

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO ESQUEMA APP No. 002 de 2017



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA
CÚCUTA, UF 2 SECTOR PAMPLONA – PAMPLONITA

Capítulo 10. Evaluación Económica Ambiental

AECOM  **ConCol**

Bogotá D.C. 28 de mayo

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	1
10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	2
10.1.1 Jerarquización de Impactos (Análisis de Residualidad)	3
10.1.2 Análisis de Internalización	8
10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables	13
10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)	15
10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN	41
10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES	47
10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	50
10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES	81
10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB	85
10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	85

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación	6
Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo	6
Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta	8
Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02	14
Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE	15
Tabla 10.6 Jerarquización de los impactos por importancia ambiental (Análisis de residualidad)	17
Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce	27
Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	27
Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático	28
Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire	30
Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos	31
Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual	32
Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística	33
Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat	33
Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	34
Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos	35
Tabla 10.17 Jerarquización de impactos ambientales	40
Tabla 10.18 Costos implementación plan de manejo ambiental	43
Tabla 10.19 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración económica	47
Tabla 10.20 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica	49
Tabla 10.21 Área de suelo objeto de intervención	51
Tabla 10.22 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera	53
Tabla 10.23 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono	54
Tabla 10.24 Propiedades físicas de los perfiles	54
Tabla 10.25 Propiedades físicas del perfil	55
Tabla 10.26 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo	56
Tabla 10.27 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto	56

Tabla 10.28	Calculo necesidades de fertilizante	57
Tabla 10.29	Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos	58
Tabla 10.30	Valoración económica producción de nutrientes del suelo	58
Tabla 10.31	Áreas afectación del proyecto de acuerdo al uso actual y potencial	59
Tabla 10.32	Costo por afectación de la actividad ganadera	60
Tabla 10.33	Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto	61
Tabla 10.34	Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola	62
Tabla 10.35	Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera	63
Tabla 10.36	Costos totales generados con la pérdida de empleo	63
Tabla 10.37	Valores de referencia hectárea para el área de estudio	64
Tabla 10.38	Estimación de las pérdidas relativas al costo de oportunidad del suelo	64
Tabla 10.39	Pérdidas total potencial productivo del suelo	64
Tabla 10.40	Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos	65
Tabla 10.41	Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural	66
Tabla 10.42	Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas	67
Tabla 10.43	Estimación regulación hídrica coberturas naturales	69
Tabla 10.44	Valoración económica de la alteración en el régimen de escorrentía	69
Tabla 10.45	Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	70
Tabla 10.46	Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca	71
Tabla 10.47	Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca	71
Tabla 10.48	Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes	72
Tabla 10.49	Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover.	74
Tabla 10.50	Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal	75
Tabla 10.51	Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales	76
Tabla 10.52	Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat	78
Tabla 10.53	Áreas de manejo Especial en Área de Intervención	79
Tabla 10.54	Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos Corponor	80
Tabla 10.55	Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción Corponor	80
Tabla 10.56	Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de Corponor	80
Tabla 10.57	Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta	82
Tabla 10.58	Ahorro en costos de operación	82
Tabla 10.59	Valoración ahorros en tiempo de viaje	84
Tabla 10.60	Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte	84
Tabla 10.61	Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta -Pamplona	85

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 10.1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto	3
Figura 10.2 Indicadores en la evaluación ambiental	5
Figura 10.3 Resultado análisis de residualidad	39
Figura 10.4 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades	86
Figura 10.5 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades	87
Figura 10.6 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto	87

10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Este capítulo presenta los resultados de la valoración económica de los impactos ambientales relevantes, asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional 2 (UF2), la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Pamplona y Cúcuta en el departamento de Norte de Santander.

La evaluación se desarrolla de acuerdo con los parámetros y lineamientos establecidos en los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles M-M-INA-02 versión 2, establecidos por medio de la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, y substancialmente siguiendo los “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017.

El corredor vial entre Cúcuta Pamplona hace parte de la tercera ola de proyectos de construcción de vías cuarta generación -4G-, que tienen como objeto fundamental la modernización de la infraestructura vial del país que tiene un rezago que afecta la competitividad. No obstante, asociado con la construcción del proyecto, se generan externalidades negativas sobre el medio ambiente que se relacionan principalmente con las pérdidas de coberturas y fragmentación de ecosistemas, las emisiones de efecto invernadero, el ruido y la pérdida sobre la disponibilidad del recurso agua.

La disyuntiva, por una parte, sobre la necesidad desarrollo social y económico de la región, y por la otra, la importancia de la conservación de los bienes y servicios ambientales pone de manifiesto la necesidad de analizar y proponer acciones paralelas para lograr ambos objetivos. Para lograr el balance entre las pérdidas y ganancias que resultan de la ejecución del proyecto, los métodos de valoración económica ambiental cobran especial importancia, en la medida en que posibilitan establecer y cuantificar los beneficios que generan los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas, así como los costos que debe asumir la sociedad por su provisión a través de la restauración, recuperación, protección y conservación de los ecosistemas de soporte (Castiblanco, 2013)

Sin embargo, la valoración económica afronta serios límites desde el punto de vista teórico y metodológico que van desde lo instrumental, como es disponer de información completa y simétrica, hasta desafíos operacionales y éticos, cuando la valoración se extiende a servicios ecosistémicos globales (Castiblanco, 2013). La valoración de impactos evalúa los daños o efectos generados por el proyecto, y no trata de evaluar todas las características de los ecosistemas, ni de valorar factores que no hayan sido alterados. Por esta razón, la valoración de impactos ambientales, resultan ser un ejercicio aproximado y parcial de la complejidad e integralidad que guardan las estructuras sociales y naturales.

