo realizado, en la elaboración del EIA para la alternativa seleccionada, se deberá presentar la información general respecto a

los Planes estratégicos, operativos e informativos, además de la presentación del Plan de Gestión de Riesgo de acuerdo con la Ley 1523 del 24 de abril de 2012 y las normas que la reglamenten.

Desde el punto d vista del medio Socioeconómico esta Autoridad considera que aunque el DAA propuso acciones en la Divulgación del Plan de Emergencia involucrando a la comunidad circundante a participar en las actividades de prevención y atención de emergencias como parte de un proceso educativo permanente desarrollado dentro de las actividades de capacitación y divulgación, no obstante, debió establecer acciones concretas como incluir a un número determinado de representantes y líderes naturales de las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto, a participar en la capacitación de varios talleres vivenciales y de escritorio en relación a cómo deberían actuar en caso de riesgos, emergencias y contingencias y que estos multipliquen lo aprendido a los demás integrantes de las comunidades.

18 COMPARACIÓN AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

De acuerdo con los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de Diagnóstico Ambiental de Alternativas para Proyectos Lineales (DA-TER-3-01), INVIAS presentó un análisis comparativo de las alternativas evaluadas a lo largo del presente Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA que se fueron valorando cualitativa y cuantitativamente, para luego realizar un análisis comparativo con el fin de seleccionar como paso concluyente la recomendación de la alternativa de mayor viabilidad técnica, ambiental y sociocultural.

En consecuencia para la comparación definitiva de las alternativas, se presenta el análisis de sensibilidad para los corredores propuestos, el cual incluye aspectos como: parámetro de diseño, técnicos (dificultad constructiva y operativa), demanda de recursos naturales, zonificación ambiental, evaluación de impactos potenciales, zonificación de manejo ambiental del proyecto, estrategias de manejo ambiental y seguimiento, estudios complementarios requeridos, análisis costo – beneficio ambiental de las alternativas, percepción de las comunidades y autoridades respecto a cada una de las alternativas planteadas, evaluación de las condiciones de estabilidad del terreno analizadas a las condiciones geomorfológicas, geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas y geotécnicas, y que garantice mejor estabilidad y menor riesgo para el proyecto.

Con el fin de efectuar la evaluación comparativa y teniendo en cuenta los objetivos marcados para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se consideraron los siguientes criterios principales de evaluación:

Tabla 18.1 Criterios de Evaluación Comparativa de las Alternativas

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN COMPARATIVA		
NO.	**CRITERIO**	**OBJETIVO**
1	Criterios Ambientales	Efectuar la comparación de los aspectos ambientales relacionados con el medio abiótico y biótico, que permita verificar el impacto ambiental del proyecto sobre los recursos naturales, el uso de los recursos naturales y sobre los ecosistemas del área de influencia del proyecto.
2	Criterios Socioeconómicos y Culturales	Efectuar la comparación de los aspectos Socioeconómicos y Culturales, que permita verificar el impacto del proyecto sobre las poblaciones del área de influencia.
3	Costo/Beneficio	Realizar la comparación de la relación costo beneficio de cada alternativa en costos de operación, costos de inversión y costos socio ambientales del proyecto.

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

El método de promedio ponderado, propuesto por la Empresa tiene en cuenta los criterios para la evaluación comparativa, y a su vez están compuestos por variables e indicadores cuantificables que permiten la comparación de las variables propuestas.

En este punto del desarrollo de la metodología, se debe aclarar que el análisis multicriterio mediante la utilización de la matriz Saaty, se dividió en dos partes debido a las características geográficas de la zona por donde discurren las cuatro (4) alternativas planteadas.

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS se discrimina la calificación cuantitativa de los criterios para el sector entre Florida y La Herrera lo que para efectos del presente documento se denominará *Cruce de la Cordillera* y para el sector entre *La Herrera y la Ruta 45*.

18.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS CRUCE DE LA CORDILLERA

18.1.1 Medio abiótico

El análisis de resultados está compuesto por dos índices a saber: Unidades Hidrogeológicas y Vulnerabilidad de Acuíferos; para el primero se realiza una comparación del tipo de unidad hidrogeológica que se encuentra en el área de influencia del proyecto, las cuales se han categorizado entre rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas.

El INVIAS con respecto a este criterio tomo una calificación de 1 a 5 donde el menor valor es para aquellos donde se toma mayor afectación y para la mayor puntuación se toma como la menor afectación al recurso.

En donde la alternativa del cruce por la cordillera que posea menor área de unidad hidrogeológica de Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas para los acuíferos y de sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas para los acuíferos, obtendrá la mayor puntuación.

En donde la alternativa del cruce por la cordillera que posea menor grado de vulnerabilidad de acuíferos obtendrá la mayor puntuación.

Como resultado de los análisis por el INVIAS con respecto a este criterio hidrogeológico, donde en las alternativas A y B se presentan las mayores áreas de unidad hidrogeológica de Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas para los acuíferos y de sedimentos limitados recursos de aguas subterráneas para los acuíferos en dichas alternativas, siendo los acuíferos más vulnerables, sobre todo para el túnel carretero de 18.4 Km y 18.2 Km respectivamente.

Para las unidades hidrogeológicas presentes en las alternativas A y B para el cruce de la cordillera, se analizaron por su grado de permeabilidad e impermeabilidad, así como su vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, teniendo en cuenta unidades de Acuíferos y Acuicludos (criterio de impermeabilidad y permeabilidad), en donde se presentan las mayores áreas en dichas alternativas, siendo los acuíferos más vulnerables, sobre todo para el túnel carretero de 18.4 Km y 18.2 Km respectivamente, conforme el siguiente análisis:

En el túnel 2 correspondiente a la alternativa A, con una longitud de 18008 metros (18 km). El diseño de este túnel tiene contemplado traspasar las unidades Acuicludo de Santa Bárbara (PTRcd) y el Acuicludo Batolito de Ibagué (Jcd).

- El Acuicludo Batolito de Santa Bárbara (PTRcd) se caracteriza por presentar una permeabilidad muy baja, siendo un cuerpo ígneo de composición intermedia, que aflora entre la Divisoria de Agua de la Cordillera Central al Occidente y la Falla de Meridiano al Oriente que lo coloca en contacto intrusivo con el Batolito de Ibagué, haciéndolo susceptible a filtraciones por esta estructura con flujos verticales hacia la zona del túnel carretero en su etapa de constructiva.

Es de relevancia anotar que la unidad geológica Batolito de Santa Bárbara se encuentra dividida por la Falla Miranda, la cual cruza el lineamiento del túnel 3 aproximadamente en la abscisa K63+000, por lo que dicha formación geológica puede llegar a comportarse como un acuífero únicamente en las zonas de transición de la falla debido al alto grado de fracturamiento de la roca, donde la perforación del túnel puede llegar a ocasionar un drenaje importante de agua subterránea al interior del mismo. Esto último es completamente extrapolable a la Falla Meridiano, localizada en la abscisa K68+000, separando los Batolitos de Santa Bárbara e Ibagué.

- El Acuicludo del Batolito de Ibagué (Jcd), se caracteriza por su baja permeabilidad. Se encuentra constituido por rocas dominantemente de composición granodioríticas, ocurriendo en otras zonas tonalitas y cuarzodiorítas, desarrolla una porosidad secundaria con fracturas generalmente rellenas con material que no permite el almacenamiento de agua subterránea, condición que limita en gran medida las posibles infiltraciones de agua subterránea al interior de la excavación del túnel.