El objetivo principal de la evaluación consiste en asignar un valor monetario a los impactos ambientales potenciales identificados para las actividades del proyecto, considerando los principios microeconómicos básicos en el análisis de externalidades positivas y negativas. El análisis, parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales,

los cuales se han descrito previamente en el Capítulo 8, concentrándose en la valoración de impactos ambientales significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización.

A continuación, se presenta el procedimiento a seguir para estimar económicamente la viabilidad ambiental del proyecto de construcción vial. En primer lugar, se exponen el planteamiento metodológico de la valoración económica de los impactos calificados en el proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental. En segunda instancia, se desarrolla el análisis de residualidad con el fin de identificar y clasificar los impactos internalizables de los no internalizables. El análisis de internalización se enfoca en los impactos que pueden atenuarse mediante la aplicación de las medidas de manejo, y como tal complementa el análisis de residualidad, pero presentando los indicadores y costos que se deben incurrir por la implementación de los mismos. Como tercer ítem del capítulo se presenta el análisis las cuantificaciones y valoraciones de los bienes y servicios ecosistémicos afectados y de los beneficios ambientales causados y, por último, se realiza el Análisis Beneficio- Costo para establecer la viabilidad ambiental del proyecto de construcción de infraestructura.

Es importante destacar que el análisis parte de los resultados presentados de la evaluación de impactos ambientales reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en la valoración de Impactos ambientales significativos residuales de acuerdo con su magnitud ya que sólo aquellos con un alto grado de relevancia deben monetizarse e ingresarse o internalizarse en el análisis económico.

10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la construcción de la unidad funcional dos (UF2). Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

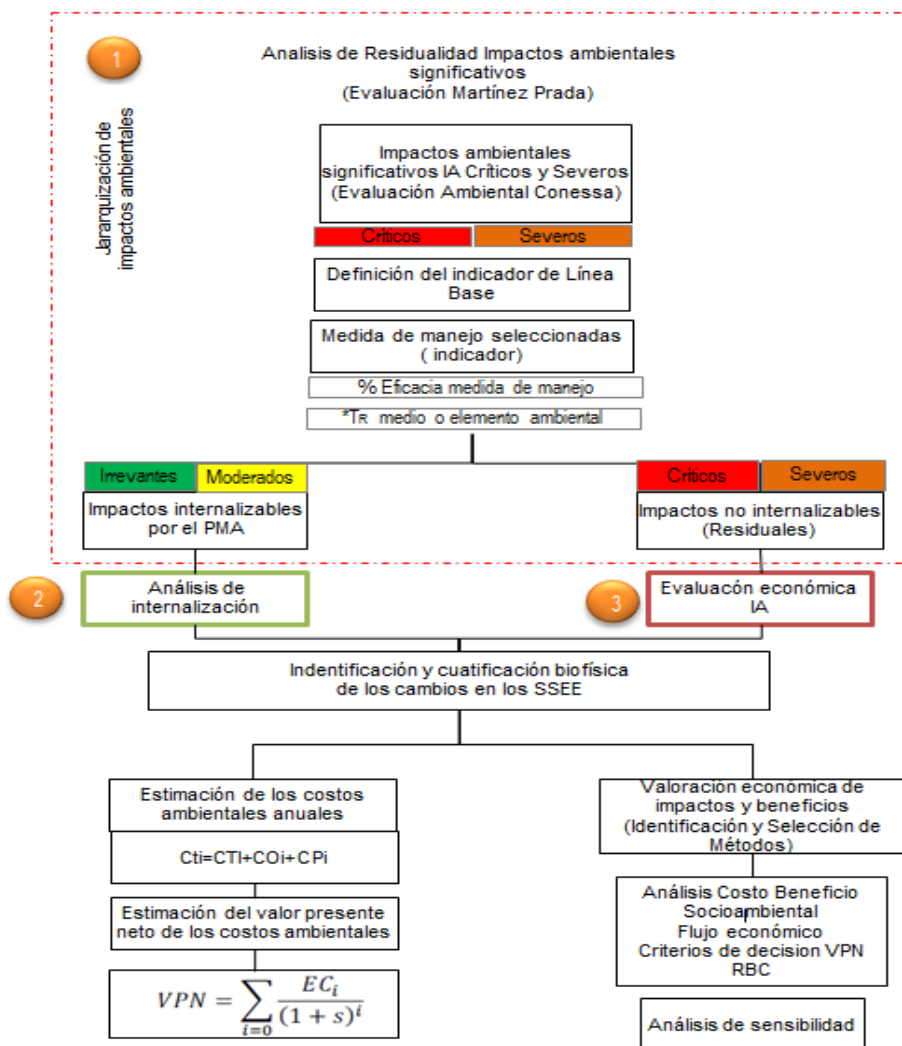
En dicho contexto, en el análisis se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales y considerados relevantes, sobre los flujos de bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto en el escenario de línea base y desde una perspectiva *ex ante*.

Se desarrolla además el análisis de internalización, en donde se presentan los indicadores y costos incurridos en la implementación de las medidas con las que se busca atenuar y/o corregir el nivel de afectación que se causaría sobre componentes ambientales intervenidos por actividades del proyecto.

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

la Figura 10.1.