Superficialmente siguiendo la proyección vertical con respecto al techo del túnel, el Río Fraile es interceptado por el trazado de la excavación en la abscisa K59+500, con una cobertura de aproximadamente 500 m. Conforme las condiciones de baja permeabilidad del acuicludo Santa Bárbara, es posible hacer la conjetura que el río Fraile no sufriría un cambio de relevancia en cuanto a las interacciones hídricas con el mencionado acuicludo, debido a la excavación y construcción del túnel 2.

Además de lo anterior, al realizar una proyección vertical a partir del techo del túnel hacía la superficie del terreno, se evidencia que la Quebrada Meridiano intercepta el trazado del túnel 2, con una cobertura de aproximadamente 770 m correspondiente al Acuicludo Batolito de Ibagué. No obstante, esta corriente superficial se encuentra asociada a la Falla Meridiano, condición que podría generar un aporte de infiltraciones de aguas subterráneas al interior del túnel 2 durante las labores de excavación del mismo y a su vez comprometer el régimen natural de las interacciones hídricas entre el acuicludo y la quebrada en cuestión.

El túnel 1 de la alternativa B, tiene una longitud aproximada de 18.200 metros. El trazo de este túnel atraviesa hidrogeológicamente el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca como también el Acuícludo Batolito de Ibagué y se asocia al Acuícludo Depósitos Glaciares, los cuales se describen a continuación:

- Se atraviesa el Sistema Acuífero Grupo Cajamarca (Pzc). Esta unidad hidrogeológica se considera un acuífero de extensión local al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, además de tipo confinado con pobre capacidad de almacenamiento y producción de agua subterránea, debido al tipo de fracturas de corta longitud y amplitud que caracterizan su litología predominante (Cuarcitas, Filitas y Esquistos).

El análisis anterior da indicios de probabilidad de ocurrencia de manantiales en la superficie del terreno. Dadas estas condiciones se esperan altos caudales de infiltración en la excavación del túnel, sobre todo en los planos de debilidad donde hay contactos litológicos y zonas de diaclasas.

En los tramos del Túnel 1, se atraviesa el Acuicludo Batolito de Ibagué. Esta unidad hidrogeológicamente se considera como acuicludo o como rocas de limitados recursos de agua subterránea. Aunque se desarrolla porosidad secundaria, las fracturas se encuentran rellenas con material secundario que no permiten el almacenamiento del recurso hídrico subterráneo.

En general, se estima una muy baja probabilidad de ocurrencia de manantiales. Adicionalmente, al parecer en esta zona existen condiciones favorables para la excavación del túnel en cuanto a los caudales estimados de infiltración, evaluados como mínimos a casi nulos.

- El trazado del Túnel 1 de la Alternativa C, hay dos zonas en que en superficie se ubican Depósitos de Glaciares de edad Cuaternaria, catalogados hidrogeológicamente como acuicludos, dada la caracterización sedimentológica que presentan, donde la matriz es de tipo arcillosa. La presencia de estos depósitos en superficie posiblemente no presente ninguna conexión en el momento de la excavación del Túnel.

Sin embargo, en zonas en que estos depósitos están interconectados con lineamientos asociados a fracturas, como es el caso de la Falla Meridiano y otra fractura que se ubica sobre el curso de la quebrada Bejuquero, posiblemente estos depósitos cuaternarios pueden aportar al caudal de agua que conduzcan estos planos estructurales y que infiltre en el momento de la excavación del túnel.

Superficialmente siguiendo la proyección vertical con respecto al techo del túnel, se ubican las quebradas: Las Arrugas, El Auxilio, El Triunfo, El Pulgatorio y la Quebrada El Bejuquero, que hacen parte de la cuenca hídrica del Río Hereje. De igual forma, los primeros 815.0 m del trazado de la entrada del citado túnel, en superficie, se ubica paralelamente el curso del Río Bolo Azul.

Las zonas en que los cursos de las quebradas corresponden a lineamientos de fallas estructurales son importantes a tener en cuenta en la construcción del túnel. De esta forma, el cruce del trazo del túnel en superficie con la Quebrada el Bejuquero, indica una zona de posible presencia de altos caudales de agua infiltrada en el momento de excavación del túnel, que sin un adecuado manejo podrían secar el citado drenaje.

Es importante tener en cuenta que cierta área de influencia del Túnel abarca la parte Norte del Parque Regional Natural del Páramo del Meridiano.

En cuanto a las alternativas C y D, el Túnel Férreo en la Región 2 – Alternativa C desde el punto de vista Hidrogeológico:

- El trazado de oriente a occidente desde el portal entrada atraviesa los acuicludos de baja permeabilidad conformado por las rocas volcánicas de edad Jurásica pertenecientes a la Formación Amaime (JKa), las rocas metamórficas del Paleozoico Superior identificadas como Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), y el Metagabro de Bolo Azul (Pzba), finalizando con el sistema acuífero del Grupo Cajamarca (Pzc), con una longitud horizontal de casi 7900 m., situación que al estar supeditado a la densidad de fracturas y diaclasas, siendo de tipo confinado y por su porosidad secundaria permite el tránsito de agua.

- Estructuralmente y por su interacción con tres Fallas puede presentar posibles infiltraciones hacía el túnel al momento de su construcción, presentando esta zona entre el sistema de Fallas de Romeral y el Retiro, está última asociada a la quebrada El Nogal.

- En la proyección vertical con respecto al techo del túnel, se encuentra intervenido por ocho (8) corrientes superficiales ubicadas en acuicludos y dos (2) se encuentran el Sistema Acuífero de Cajamarca, situación que puede llegar a presentar alguna afectación al momento de la excavación, por su condición de alto fracturamiento.

Para la alternativa D, el Túnel Férreo en la Región 2 y Región 3 desde el punto de vista Hidrogeológico:

- El trazado de oriente a occidente desde el portal entrada atraviesa los acuicludos de baja permeabilidad conformado por las rocas volcánicas de edad Jurásica pertenecientes a la Formación Amaime (JKa), las rocas metamórficas del Paleozoico Superior identificadas como Esquistos Básicos de Bugalagrande (Pzb), y el Metagabro de Bolo Azul (Pzba), situación favorable ya que no presenta unidades acuíferas durante su trazado.

- En la región 3, el trazado del túnel férreo El trazado de occidente a oriente desde el límite con la región 2, presenta un primer bloque que atraviesa los acuicludos Batolito de Santa Bárbara (PTrcd), consideradas de muy baja permeabilidad, es un cuerpo ígneo de composición intermedia, impermeable, el segundo el Batolito de Ibagué (Jcd), por estar constituido por rocas dominantemente de composición granodioríticas, ocurriendo en otras zonas tonalitas y cuarzodiorítas, desarrolla una porosidad secundaria con fracturas generalmente rellenas con material que no permite el almacenamiento de agua subterránea, situación favorable, dado que no presenta unidades acuíferas durante su trazado.

- Estructuralmente y por su interacción con tres Fallas Romeral, Buenavista y Güengüé, se pueden presentar infiltraciones hacía el túnel al momento de la excavación, pero ninguna de estas se encuentra asociada a ningún cuerpo superficial, condición favorable para esta alternativa.

- Se encuentra intervenido por cinco (5) corrientes superficiales y una laguna, en la proyección vertical con respecto al techo del túnel, estas por tener como basamento acuicludos no tendrían afectación.