Figura 10.1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto



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

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

10.1.1 Jerarquización de Impactos (Análisis de Residualidad)

La jerarquización de los impactos se desarrolla de acuerdo a la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos y severos (Impactos del escenario con proyecto) con el fin de identificar cuáles de éstos no

pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Permite identificar y jerarquizar los impactos en internalizables y no internalizables).

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

- **Identificación de impactos**

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

- **Indicadores**

En la descripción y evaluación de cada uno de los impactos se plantearon indicadores¹ con los que se busca establecer el delta ambiental (Espacio temporal) que causa el proyecto sobre el medio o entorno, el factor y/o servicio ambiental involucrado (Ver Capítulo 8 Descripción de impactos escenarios con y sin proyecto). El análisis secuencial de los indicadores sirve para identificar unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el cálculo de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo (ver Figura 10.2).

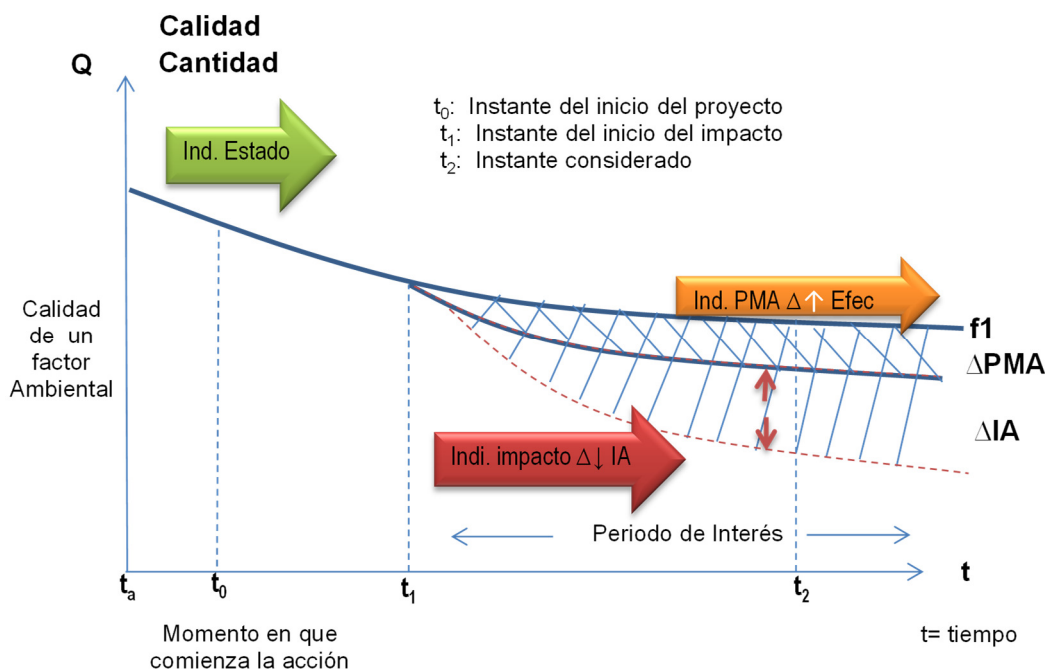
A continuación, se presentan el alcance esperado de cada indicador:

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

¹ En este sentido en la matriz de evaluación del escenario con proyecto se consideran el indicador de línea base, el indicador de impacto y el indicador de medida de manejo.

obstante en algunos casos se puede soportar un indicador próximo y/o estar vinculados a resultados de estudios y publicaciones que se pueden utilizar para sustentar la potencial eficacia de las medidas de manejo (Ver capítulo 11.1.1 Fichas de manejo).

Figura 10.2 Indicadores en la evaluación ambiental



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

- Identificación de la Medida de manejo**

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

Es importante subrayar que la metodología de Martínez Prada (2010) mantienen una línea de análisis cualitativo, intentando lograr su conversión en términos cuantitativos a través de los indicadores, no obstante se reconoce que es una tarea muy compleja de desarrollar, dada la deficiencias en la información científica a la hora de modelar algunos impactos, los cuales a menudo se encuentran desplazados en tiempo y en espacio haciendo difícil establecer la causa y el efecto (Dixon & Pagiola, 1998).

- Tiempo de Recuperación**

Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el elemento o componente

ambiental afectado a partir del momento en que se ejecutan las medidas de manejo ambiental y el plan de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2017.

- **Eficacia de la medida de manejo**

La eficacia de la medida de manejo está determinada por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se	10

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
	encuentre en el rango de 61% a 80%.	
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

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

- Importancia de la recuperabilidad

A partir de la calificación de los impactos significativos (críticos y severos) obtenidos de la evaluación en el escenario con proyecto, se estimó la importancia de la recuperabilidad a través de la Ecuación 10.1.

Ecuación 10.1 Importancia de la recuperabilidad

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

Donde:

- I_{RB} = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la Ecuación 10.2.

Ecuación 10.2 Ecuación de normalización:

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

Donde:

- Máximo = 22
Mínimo = 1

- Importancia neta

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

Ecuación 10.3 Importancia neta

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

Donde:

- I_{NETA} = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.
 $I_{(CA)N}$ = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo
 $I_{(RB)N}$ = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 10.3 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango De I_{NETA} *	Descripción	Valoración
≤ 25	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
$\geq 26 \leq 50$	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
$\geq 51 \leq 75$	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
≥ 76	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Aecom - ConCol, 2017, adaptado de (Martínez Prada, 2010).

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

10.1.2 Análisis de Internalización

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

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

inversión en actividades de control de impactos genera buena información para la monetización de los impactos ambientales (Internalización).