Por consiguiente, las alternativas C y D, en las cuales se propone un túnel férreo largo y profundo (2450 m máx) de sistema multimodal y conforme el análisis hidrogeológico se concluye que la Alternativa D, es la escogida hidrogeológicamente por la profundidad de construcción. Otra situación favorable es que la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel en acuicludos, condición que no presentaría posibles afectaciones ni infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

Teniendo en cuenta que las corrientes asociadas a fracturas y unidades acuíferas son zonas críticas por el alto riesgo tanto superficial como para la obra por los flujos de agua que se puedan presentar, la Alternativa D presenta solo dos (2), caso contrario con la Alternativa C, que pueden llegar a verse intervenidas tres (3).

18.1.2 Medio biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS a nivel de demanda de recursos naturales en ecosistemas sensibles, los resultados demuestran que en general para los criterios de aprovechamiento forestal de cobertura de herbazales en zonas de subpáramo y la Sustracción de Reserva Forestal de la Ley 2 Central, analizados para la comparación de alternativas, mostraron que las alternativas A y B, tienen una mayor afectación de ecosistemas sensibles, debido a que el cruce se proyecta en mayor longitud de vía en superficie generando fragmentación; con respecto a las alternativas C y D que no afectaría ecosistemas sensibles, dado que el cruce es en túnel y solo los portales afectaría coberturas vegetal de pastos con árboles aislados, los cuales presentará una menor fragmentación, conservando mayores áreas que sirven como refugio y manteniendo los hábitats que son importantes para numerosas especies, particularmente las que habitan en el interior de los bosques y cobertura herbazal característico de subpáramo y páramo, por lo que en gran medida se mantiene la conectividad presente en la zona, la recarga y regulación hídrica, así como la protección para las especies florísticas y faunísticas de la región.

Esta afirmación se presenta conforme el análisis ecosistémico del cruce de la Cordillera Central, el cual se encuentra enmarcada en un territorio de alta importancia ecosistémica, con áreas de manejo ambiental a nivel nacional, regional y local, de alta sensibilidad, clasificadas en categoría de Conservación, definidas en el Decreto 2372 de 2010, en el cual se establece el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), que "es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país".[1]

Los corredores de las alternativas A y B, están inmersos en un gran complejo de zonas establecidas como suelo de protección por los diversos servicios ecosistémicos que prestan, no solo a los municipios de intervención directa como son los de Pradera, Florida, Río Blanco, sino al resto de los municipios cuyos servicios se encuentran asociados a los bienes y servicios de los páramos, como fuentes productoras y reguladoras de agua principalmente, debido a su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuiferos y nacimiento de los principales ríos, contribuyendo a la regulación climática y prestando a su vez servicios importantes para las comunidades, conservación de zonas de transición ecosistémica entre el páramo propiamente dicho y el bosque altoandino, pasos de fauna, conectividad entre áreas de alta biodiversidad. Lo que genera que en dentro del territorio de análisis se generen nuevos espacios de conservación como el Parque Natural Regional (PNR) Páramo del Meridiano: we'pe del wala.

Las alternativas A y B, se proyectan en vía en superficie y túnel carreteable que cruza por áreas de gran importancia ambiental como la gran Reserva Rorestal Ley 2 de la cordillera central. Área dentro del cual se encuentra inmersa el conjunto de páramos del cual hace parte el Páramo de Tinajas que además está totalmente incluido en la Zona de reserva forestal, los cuales son fuente primordial de recarga hidrica de los rios Párraga, Hereje, Negro, Anamichú, que nacen del complejo de lagunas glaciales.

Así mismo, el túnel carretero de alternativa A, translapa la proyección del túnel carretero por el nuevo Parque Regional Meridiano (we'pe del wala), en el cual no solo se debe considerar la importancia del ecosistema en sí mismo, sino también el aparte legal, en cuanto a posibilidades de sustracción, donde la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, se acoge a la Sentencia de la Corte Constitucional 598 de 2010, donde establece que para esta área protegida, no se adelantarán procesos de sustracción para ningún tipo de proyecto de carácter nacional, regional o local.

Mientras que las Alternativas C y D proyectadas en túnel férreo, teniendo en cuenta la reglamentación de zonas de protección, presenta menor afectación en las zonas de sensibilidad ecológica alta y de protección ambiental, dado que no traslapan el Parque Regional el Meridiano.

Desde su intercepción con la Ruta Nacional desde Pradera en el departamento del Valle del Cauca hasta su cruce con el Río Hereje, la proyección del túnel férreo, se aleja de la zona declarada Parque Natural Regional Meridiano, así como de la zona prioritaria para la conservación de la biodiversidad, considerando la importancia de este PNR como corredor de conectividad entre el PNN Las Hermosas y el PNN del Nevado del Huila.

De igual forma, las alternativas C y D proyectando el túnel férreo, presenta una menor intervención de las lagunas glaciares y de la zona de amortiguación del Parque Meridiano, así como en los portales de entrada y salida, los cuales se encuentran fuera de los límites de la Reserva de Ley 2 y de la zona de protección de páramos.

Las alternativas C y D para el cruce de la cordillera en túnel férreo, no solo minimizarían los impactos directos, sino los residuales como la afectación de los sistemas de regulación de páramos que inciden directamente en toda la zona de Cinturón Andino, a la cual pertenece esta zona ecosistémica. Al ser una obra subterránea alejada de la cobertura boscosa y de las fuentes superficiales reguladoras de las condiciones climáticas de la cordillera central, se disminuirían los impactos futuros de cambio climático y fragmentación de zonas de conectividad regional como las presentes en esta zona.

18.1.3 Medio Socioeconómico y Cultural

El DAA identificó dos (2) criterios para el medio socioeconómico y cultural relevantes para las cuatro (4) Alternativas en el Cruce de la Cordillera, y los valoro de 1 a 5 atendiendo a los siguientes rangos:
Criterio Paso por territorios titulados colectivamente: 1: Afecta seis (6) o más resguardos indígenas; 2: Afecta cuatro (4) a cinco (5) resguardos indígenas; 3: Afecta dos (2) a tres (3) resguardos indígenas; 4: Afecta un (1) resguardo indígena y 5: No afecta territorio de resguardos de comunidades étnicas.

Es pertinente señalar que el DAA advierte que este criterio aunque se solicitó pronunciamiento por parte del Ministerio del Interior, este señaló en su respuesta N° OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, lo siguiente: "*No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres*".

No obstante, resalta el DAA que, mediante revisión de cartografía sobre el tema, se identificaron cuatro (4) resguardos del Pueblo Nasa: Triunfo Cristal Páez y Nasa Thá ubicados en el municipio de Florida, Valle del Cauca y Resguardo Las Mercedes, ubicado en el municipio de Rioblanco, Tolima.

Igualmente se realizó revisión en el sitio web del Ministerio del Interior, Dirección de Asuntos para las Comunidades Negras, Afro descendientes, Raizales y Palenqueras, de los cuales cuatro Consejos Comunitarios de Afro descendientes -que cuentan con aprobación del Ministerio-, se ubican en el Municipio de Florida

(Departamento Valle del Cauca); estos son: San Antonio de los Caballeros; Consejo Comunitario de Comunidades Negras de la Vereda Perodias; Consejo Comunitario del Corregimiento del Remolino y Ángel de la Luz.

Criterio Recurso Hídrico: 1: Se afectan más de cuatro (4) fuentes abastecedoras de comunidades mestizas e indígenas; 2: Se afectan más de tres (3) fuentes abastecedoras; 3: Se afectan más de (2) fuentes abastecedoras; 4: Se afecta (1) fuente abastecedora y 5: No se afectan fuentes abastecedoras de la zona.

Resalta el DAA que este criterio se refiere a la preocupación por la posible afectación de las fuentes superficiales de agua, tanto lénticas (lagunas), como lóticas (ríos y quebradas).

18.1.4 Conclusiones

De acuerdo al análisis de sensibilidad y los diferentes criterios analizados para establecer cuál de las cuatro alternativas presenta las mejores condiciones ambientales y sociales para el cruce de la cordillera central, se considera que la alternativa D**,** es la más conveniente por sus mejoras y optimizaciones técnicas y ambientales respecto a las alternativas; especialmente consolidando el túnel férreo multimodal, a efectos de minimizar los factores de riesgo por inestabilidad geológico – geotécnica, reduciéndose además y de forma ostensible la manifestación de impactos y efectos sociales y ambientales.

18.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS HERRERA - RUTA 45

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS se indica que al igual que los criterios calificados para el tramo Paso de la Cordillera se presentó la calificación de los criterios de comparación para el tramo Herrera (corregimiento del Municipio de Rioblanco, Tolima) – Ruta 45, (municipio de Aipe, Huila), y una vez evaluado cada uno de los criterios propuestos para la matriz multicriterio, se procede a realizar la calificación de cada una de las características (Demanda de Recursos, Unidades Hidrobiológicas, Zonificación de Manejo Ambiental, Evaluación Costo-Beneficio y Socioeconómico) que se eligen para hacer parte de la matriz.

Paso seguido a la calificación de las características seleccionadas para evaluar las cuatro alternativas (A, B, C y D), se continúa con la normalización de la matriz multicriterio y de esta matriz se realizó el promedio de cada una de sus filas, y dicho valor es el porcentaje de peso de cada una de los Sub-criterios evaluados, siendo así el sub-criterio Demanda de Recursos Naturales el que mayor peso específico o ponderado (0.34) posee frente a los demás.

Una vez establecido el porcentaje de peso entre cada una de las alternativas evaluadas se procede a realizar la respectiva ponderación de cada uno de los subcriterios para cada uno de las alternativas, y la evaluación de los mismos para obtener los puntajes definitivos de cada una de las alternativas con respecto al peso de cada Sub-criterio; dando como resultado que las Alternativas C fue calificada con 4.29 y la Alternativa D con 4.42.

18.2.1 Medio abiótico

Para las unidades hidrogeológicas presentes en las alternativas C y D, se clasifican por su capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas y su sistema estructural, así como la relación de la proyección de los

túneles proyectados con las corrientes superficiales y cuerpos lóticos, donde se tiene en cuenta para el análisis lo siguiente:

- El trazado del túnel no intercepte unidades acuíferas, dado que puede llegar a disminuir los niveles freáticos y cambios del régimen de direcciones de flujos subterráneos de la zona.

- Ningún sistema estructural atraviese el túnel, siendo que estas zonas se catalogan como acuíferas por su fracturamiento, si la falla o lineamiento se encuentra ubicada en un acuicludo esta recibe flujos superficiales por la escorrentía, caso contrario si se encuentra localizada en unidades acuíferas la situación es más crítica ya que recibe tanto los flujos superficiales como los subterráneos y se espera un posible aumento de caudales de ingreso al momento de ejecución de la obra, en ambas condiciones.

- No tener corrientes superficiales asociadas a fallas o sistema estructurales, ya que es un punto crítico por las posibles infiltraciones que se puedan generar al momento de la excavación, ya que las fallas por su característica de fracturamiento, se comportan como acuíferos así la estructura este ubicada sobre acuicludos, el tránsito y flujo de agua puede cambiar, a su vez afectar las quebradas y ríos que se encuentren bajo esta condición, generando posibles modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre la unidad hidrogeológica y los flujos superficiales reflejados en una probable disminución en sus caudales.

- No poseer corrientes superficiales, cuerpos lenticos y manantiales, ubicados sobre unidades acuíferas, condición que puede generar modificaciones en los patrones naturales de intercambio hídrico entre los mismos, afectando probablemente sus caudales más cuando estos son fuente de abastecimiento para la población.

Por lo anterior se concluye que la Alternativa D, es la escogida hidrogeológicamente porque a pesar de interceptar más unidades acuíferas, especialmente en los túneles cortos en total ocho (8) no mayores de 500 m de longitud, podría no presentar afectación por la profundidad de construcción.

Otra situación favorable es que la mayoría de las corrientes superficiales estarían ubicadas en su proyección en la vertical con el túnel en acuicludos, condición que no presentaría posibles afectaciones ni infiltraciones por efecto de la construcción del túnel.

Teniendo en cuenta que las corrientes asociadas a fracturas y unidades acuíferas, son zonas críticas por el alto riesgo tanto superficial como para la obra por los flujos de agua que se puedan presentar, la Alternativa D presenta solo dos (2), caso contrario con la C ya que tres (3) podrían verse intervenidas.

Conforme a lo encontrado y observado en la visita técnica de campo, fue posible llevar a cabo una valoración del riesgo de afectación al recurso hídrico subterráneo y superficial, generado por la futura excavación de los distintos túneles contemplados dentro de las alternativas planteadas. Los resultados de dicha valoración muestran que existen cuatro (4) puntos registrados en las proximidades de la alternativa A, que fueron ponderados como alto riesgo de afectación, mientras que, en la alternativa B, fueron valorados dos (2) puntos como alto riesgo. El anterior análisis permite consolidar la alternativa D, como mejor opción en términos de minimización de los riesgos potenciales en la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo.

18.2.2 Medio biótico

En el DAA presentado mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 por el INVIAS a nivel a nivel de demanda de recursos naturales de la Herrera - Ruta 45, los resultados demuestran que en general las alternativa C es menos favorable, dado que requiere una mayor demanda de agua y de vertimientos, mientras que las alternativa D los resultados son más favorables, en cuanto a la menor necesidad de utilización de dichos recursos para su materialización.

En cuanto al análisis del medio biótico, los criterios de aprovechamiento forestal y la compensación por pérdida de biodiversidad, analizados para la comparación de alternativas, los resultados mostraron que para las alternativas C y D la afectación es menor por el número de túneles presupuestados, lo que garantiza un menor aprovechamiento de cobertura vegetal de Bosques y áreas seminaturales (se aclara que los estimativos de afectación de coberturas evaluados en la matriz, fueron calculados para el área de influencia directa de cada uno de los corredores en estudio y por tanto, dentro de los valores se encuentran los de las áreas donde se prevé la instalación y operación de la infraestructura asociada a los procesos constructivos tales como campamentos, zonas de depósitos, ponteaderos, bocatomas de túneles, accesos a zonas de obra, entre otros; así mismo se contemplan todas aquellas áreas requeridas para la etapa de operación de cada una de las alternativas), los cuales presentará una menor fragmentación, conservando mayores áreas que sirven como refugio y manteniendo los hábitats que son importantes para numerosas especies, particularmente las que habitan en el interior de los bosques, por lo que en gran medida se mantiene la conectividad presente en la zona.

En cuanto a la compensación por pérdida de biodiversidad, el factor de compensación es mayor a compensar en la alternativa C, por la mayor afectación de la cobertura vegetal de bosque natural, conforme el aprovechamiento forestal.