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

En este contexto de análisis, se considera que los requisitos establecidos para la internalización en la Guía de ANLA son un límite muy alto, que determinaría que casi todos los impactos relevantes fuesen objeto de valoración económica, teniendo en cuenta que es poco factible que la eficacia de medidas de manejo en el control del impacto alcance niveles cercanos al 100%. La eliminación total de una afectación, si bien es factible en algunos casos², en muchos otros es una meta difícil de alcanzar, que implicara la asignación de inversiones considerables en la reducción de una unidad de contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996).

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

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

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

² Medidas de corte preventivo atribuidas etapas pre-constructivas y de diseño tiene eficacias muy altas, en la medida que se identifica el potencial daño y se plantean cambio para prevenirlos. Ejemplo cambio de trazado para evitar manantiales; no obstante, dichas decisiones no son visibles en la evaluación de impactos en el entendido que se trabaja sobre el diseño final propuesto.

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

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

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

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

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

Donde

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

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el **costo de**

restauración debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{i=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

CR:	Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas (\$/unidad del factor).
p_i:	Precio del insumo <i>i</i> usado en la restauración del recurso natural (\$/unidad del insumo).
q_{ij}:	Cantidad del insumo <i>i</i> usada en la restauración del recurso natural <i>j</i> (unidades del insumo).
r:	Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%).
T:	Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados $T = \text{Max} \{t_j / j \text{ es el recurso natural o social y } j = 1, 2, \dots, n\}$

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados.

Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{i=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

Cbs	Costo por bienes y servicios ambientales perdidos (\$/año).
P_{ij}	Precio de la materia prima <i>i</i> que se deriva del recurso natural <i>j</i> (\$/unidad).
q_{iji}	Cantidad de la materia prima <i>i</i> que se deriva del recurso natural <i>j</i> en el tiempo <i>t</i> (unidad).

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de

ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente, y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^Y c_y * q_y$$

Donde

CC	Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto (\$/año).
c	Costo de compensación por el factor y (\$/unidad).
q	Cantidad a compensar del factor s (Unidad/año).

De este modo, el **costo total** por los **impactos negativos** del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes / servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

En cuanto a la presentación de la información se acoge la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), en el cual los costos ambientales totales involucran el valor del consumo de los recursos ambientales y las inversiones para el mantenimiento de la calidad ambiental, y que se representa en la siguiente ecuación:

$$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$$

Donde

EC_i:	<i>Costos ambientales totales año i</i>
CT_i:	<i>Costos de transacción año i</i>
CO_i:	<i>Costos operativos en el año i</i>
CP_i:	<i>Costos de personal en el año i</i>

Los costos ambientales anuales (Eci) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto

2. **Valor presente neto.** Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la tasa social de descuento (TSD), para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según

corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado (CEDE, 2010). La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

$$\bullet \quad \text{VPN} = \sum_i \frac{EC_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

- EC_i : Costos ambientales totales en el año i ,
- r : Es la tasa social de descuento;
- i : Es el indicador del año.

10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables

A partir de los resultados con la propuesta metodológica de Martínez Prada (2010), donde se revaluó el Índice de Importancia Ambiental, se obtienen los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran cómo residual o no internalizables y son el objeto de la valoración económica ambiental.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos y residuales se desarrolla un ejercicio de análisis de los potenciales receptores del daño ambiental generado. Utilizan para ello la información de los capítulos de generalidades del proyecto, caracterización del área de influencia, demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y de los reportes de información geográfica. En este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas; puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica.

Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utilizan las metodologías desarrolladas y validadas por las ciencias económicas, las cuales además están sugeridas en los términos en la guía metodológica para la valoración de bienes, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y en la guía la presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010, p. 25).

De acuerdo con la tipología del impacto se utilizará la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración puede basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente).

En mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 10.4).

Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumo de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada
Métodos más usados	a. Costos de mitigación b. Costos de reposición c. Costos de reemplazo d. Costos evitados e. Costos de enfermedad /morbilidad	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d. Costo de oportunidad	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y afectaciones ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto.

Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y las compensaciones por pagos de impuestos y regalías. Los daños ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- **Análisis Costo Beneficio -ACB-**

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde la perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados a la operación de la vía, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución de este es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la perspectiva ambiental.

Es necesario aclarar que el ACB no es convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$VPNE = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1 + r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1 + r)^i}$$

Dónde:

Bi Beneficios: Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i ;
Ci Costos: El valor de los impactos negativos en el año i ;
 r : Es la tasa social de descuento;
 i : Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 10.5.

Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE

Valor presente neto	Interpretación
VPNE > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
VPNE = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social
VPNE < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una técnica que es aplicada a la valoración inicial del VPN, con objeto de determinar como potenciales variaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la relación beneficio / costo del proyecto. Para este fin se utiliza el programa Crystal Ball, con el cual se ejecuta una serie de simulaciones que buscan demostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto.

Para el modelo de simulación se definen una serie de supuestos que permiten modelar las variables que determinan la incertidumbre de cada uno de los costos (externalidades negativas) y beneficios definidos para la evaluación del proyecto.

10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)

El análisis de impactos residuales se desarrolló de acuerdo con la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos y severos, para el escenario con proyecto, con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos se utilizan los indicadores.

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental crítico o severos, evaluado el tiempo de recuperación del elemento en relación con la afectación producida por el impacto y la

eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el elemento ambiental por la incidencia de la actividad.