18.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

Señaló el DAA que una vez analizadas las alternativas, con el fin de verificar la más óptima en relación al medio socio económico en cuanto a conectividad local, se pudo establecer que la Alternativa D es más viable, con respecto a la alternativa C, por: a) Tiene tramos de túneles más largos (en relación a la alternativa C) lo que evitaría la colonización y la invasión del derecho de vía, fenómeno que es común en proyectos de vías en superficie, lo que igualmente atrae la proliferación de bienes y servicios como monta llantas, lavaderos de carros y parqueaderos, ocasionando impactos ambientales negativos en la zona; Y b) Se conectarían cinco municipios, beneficiando a las comunidades locales de dichas unidades territoriales no solo en el mejoramiento de sus dinámicas socioeconómicas locales, sino en el acceso de bienes y servicios de municipios y regiones cercanas.

18.2.4 Conclusiones

De acuerdo al análisis de sensibilidad y los diferentes criterios analizados para establecer cuál de las alternativas presenta las mejores condiciones ambientales y sociales en la Herrera - Ruta 45, se considera que la alternativa D, por sus optimizaciones técnicas y ambientales especialmente consolidando una mayor presencia de infraestructura tipo túneles largos, a efectos de minimizar los factores de riesgo por inestabilidad geológico – geotécnica, reduciendo además y de forma ostensible la manifestación de impactos y efectos sociales y ambientales, es la más recomendable para avanzar al siguiente paso del proceso de licenciamiento ambiental.

18.3 CONCLUSION GENERAL

Para el tramo *Paso por la Cordillera* conforme los resultados de evaluación de los criterios técnicos, socio-ambientales – prediales y económicos de las alternativas del *Paso por la Cordillera*, de acuerdo con la información presentada en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se concluye que la Alternativa D con una calificación de 3.79, es la alternativa más recomendable para el desarrollo del Cruce por la Cordillera, a pesar que el criterio económico obtuvo el porcentaje más alto (40%) con respecto a los otros criterios, la alternativa más favorable con una calificación de 3.79 es la Alternativa D propuesto como túnel férreo para el paso de la cordillera.

Tabla 18.2 Matriz General Multicriterio: Paso por la Cordillera

CRITERIOS	PORCENTAJE (%)	ALTERNATIVAS			
		ALT A	ALT B	ALTC	ALT D
TECNICOS	30,00	0,95	0,85	1,21	1,41
SOCIO-AMBIENTAL Y PREDIAL	30,00	0,70	0,62	1,36	1,45
ECONOMICO	40,00	1,67	1,47	0,80	0,93
CALIFICACION		3,32	2,94	3,37	3,79

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

Para el Tramo *Herrera – Ruta 45*, el análisis del resultado de la evaluación de alternativas de cada de una de las especialidades anteriormente listadas, arrojo que la Alternativa D, es la mejor alternativa para el desarrollo del proyecto, con una calificación de 3.76.

Tabla 18.3 Matriz general multicriterio tramo La Herrera - Ruta 45

CRITERIOS	PORCENTAJE (%)	ALTERNATIVAS			
		ALT A	ALT B	ALT C	ALT D
TECNICOS	30,0	1,15	1,25	0,97	1,09

CRITERIOS	PORCENTAJE (%)	ALTERNATIVAS			
SOCIO-AMBIENTAL Y PREDIAL	30,0	1,50	1,14	1,26	1,32
ECONOMICO	40,0	0,89	0,88	1,33	1,36
CALIFICACION		3.55	3,27	3,55	3,76

Fuente: DAA comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017 - INVIAS

19 SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS POR PARTE DE LA ANLA

De acuerdo con la información allegada por INVIAS y teniendo en cuenta las observaciones realizadas durante la visita técnica, a continuación, se realiza la comparación de las alternativas mediante la aplicación de la metodología multiobjetivo.

Para tal efecto, se seleccionaron los criterios que se consideraron decisivos para la selección de la alternativa, para cada uno de los medios.

Posteriormente se aplicó la metodología multiobjetivo de promedios ponderados, la cual consiste en cuantificar los valores obtenidos en el estudio para cada criterio según las respectivas unidades y se asigna un puntaje entre 1 y 100 a cada alternativa, estableciendo el valor de 100 a la variable o criterio menos impactante y a los demás se les asigna la calificación en función de su cercanía al mejor valor.

Posteriormente, se ponderan los resultados obtenidos para cada uno de los criterios evaluados, para finalmente establecer que la alternativa seleccionada es la que obtenga un mayor valor en la sumatoria final.

Para el presente análisis, el Grupo Evaluador identificó **quince (15)** criterios ambientales, como se relacionan a continuación:

Medio Abiótico

- Longitud Total de la Alternativa
- Longitud Total Vía en Superficie
- Número de Túneles
- Puentes
- Ocupaciones de Cauce (puentes, box coulvert y pontones)
- Demanda hídrica del proyecto
- Unidades hidrogeológicas
- Vulnerabilidad de acuíferos

Medio Biótico

- Aprovechamiento Forestal
- Aprovechamiento Forestal de herbazal en subpáramo y páramo
- Sustracción de la Ley 2 Reserva Forestal

Medio Socioeconómico

- Unidades territoriales menores
- Cruce por centros poblados y asentamientos diversos
- Paso por territorios titulados colectivos
- Recurso hídrico (fuentes abastecedoras)

Esta Autoridad analizo la pertinencia de tomar como criterio de selección de las alternativas el análisis costo-beneficio, lo cual no es viable teniendo en cuenta que los costos y beneficios fueron calculados de forma global y no para cada alternativa…con lo cual no se cuenta con información adecuada para realizar la comparación desde el componente de valoración económica.

Para empezar el análisis se procedió a establecer el primer escenario, otorgando un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural, de tal manera que de la sumatoria de los tres se obtenga el 100%; dando mayor relevancia al medio abiótico por las características constructivas planteadas para el desarrollo del proyecto.

Estructura de preferencia del decisor

Los métodos adoptados para el análisis requirieron que el decisor (el grupo técnico) asignara ponderaciones o pesos relativos a cada uno de los objetivos, de manera que dichas ponderaciones reflejen su propia estructura de preferencias. En este caso se concertó entre el equipo evaluador dicha estructura, la cual se presenta en la siguiente tabla.

En la primera columna se presentan cada uno de los criterios analizados, y luego se presenta el peso agregado de cada conjunto de objetivos y posteriormente se incluye el peso de cada criterio dentro del total.

Una vez aplicando el método de los promedios ponderados en un primer escenario donde se le ha asignado un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural, se obtiene que la mejor Alternativa para el componente abiótico es la Alternativa D con un puntaje de 37,77. Al aplicar sólo los criterios bióticos resulta como la Alternativa más favorable la D con un puntaje de 30, en cuanto al componente socioeconómico resultó más favorable la Alternativa C con 29,50 de puntaje.