Los resultados del análisis de residualidad se resumen en la Tabla 10.6 y de forma extendida en el Anexo Evaluación 8B Evaluación ambiental escenario con proyecto Hoja Cons Residualidad; adicionalmente en la Tabla 10.11 y la Tabla 10.16 se describen de forma particular los elementos que determinan la eficacia de la medida de manejo y el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado una vez se implemente la medida de manejo planteada.

Estos resultados permiten determinar los impactos potenciales de mayor significancia y relevancia, considerados como los impactos negativos con calificaciones de importancia ambiental de Crítico y Severo; y los impactos positivos cuya calificación de importancia ambiental fue Favorable Alto. Los demás impactos no son considerados en el análisis de cuantificación monetaria, y por tanto no son objeto del Análisis Beneficio / Costo; ya que las afectaciones de estos impactos en los bienes y servicios ecosistémicos se consideran de menos relevancia y por tanto, se espera que las medidas y estrategias de manejo propuestas los controlen, mitiguen y/o prevengan completamente.

Tabla 10.6 Jerarquización de los impactos por importancia ambiental (Análisis de residualidad)

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL IMPACTO	RESIDUALIDAD	(NETA)	IMPORTANCIA2
Agua subterránea	Variación del nivel freático	Provisión - soporte	Agua	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Puntos de agua inventariados=52	Puntos de agua aledaño área de intervención =27	-54	SEVERO	Exclusión de nacimientos, pozos y aljibes de las áreas de intervención	INP: Índice de Manantiales protegidos=27	3	10	59%	41%	-23,1	IRRELEVANTE
Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial	Regulación	Caudales	Desmonte y limpieza	Drenajes Sencillos y Dobles	ICO	Longitud de influencia del vertimiento puntual: 5189 metros. Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton/año	-63	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Vertimientos localizados (puntuales) ICO del efluente posterior a PTAR Valor del parámetro físico, químico o biológico del vertimiento (efluente del sistema de tratamiento) < Valor máximo permisible del parámetro físico, químico o biológico (Resolución 631 de 2015)	3	15	82%	18%	-12,00	IRRELEVANTE
Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial	Regulación	Caudales	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes Sencillos y Dobles	ICO	Longitud de influencia del vertimiento puntual: 5189 metros. Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton/año	-63	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Vertimientos localizados (puntuales) ICO del efluente posterior a PTAR Valor del parámetro físico, químico o biológico del vertimiento (efluente del sistema de tratamiento) < Valor máximo permisible del parámetro físico, químico o biológico (Resolución 631 de 2015)	7	15	100%	0%	0,0	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL AGUA	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial	Regulación	Caudales	Retiro de escombros y materiales sobrantes - Adecuación de ZODMES	Drenajes Sencillos y Dobles	ICO	Longitud de influencia del vertimiento puntual: 5189 metros. Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton /año	-25-	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Vertimientos localizados (puntuales) ICO del efluente posterior a PTAR Valor del parámetro físico, químico o biológico del vertimiento (efluente del sistema de tratamiento) < Valor máximo permisible del parámetro físico, químico o biológico (Resolución 631 de 2015)	7	15	100%	0%	0,0	IRRELEVANTE
Agua superficial	Cambios en la calidad del agua superficial	Regulación	Caudales	Vertimientos	Río Pamplonita	ICO	Longitud de influencia del vertimiento puntual: 5189 metros. Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton /año	-98-	SEVERO	Manejo de residuos líquidos	Vertimientos localizados (puntuales) ICO del efluente posterior a PTAR Valor del parámetro físico, químico o biológico del vertimiento (efluente del sistema de tratamiento) < Valor máximo permisible del parámetro físico, químico o biológico (Resolución 631 de 2015)	7	15	100%	0%	0,0	IRRELEVANTE
Agua superficial	Alteración del cauce	Regulación - Provisión - Soporte	Gases y nutrientes; Alimentos (Peces) Agua; Biota acuática	Construcción de estructuras de concreto	Drenajes Sencillos y Dobles	Sección Transversal del cauce previo a la intervención Definición de cota máxima de inundación respecto al periodo de retorno respectivo para la estructura a construir vs diseño de detalle de la estructura Resultados del estudio de socavación	Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton /año	-95-	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Sección transversal del cauce antes de intervención vs Sección transversal del cauce luego de la intervención	7	15	100%	0%	0,0	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL AGUA	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
Agua superficial	Alteración del cauce	Regulación - Provisión - Soporte	Gases y nutrientes; Alimentos (Peces) Agua; Biotá acuática	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes Sencillos y Dobles	Sección Transversal del cauce previo a la intervención Definición de cota máxima de inundación respecto al periodo de retorno respectivo para la estructura a construir vs diseño de detalle de la estructura Resultados del estudio de socavación	Potencial de sedimentos a las corrientes hídricas a intervenir por ocupación de cauce. Promedio por área intervenida: 7,73 ton /año	-25-	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Sección transversal del cauce antes de intervención vs Sección transversal del cauce luego de la intervención	3	15	82%	18%	9,9	IRRELEVANTE
Agua superficial	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	Provisión - Soporte	Agua	Desmonte y limpieza	Drenajes Sencillos y Dobles	ICA	Volumen total: 2500m3/mes	-99-	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Inversión del 1%	3	15	82%	18%	-12,6	IRRELEVANTE
				Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Drenajes Sencillos y Dobles	ICA	Volumen total: 2500m3/mes	-99-	SEVERO	Manejo de fuentes hídricas	Inversión del 1%	7	15	100%	0%	0,0	IRRELEVANTE