Tabla 19.1 Análisis Multiobjetivo de Alternativas

ANALISIS MULTIOBJETIVO															
CRITERIOS	**UNIDAD**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**	**PESO GRUPO**	**PESO TOTAL**	**AA**	**AB**	**AC**	**AD**
CRITERIOS ABIÓTICOS															
Longitud Total de la Alternativa	m	165000,00	155200,00	148550,00	140800,00	85,33	90,72	94,78	100,00	0,40	0,05	4,27	4,54	4,74	5,00

Longitud Total Vía en Superficie	m	93539,00	93069,00	55991,00	50768,00	54,27	54,55	90,67	100,00		0,05	2,71	2,73	4,53	5,00
Número de Túneles	Unidad	16,00	14,00	15,00	17,00	87,50	100,00	93,33	82,35		0,05	4,38	5,00	4,67	4,12
Puentes	Unidad	126,00	119,00	85,00	80,00	63,49	67,23	94,12	100,00		0,05	3,17	3,36	4,71	5,00
Ocupaciones de Cauce (puentes, box coulvert y pontones)	Unidad	247,00	258,00	200,00	160,00	64,78	25,11	80,00	100,00		0,05	3,24	1,26	4,00	5,00
Demanda hídrica del proyecto	m3	4439494,00	4229890,00	3914566,00	4142061,00	88,18	92,55	100,00	94,51		0,05	4,41	4,63	5,00	4,73
Unidades Hidrogeológicas (acuíferos, acuítardos, acuícludos)	Ha	0,012	0,011	0,011	0,014	91,67	100,00	100,00	78,57		0,05	4,58	5,00	5,00	3,93
Vulnerabilidad de Acuíferos	Índice de Vulnerabilidad	0,4	0,4	0,3	0,2	50,00	50,00	66,67	100,00		0,05	2,50	2,50	3,33	5,00
SUBTOTAL CRITERIOS ABIÓTICOS											**0,40**	**29,26**	**29,01**	**35,98**	**37,77**
CRITERIOS BIOTICOS															
Aprovechamiento Forestal	Ha	7528,27	10836,60	4303,99	4015,65	53,34	37,06	93,30	100,00		0,10	5,33	3,71	9,33	10,00
Aprovechamiento Forestal de herbazal en subpáramo y páramo	Ha	0,20	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	**0,30**	0,10	0,00	0,00	10,00	10,00
Sustracción de la Ley 2 Reserva Forestal	Ha	5,00	9,00	0,05	0,03	0,60	0,33	60,00	100,00		0,10	0,06	0,03	6,00	10,00
SUBTOTAL CRITERIOS BIÓTICOS											**0,30**	**5,39**	**3,74**	**25,33**	**30,00**
CRITERIOS SOCIALES															
Unidades teritoriales menores	Unidad	51,00	45,00	45,00	42,00	82,35	93,33	93,33	100,00	**0,30**	0,08	6,18	7,00	7,00	7,50

Cruce por centros poblados y asentamientos dispersos	Unidad	4,00	3,00	3,00	4,00	75,00	100,00	100,00	75,00		0,08	5,63	7,50	7,50	5,63
Paso por territorios titulados colectivos	Unidad	6,00	6,00	1,00	1,00	16,67	16,67	100,00	100,00		0,08	1,25	1,25	7,50	7,50
Recurso hidrico (fuentes abastecedoras)	Unidad	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00		0,08	0,00	0,00	7,50	7,50
SUBTOTAL CRITERIOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES											**0,30**	**13,05**	**15,75**	**29,50**	**28,13**
								TOTAL		**1,00**	**1,00**				

Fuente: Equipo evaluador con base en el DAA presentado con comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017

Así mismo, al aplicar el método de los promedios ponderados integrando los tres medios (medio abiótico, biótico y socioeconómico) junto con todos sus criterios, y utilizando los pesos porcentuales antes mencionados, se tiene como la mejor ***ALTERNATIVA LA D***, como se observa a continuación:

Tabla 19.2 Resultados de favorabilidad por alternativa

ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D
Promedio Ponderado	15,90	16,17	30,27	31,97
Ordenamiento	4	3	2	1

Fuente: Equipo evaluador ANLA 2017

CONSIDERACIONES DEL MEDIO ABIÓTICO

Con relación al medio abiótico se evidencia que, para todos los escenarios de simulación, con diferentes porcentajes de ponderación y tomando como referencia los 8 criterios del medio abiótico la alternativa D es la que presenta los mayores valores de calificación.

Conforme a lo establecido anteriormente, se llega a la conclusión que el corredor alternativo viable ambientalmente desde el medio abiótico, de acuerdo al análisis multicriterio corresponde a la alternativa D, teniendo en cuenta que de acuerdo a los criterios analizados presenta condiciones constructivas más favorables desde el punto de vista de ingeniería y optimización en la demanda de recursos.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO BIÓTICO

Al analizar los resultados obtenidos mediante las metodologías aplicadas para la comparación de las alternativas, para el medio biótico se observó que el corredor alternativo más viable la alternativa D, de acuerdo con los criterios aplicados.

Se aclara que criterios de mayor relevancia como la afectación de áreas protegidas u sensibles, no se aplicaron en razón a que, en estas temáticas, las cuatro alternativas presentaban condiciones similares (no interceptación de este tipo de áreas), por lo que no aportaban elementos que permitieran establecer la favorabilidad de alguna de las alternativas propuestas.

CONSIDERACIONES DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Los municipios del área de influencia indirecta, tanto para las Alternativas A y D, son siete (7) que corresponden a: Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas, Ataco y Natagaima (Tolima) y Aipe (Huila), mientras para las Alternativas B y C son seis (6) Pradera y Florida (Valle del Cauca), Rioblanco, Planadas y Ataco (Tolima) y Aipe (Huila).

En relación al área de influencia directa, para la Alternativa A se contemplan 51 Unidades Territoriales Menores, la Alternativa B abarcaría 45, la Alternativa C se observaron 45 y la Alternativa D abarcaría 42 Unidades Territoriales Menores, para todas hacen parte veredas, centros poblados urbanos y rurales dispersos. Se resalta que no se atraviesa ningún centro poblado, todas las Alternativa A, B, C y D, proponen una vía totalmente nueva, que supone una menor afectación tanto social como ambiental.

En los tramos propuestos para las cuatro Alternativas se encuentra población étnica. De acuerdo al Ministerio del Interior, que señaló en su respuesta N° OFI16-000020077-DCP-2500 con fecha del 01 de junio de 2016, lo siguiente: "*No es necesario adelantar proceso de certificación y por consiguiente tampoco requiere de la consulta previa, teniendo en cuenta que este proyecto responde a una actividad de estudios y diseños en el cual no hay una afectación directa a sujetos colectivos susceptibles de derechos constitucionalmente protegidos, entendida dicha afectación directa como una intromisión intolerable a su calidad de vida y costumbres*". No obstante, resalta el DAA que, mediante revisión de cartografía sobre el tema, se identificaron resguardos del Pueblo Nasa ubicados en el municipio de Florida, Valle del Cauca y en el municipio de Rioblanco, Tolima; al igual que comunidades afro-descendientes en el Valle del Cauca.

Igualmente se consideró el Recurso hídrico (fuentes abastecedoras) atendiendo a la alta sensibilidad de estos frente al proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la Alternativa C desde el medio socioeconómico y cultural se consideró la más viable, atendiendo a las variables o criterios identificados y calificados como los más representativos, no obstante, esto no es impedimento o determinante ya que atendiendo a los demás medios definieron y por lo tanto de manera integral y ponderando los resultados la Alternativa más viable sería la que tenga el puntaje que determine el Concepto Técnico.

CONSIDERACION FINAL

De lo anterior se concluye que:

- El Análisis Multiobjetivo se realizó utilizando el método de los Promedios Ponderados y considerando quince (15) criterios u objetivos distribuidos en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, definiendo como mejor ***ALTERNATIVA LA D*** en un escenario con porcentajes de importancia de escenario donde se le ha asignado un peso del 40% para el medio abiótico, un 30% para el medio biótico y un 30% para el medio socioeconómico y cultural.