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Regulación, Soporte	Gases atmosféricos; (concentración de gases - que tienen implicaciones sobre la salud)	Adecuación y construcción de accesos	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	ICA previo a inicio de actividades constructivas (Resolución 2254 de 2017): ICA PM10 media: 18,6 ICA SOx:27,5	Estimación de emisiones: 0,1% ICA	-69-	SEVERO	Manejo del recurso atmosférico	PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100, IOR: Índice de Obras Realizadas.	7	10	77%	23%	-16,0	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL VALOR	RESIDUALIDAD	IMPORTE (NETA)	IMPORTANCIA 2
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Regulación, Soporte	Gases atmosféricos; (concentración de gases - que tienen implicaciones sobre la salud)	Desmonte y limpieza	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	ICA previo a inicio de actividades constructivas (Resolución 2254 de 2017): ICA PM10 media: 18,6 ICA SOx:27,5	Estimación de emisiones: 0,1% ICA	-9-	SEVERO	Manejo del recurso atmosférico	PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100, IOR: Índice de Obras Realizadas.	7	5	55%	45%	-26,2	MODERADO
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Regulación, Soporte	Gases atmosféricos; (concentración de gases - que tienen implicaciones sobre la salud)	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	ICA previo a inicio de actividades constructivas (Resolución 2254 de 2017): ICA PM10 media: 18,6 ICA SOx:27,5	Estimación de emisiones: 0,1% ICA	-7-	SEVERO	Manejo del recurso atmosférico	PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100, IOR: Índice de Obras Realizadas.	7	10	77%	23%	-16,0	IRRELEVANTE
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Regulación, Soporte	Gases atmosféricos; (concentración de gases - que tienen implicaciones sobre la salud)	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	ICA previo a inicio de actividades constructivas (Resolución 2254 de 2017): ICA PM10 media: 18,6 ICA SOx:27,5	Estimación de emisiones: 0,1% ICA	-7-	SEVERO	Manejo del recurso atmosférico	PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100, IOR: Índice de Obras Realizadas.	7	5	55%	45%	-31,9	MODERADO
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Adecuación y construcción de accesos	Zona de amenaza geotécnica muy alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-5-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Demolición y retiro de estructuras	Zona de amenaza geotécnica alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-5-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL ABLA	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos		Zona de amenaza geotécnica muy alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-53-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Desmonte y limpieza	Zona de amenaza geotécnica alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-52-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos		Zona de amenaza geotécnica muy alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-52-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	Zona de amenaza geotécnica alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-59-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-6,2	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos		Zona de amenaza geotécnica muy alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-56-	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-6,2	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL SUELO	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Zona de amenaza geotécnica alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-52	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Geomorfológico	Generación y/o activación de procesos denudativos	Regulación	procesos morfo dinámicos	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Zona de amenaza geotécnica muy alta	Área susceptible de sufrir procesos de remoción Área de zona de amenaza geotécnica alta= 105,513 Ha Área de zona de amenaza geotécnica moderada= 459,684 Ha	Área total de descapote (m2) =110,043 ha	-52	SEVERO	Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica Manejo de sitios destinados para la disposición de sobrantes de excavación	RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100, PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales.	5	15	91%	9%	-5,0	IRRELEVANTE
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística	Culturales	Otros servicios	Desmonte y limpieza	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada	% de área por unidad de paisaje Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.3	% de área por unidad de paisaje Tabla 5.4 del Capítulo 5.1.3	-57	SEVERO	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; Revegetalización de áreas intervenidas; Manejo paisajístico; Compensación por afectación paisajística	(Superficie total (has) recuperadas, intervenidas o compensadas) / (Superficie total (has) afectadas por las actividades constructivas y de operación del proyecto) * 100	3	5	36%	64%	-38,0	MODERADO
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Provisión	Agricultura, ganadería	Desmonte y limpieza	Clase 5	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.4	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.4 del Capítulo 5.1.4	-54	SEVERO	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación; Manejo de taludes; Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; Revegetalización de áreas intervenidas	(Superficie total (has) recuperada con suelo) / (Superficie total (has) intervenidas por las actividades constructivas y de operación del Proyecto) * 100	1	1	9%	91%	-51,4	SEVERO
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Provisión	Agricultura, ganadería	Desmonte y limpieza	Clase 7, Clase 8	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.4	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.4 del Capítulo 5.1.4	-54	SEVERO	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación; Manejo de taludes; Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; Revegetalización de áreas intervenidas	(Superficie total (has) recuperada con suelo) / (Superficie total (has) intervenidas por las actividades constructivas y de operación del Proyecto) * 100	1	1	9%	91%	-51,4	SEVERO