- Teniendo en cuenta el Análisis Multiobjetivo realizado y la evaluación del "Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para la construcción del proyecto vial "Conexión Buenaventura - Orinoquia - Palmira - Las Cruces – Colombia", se recomienda seleccionar la ***ALTERNATIVA LA D.***

De conformidad con lo anterior y luego de realizar la evaluación de la información presentada en los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, se determinó que la alternativa más viable, corresponde al ***CORREDOR ALTERNATIVO D*** sobre el cual se debe desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

20 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

20.1 SUFICIENCIA DE LA INFORMACIÓN

Se considera que el documento de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, del proyecto *"*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*"*, presentado a la Autoridad Nacional de Licencias ambientales – ANLA por parte del Instituto Nacional de Vías – INVIAS*,* mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01, por lo que es adecuado para realizar un análisis objetivo en la elección de una corredor viable ambientalmente, tal y como se ha realizado en el presente concepto técnico.

20.2 CONCEPTO DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

En el DAA presentado a esta Autoridad por parte del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante comunicación 2017048892-1-000 del 30 de junio de 2017, en relación con el proyecto *"*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*"* cumple con lo establecido en los Términos de Referencia DA-TER-3-01.

De conformidad con lo anterior y luego de realizar la evaluación de la información presentada en los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, se determinó que la alternativa más viable, corresponde al ***CORREDOR ALTERNATIVO D*** sobre el cual se debe desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

20.3 ESTABLECIMIENTO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA

Para continuar con el trámite de Licencia Ambiental, el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, deberá elaborar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto *"*Conexión Buenaventura – Orinoquia – Palmira – Las Cruces – Colombia*"* para el corredor Alternativo seleccionado, de conformidad con lo establecido en los "*Términos de referencia M-M-INA-02 Versión No 2, para La elaboración del estudio de impacto ambiental –*

EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles., acogidos mediante Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015," o aquellos que los modifiquen o sustituyan, los cuales podrá encontrar en la página WEB www.anla.gov.co, Subportal Normativa – Documentos Estratégicos - Términos de Referencia.

20.4 REQUERIMIENTOS Y OBLIGACIONES ADICIONALES

20.4.1 Para el Medio Abiótico

El EIA deberá ser elaborado con base en información primaria de las condiciones ambientales del área (línea base ambiental) y teniendo en cuenta, entre otros aspectos, los siguientes:

- Se deberá optimizar los trazados de tal manera que se minimice la afectación predial y la de áreas que presenten amenazas naturales, como son fenómenos hídricos (inundaciones), morfodinámicos (procesos erosivos y de remoción en masa, entre otros) y geotécnicos (suelos altamente inestables que no garanticen la sostenibilidad de la vía a largo plazo); optimizando, también los trazados con base en el análisis de las zonas de recarga de acuíferos y su vulnerabilidad que puedan afectarse por el desarrollo del proyecto; minimizando la intervención del proyecto sobre cuerpos de agua y sus zonas de ronda hídrica, en los lugares que sea necesario, debe realizarse en lo posible de manera ortogonal. Minimizando además la intervención de las áreas con coberturas vegetales naturales, seminaturales y en proceso de regeneración natural y también la necesidad de aprovechamiento forestal, uso o afectación de recursos naturales.

- Se deberá realizar un análisis geomecánico, la resistencia del material, el perfil de meteorización de las mismas, además del análisis morfodinámico y geotécnico de las unidades descritas y las amenazas naturales sísmica, inundación, ceraunica y erosión en el área de influencia de la alternativa seleccionada que permita establecer áreas vulnerables y/o activas, frente al componente geotécnico.

- Realizar una caracterización más detallada el sistema de fracturas interconectadas del macizo rocoso, para conocer su potencial acuífero de forma más precisa y determinar las posibles infiltraciones y drenajes en el área, a través de perforaciones de geotecnia.

- De las perforaciones se recomienda revestir algunas en unidades acuíferas y otras en acuicludos para determinar los niveles freáticos y sus propiedades hidráulicas a través de ensayos de bombeo y/o slug, ya que muchas de estas por estar localizadas en rocas fracturadas su comportamiento es heterogéneo.

- Presentar los análisis y consideraciones en relación con las incertidumbres y/o condicionantes en la interpretación geofísica (contenido de agua, salinidad, composición geológica, mineralizaciones metálicas, contenido de arcilla, fracturas). No solo en función del contenido de fluidos.

- Realizar modelaciones matemáticas que permitieran determinar la estabilidad de las laderas y para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas.

- Presentar el análisis de la amenaza geotécnica para el Área de Influencia, con el objetivo de definir áreas con susceptibilidad a procesos morfodinámicos e hidrodinámicos, periodo de recurrencia y potencial de reactivación como consecuencia de la ejecución del proyecto.

- Presentar los resultados y análisis del monitoreo de aguas subterráneas para el periodo correspondiente a un año hidrológico en cuerpos de aguas superficiales, aguas lluvias y subterráneas; de manera que permita establecer la relación entre los distintos flujos que interactúan en el área de influencia del proyecto.

- Realizar modelaciones matemáticas que permitieran determinar de manera cuantitativa el caudal de infiltración para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas Asimismo, presentar modelaciones matemáticas que permitieran determinar de manera cuantitativa el caudal de infiltración para cada uno de los túneles de la alternativa escogida en las diferentes etapas constructivas, discriminados en tablas año por año (caudales de drenaje en los túneles proyectados). Además, realizar simulaciones para tener en cuenta los efectos climáticos del fenómeno ENSO en el caudal infiltrado, que permita tener claridad cuantitativa de los resultados y de la incidencia del fenómeno en la recarga y en la infiltración de caudales por las actividades subterráneas.

- Ejecutar inventarios de manantiales, captaciones de agua subterránea y corrientes superficiales, en la alternativa escogida al final de la época de estiaje y al final de la época de lluvias, para determinar la conformación de una Línea Base que determine las condiciones hidrogeológicas del agua subterránea y las principales características del agua superficial, para complementar actividades posteriores como el Modelo Conceptual y Modelo Numérico.

- El INVIAS en el EIA deberá relacionar específicamente las fuentes de materiales a utilizar en el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los títulos mineros y la licencia ambiental respectiva en caso de un tercero o de lo contrario tendrá que sacar todos los permisos respectivos para la utilización de estas fuentes relacionadas

- Con respecto al Plan de Contingencia se deberá presentar la información general respecto a los Planes estratégicos, operativos e informativos, además de la presentación del Plan de Gestión de Riesgo de acuerdo con la Ley 1523 del 24 de abril de 2012 y las normas que la reglamenten.

20.4.2 Para el Medio Biótico

La Empresa deberá incluir y profundizar en la siguiente información en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), además de lo solicitado en los Términos de Referencia:

- Identificar y describir de manera clara las zonas de páramo y subpáramos y otros ecosistemas sensibles presentes en el área de influencia Directa e Indirecta, así como las zonas de amortiguamiento de estos ecosistemas, considerando su importancia en términos de estructura y funcionalidad.

- Incluir información clara y actualizada de todas las zonas de importancia a nivel Nacional, Regional y Local incluyendo áreas de protección y conservación de los recursos naturales declaradas por los municipios y Corporaciones Autónomas Regionales.

- Dentro de los Estudio Complementarios propuestos por la Empresa, se tendrá que incluir información específica de los corredores de movilidad de especies de distribución restringida o endémica o en alguna categoría de amenaza, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

- Identificar los principales ecosistemas acuáticos (lénticos y lóticos), determinando su dinámica e importancia en el contexto regional, precisando si estos se encuentran ubicados en unidades de conservación en todas sus categorías y niveles, junto con aquellos al interior de ecosistemas sensibles y/o manejo especial.

20.4.3 Para el Medio Socioeconómico y Cultural

- INVIAS, previo al inicio del trámite de licenciamiento ambiental para el proyecto, deberá solicitar a la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior, la certificación sobre presencia de grupos étnicos en el área de influencia del proyecto. Dicha certificación actualizada deberá allegarse a la ANLA con el EIA a presentar para los fines del licenciamiento ambiental.

- INVIAS, deberá realizar reuniones de socialización del proyecto incluyendo a miembros y representantes de Asojuntas o Asocomunal de los municipios de influencia, con el fin que estos conozcan de primera mano la información y ayuden a multiplicar la misma a sus asociados.

- INVIAS, deberá tener en cuenta en la elaboración del EIA la variable de uso del suelo, relacionado con la actividad agrícola de la zona, donde predomina el microfundio y minifundio, cualquier afectación al mismo debe considerarse de alta muy sensibilidad, por ser una actividad primaria estratégica del sector productivo, que genera un modo de vida a las comunidades, de la cual derivan su sustento y se debe evitar al máximo su afectación.

- INVIAS, en correspondencia con el proceso de identificación de impactos deberá especificar medidas con metas y actividades a realizar para la atención de impactos tales como: posible afectación a la actividad económica de subsistencia por la afectación a microfundios, y posible afectación a infraestructura social y/o económica.

- INVIAS, deberá tener en cuenta -en relación con los impactos más significativos a la Alternativa elegida- la identificación, calificación y análisis de los impactos acumulativos por la ejecución y operación del proyecto con respecto a proyectos ya existentes.

- El Programa de vinculación de mano de obra, en la alternativa seleccionada, no deberá integrarse al Plan de Manejo Ambiental, sin perjuicio de que durante la ejecución y operación del proyecto la Concesionaria acuerde desarrollar sus objetivos, metas y actividades, de conformidad con sus políticas de Responsabilidad Social. Así, INVIAS deberá presentar -en vez de esta Medida de Manejo- en el Plan de Gestión Social de la Alternativa elegida, una Medida de Manejo estructurada en ficha, que se podría denominar “Capacitación Alternativa de mano de obra local”, y allí se propongan acciones, entre otras, capacitar en actividades productivas alternas o complementarias a las actividades que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

- INVIAS deberá incluir una medida de manejo para la Gestión Social de la Alternativa elegida contemplando la “Capacitación al personal vinculado” de tal manera que dentro de sus acciones se incluya, entre otras, capacitación y sensibilización a todos los integrantes de la empresa constructora (profesional, administrativo, operativo y de mano de obra calificada y no calificada), con el fin que conozcan y se sensibilicen, en obligaciones de la normatividad ambiental y de la participación, del conocimiento, respeto y cuidado del entorno socioambiental, y el respeto por la cultura de las comunidades que se asientan en el área de influencia, e información sobre las obligaciones y requerimientos que se impongan.

- INVIAS, deberá incluir en el EIA para la Alternativa elegida por esta Autoridad, una medida de manejo estructurada en ficha que se podría denominar "Seguimiento a la capacitación Alternativa de mano de obra local", y allí se propongan las acciones, etapas, indicadores cualitativos y cuantitativos y la frecuencia de verificación a las acciones propuestas, entre otras, seguimiento a la capacitación en actividades productivas alternas o complementarias a que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

- INVIAS, deberá incluir en el EIA para la Alternativa elegida por esta Autoridad, una medida de manejo estructurada en ficha de "Seguimiento a la capacitación al personal vinculado" con el fin de ser implementada en las acciones de capacitación dirigidas a todos los integrantes de la empresa constructora (profesional, administrativo, operativo y de mano de obra calificada y no calificada) propuestas por esta Autoridad en el Plan o Estrategias de Gestión Social, incluyendo, entre otros en la ficha, la fase de aplicación, los impactos a controlar, los indicadores cualitativos y cuantitativos, las acciones de seguimiento y la frecuencia de verificación de todas las actividades propuestas allí.

- INVIAS, deberá para los Estudios propuestos y atendiendo a lo observado en campo, a los Términos de Referencia y a la normatividad vigente, un Estudio de Movilidad con el fin de establecer e implementar mecanismos o acciones en la correspondiente Medida de Manejo para evitar traumatismos de la movilidad de las comunidades y semovientes en las áreas de influencia del proyecto.

- INVIAS deberá en el EIA de la Alternativa elegida, para el Plan de Contingencia incluir acciones concretas para capacitación a un número determinado de representantes y líderes naturales de las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto de talleres vivenciales y de escritorio con el fin que conozcan y aprehendan sobre el cómo actuar en caso de riesgos, emergencias y contingencias y que estos multipliquen lo aprendido a los demás integrantes de las comunidades

- El Programa de Arqueología Preventiva, en la alternativa seleccionada, no deberá incluirse en el Plan de Manejo Ambiental en la alternativa seleccionada, por ser el ICANH la autoridad competente de su evaluación y seguimiento.

20.4.5 Para el Análisis Económico Ambiental

Teniendo en cuenta las consideraciones técnicas anteriormente señaladas, INVIAS deberá tener en cuenta para la etapa de Estudio de Impacto Ambiental los siguientes aspectos respecto a la evaluación económica ambiental de los impactos positivos y negativos de la alternativa seleccionada.

- Definir una cuantificación biofísica para los impactos identificados para cada alternativa y por lo tanto determinar el delta ambiental generado por cada alternativa del proyecto.

- Desarrollar las cuantificaciones económicas tanto de costos como de beneficios por cada uno de los impactos y las alternativas.

- Construir un flujo de costos y beneficios donde se evidencie cada uno de los costos y beneficios valorados, los cuales deben ser proyectados de acuerdo no solo con la temporalidad del proyecto sino del cambio ambiental / social evaluado.

- Calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Costo Beneficio (RCB), utilizando una tasa social de descuento debidamente justificada para este tipo de análisis sociales. Adelantar finalmente el análisis de sensibilidad utilizando variables críticas que lleven a probar la robustez del proyecto.

Firmas:

RAFAEL ANTONIO ESPINOSA YANQUEN
Profesional Social/Contratista

MARIO ALBERTO MADRIGAL GONZALEZ
Profesional Técnico/Contratista

ADRIANA LUCIA BURITICA BOTERO
Economista/Contratista

JUAN JOSE VARGAS OSORIO
Profesional Técnico/Contratista

WILSON JAVIER ZARATE TELLEZ
Profesional Técnico/Contratista

DIEGO ARMANDO RUIZ ROJAS
Profesional Técnico/Contratista

Ejecutores

RAFAEL ANTONIO ESPINOSA YANQUEN
Profesional Social/Contratista

WILSON JAVIER ZARATE TELLEZ
Profesional Técnico/Contratista

MARIO ALBERTO MADRIGAL GONZALEZ
Profesional Técnico/Contratista

ADRIANA LUCIA BURITICA BOTERO
Economista/Contratista

DIEGO ARMANDO RUIZ ROJAS
Profesional Técnico/Contratista

Revisores

JUAN CARLOS MANTILLA FLOREZ
Revisor - Físico Biótico/Contratista

JUAN JOSE VARGAS OSORIO
Profesional Técnico/Contratista