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL SUELO	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Provisión	Agricultura, ganadería	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Clase 5	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.4	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.4 del Capítulo 5.1.4	-52	SEVERO	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación; Manejo de taludes; Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; Revegetalización de áreas intervenidas	(Superficie total (has) recuperada con suelo) / (Superficie total (has) intervenidas por las actividades constructivas y de operación del Proyecto) * 100	1	1	9%	91%	-49,5	MODERADO
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Provisión	Agricultura, ganadería	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES	Clase 7, Clase 8	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.3 del Capítulo 5.1.4	% de área de Clase agrológica del suelo, Tabla 5.4 del Capítulo 5.1.4	-52	SEVERO	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación; Manejo de taludes; Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; Revegetalización de áreas intervenidas	(Superficie total (has) recuperada con suelo) / (Superficie total (has) intervenidas por las actividades constructivas y de operación del Proyecto) * 100	1	1	9%	91%	49,5	MODERADO
Suelo	Alteración del uso actual	Regulación, Provisión, soporte	Nutrientes, agua; Alimentos; hábitat	Desmonte y limpieza	CPS, CTS, ASP, SPA, PEX	% de área por tipo de uso del suelo, Tabla 5.5 del Capítulo 5.1.4	% de área por tipo de uso del suelo, Tabla 5.6 del Capítulo 5.1.4	-55	SEVERO	Constitución del derecho de vía, adquisición de predios	(Número total de predios adquiridos y compensados) / (Número total de predios necesarios para la construcción del proyecto) *100	5	1	27%	73%	-41,9	MODERADO
Suelo	Alteración del uso actual	Regulación, Provisión, soporte	Nutrientes, agua; Alimentos; hábitat	Desmonte y limpieza	FPR, FPP	% de área por tipo de uso del suelo, Tabla 5.5 del Capítulo 5.1.4	% de área por tipo de uso del suelo, Tabla 5.6 del Capítulo 5.1.4	-55	SEVERO	Constitución del derecho de vía, adquisición de predios; Compensación por cambio en el uso del suelo	(Número total de predios adquiridos y compensados) / (Número total de predios necesarios para la construcción del proyecto) *100	5	1	27%	73%	-41,9	MODERADO

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL AREA	RESIDUALIDAD	IMPACTO (NETA)	IMPORTANCIA 2
Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial	Regulación, Provisión, soporte	Gases, madera, control de erosión	Desmonte y limpieza	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) y Arbustales (3221-3222) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	Área (Ha) de áreas de protección y conservación ambiental	Área (ha) intervenida sobre áreas de protección y conservación	-57	SEVERO	Compensación por pérdida de biodiversidad	•Área compensada (ha) / Área estimada a compensar	1	1	9%	91%	-54.3	SEVERO
Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Regulación, Soporte	Relaciones intraespecíficas e interespecíficas	Desmonte y limpieza	Bosque de galería del Oroboma bajo de los Andes (19314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma bajo de los Andes (193132) - Arbustal denso del Oroboma bajo de los Andes (193221)	No de Parches por clase (NP) Área de la clase (CA) Tamaño promedio de clase (MPS)	$\Delta NP (\%) = 1 - (NP \text{ Sin Proyecto} / NP \text{ Con Proyecto}) * 100$ $\Delta CA (\%) = 1 - (CA \text{ Con Proyecto} / CA \text{ Sin Proyecto}) * 100$ $\Delta MPS (\%) = 1 - (MPS \text{ Con Proyecto} / MPS \text{ Sin Proyecto}) * 100$	-54	SEVERO	Compensación por pérdida de biodiversidad	Área compensada / Área intervenida No de Parches por clase (cobertura natural en el AID) en áreas compensadas Tamaño promedio de clase (cobertura) en áreas compensadas	1	1	9%	91%	-51.4	SEVERO
Fauna	Alteración de hábitat	Soporte	Relaciones intraespecíficas e interespecíficas	Desmonte y limpieza	Bosque y áreas semi naturales	255 ha de coberturas vegetales naturales y semi naturales presentes en el Área de influencia (745.4 ha)	11.37 ha de Bosques y áreas semi-naturales a ser intervenidas	-60	SEVERO	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental (Ver capítulo 11.2.1).	(Área (m2) de coberturas compensadas / Áreas (m2) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100	1	0	5%	95%	-60.0	SEVERO

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL ASESORIA	RESIDUALIDAD	I (NETA)	IMPORTANCIA 2
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Provisión	Información genética	Desmonte y limpieza	Bosque y áreas semi naturales	255 ha de coberturas vegetales naturales y semi naturales presentes en el Área de influencia (745.4 ha)	11.37 ha de bosques y áreas semi-naturales a ser intervenidas	-60-	SEVERO	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental (Ver capítulo 11.2.1).	(Número de señales ubicadas/Número de pasos de fauna) *100. (Número de señales ubicadas/Número de pasos de fauna) *100. (Número de áreas para reubicación/Número de áreas revisadas) *100. (Nº Actividades de ahuyentamiento de fauna realizadas / Nº Actividades de ahuyentamiento proyectadas) * 100.	(en blanco)	(en blanco)	0%	100%	-62,9	SEVERO
Flora	Cambios en la cobertura vegetal	Regulación, provisión	Gases, regulación hídrica, madera, control de erosión	Desmonte y limpieza	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) - Arbustales (3221-3222)	Coberturas vegetales definidas en hectáreas localizadas en el área de intervención	Áreas (ha) intervenidas por tipo de cobertura para la construcción del proyecto	-86-	SEVERO	Compensación por pérdida de biodiversidad Compensación por cambio de uso del suelo	•Área compensada (ha) / Área estimada a compensar *Áreas revegetalizadas (m2) / Áreas intervenidas (m2)) * 100. Este indicador debe ser igual al 100% (Para la actividad de Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES)	1	1	9%	91%	-64,8	SEVERO
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	Culturales	Tranquilidad	Construcción de peaje	Unidades territoriales menores	No existe indicador aplicable	11 PQRS promedio mensual presentadas en la oficina de Atención al Usuario por parte de organizaciones sociales y comunitarias	-52-	SEVERO	Atención al usuario / Información y participación comunitaria / Capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al Proyecto / Cultura Vial / Manejo de infraestructura de predios y de servicios públicos	Nº de PQRS cerradas / Nº PQRS recibidas *100 Nº PQRS cerradas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100 Nº de grupos de interés convocados a las actividades participativas / Nº de grupos de interés identificados para las actividades participativas *100	3	10	59%	41%	22,3	IRRELEVANTE

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTEMICO	SERVICIO RELACIONADO	ACTIVIDADES	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	INDICADOR DE LINEA BASE	INDICADOR DE IMPACTO	I	IMPORTANCIA	NOMBRE DE LA MEDIDA (Ficha del plan de manejo)	INDICADOR DE MEDIDAS DE MANEJO	TR	EFICACIA	RECUPERABILIDAD DEL ASESORIA	RESIDUALIDAD	(NETA)	IMPORTANCIA2
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	Culturales	Tranquilidad	Contratación y capacitación del personal	Unidades territoriales menores	No existe indicador aplicable	11 PQRS promedio mensual presentadas en la oficina de Atención al Usuario por parte de organizaciones sociales y comunitarias	-52-	SEVERO	Atención al usuario / Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto / Vinculación de mano de obra	Nº de PQRS cerradas / Nº PQRS recibidas *100 Nº PQRS cerradas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100 Nº de trabajadores capacitados / Nº de trabajadores contratados *100 Nº de empleados vinculados de las unidades territoriales mayores y menores del proyecto/ Nº total de empleos generados*100	3	10	59%	41%	22.3	IRRELEVANTE

Fuente: aecom - concol, 2017.

Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			2.Severo
Construcción de estructuras de concreto			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-08	P, M, COR	(# de obras de cruces con barreras sedimentadoras / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de estructuras de manejo ambiental funcionando adecuadamente / # de estructuras de manejo ambiental en uso (barreras sedimentadoras, sedimentadores y cunetas) *100
			(Número de casos atendidos y resueltos a usuarios por cortes de agua / # de interferencias a usuarios por cortes de agua) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
Manejo general de las estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua: las barreras sedimentadoras conformadas por sacos grava y/o cuneta perimetral tienen tres objetivos, el primero es retener sólidos de gran tamaño (que no logren acceso a los sacos), el segundo retener sólidos de menor tamaño y/o finos los cuales quedarán atrapados en el filtro conformado por gravas de diferentes tamaños, los efluentes serán conducidos por la cuneta perimetral hacia el exterior del sector descapotado. Por lo tanto, la medida propuesta pretende eliminar los sólidos suspendidos y totales de la escorrentía para luego su entrega a los sectores con cobertura vegetal para su respectiva infiltración natural, el exceso podrá llegar a la corriente, pero como una escorrentía común y no proveniente de actividades industriales.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
El resultado de las actividades dará paso a lo relacionado con la conformación de las obras con la respectiva estructura para cruzar la corriente, por lo tanto, el suelo será recubierto y se evitará la evolución y/o continuidad del proceso denudativos que sin manejo serían una fuente de sedimentos que se depositarán en algún sector aguas abajo del sitio de la intervención logrando progresivamente la alteración del cauce lo cual repercutiría directamente sobre la dinámica fluvial.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico

11. Cambios en las características de los suelos	
ACTIVIDAD	ÍNDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza	2.Severo
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO	

11. Cambios en las características de los suelos			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de fuentes hídricas	PMF-08	P, M, COR	(# de obras de cruces con barreras sedimentadoras / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de estructuras de manejo ambiental funcionando adecuadamente / # de estructuras de manejo ambiental en uso (barreras sedimentadoras, sedimentadores y cunetas)) *100
			(Número de casos atendidos y resueltos a usuarios por cortes de agua / # de interferencias a usuarios por cortes de agua) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
La severidad de los efectos de estas actividades sobre la disponibilidad del recurso hídrico se limita a los drenajes sencillos debido que por tener menores caudales que el río Pamplonita (drenaje doble) son más vulnerables al aporte de sedimentos o cualquier sustancia u objeto contaminante, pues tienen menor capacidad de transporte y mezcla, dicha alteración por sedimentos afecta la calidad del agua y limita sus usos por la presencia de sólidos en el agua. La medida de manejo es la misma adoptada para la Alteración en la capacidad de transporte del agua.			
Las barreras sedimentadoras conformadas por sacos grava y cuneta perimetral tienen tres objetivos: el primero es retener sólidos de gran tamaño (que no logren acceso a los sacos), el segundo retener sólidos de menor tamaño y/o finos los cuales quedarán atrapados en el filtro conformado por gravas de diferentes tamaños, los efluentes serán conducidos por la cuneta perimetral hacia el exterior del sector descapotado. Por lo tanto, la medida propuesta pretende eliminar los sólidos suspendidos y totales de la escorrentía para luego su entrega a los sectores con cobertura vegetal para su respectiva infiltración natural, el exceso podrá llegar a la corriente, pero como una escorrentía común y no proveniente de actividades industriales.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
El resultado de las actividades dará paso a lo relacionado con la conformación de la vía y respectiva estructura para cruzar la corriente, por lo tanto, el suelo será recubierto y se evitará la evolución y/o continuidad del proceso denudativos que sin manejo serían una fuente de sedimentos transportados por la corriente en forma de sólidos suspendidos y totales.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático					
ACTIVIDAD				ÍNDICE IMPORTANCIA	
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación				2.Severo	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO					
MEDIDA			FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Cerramiento perimetral	y	zanja	PMF-09	Prevención	INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 =31
Cerramiento	y	zanja	PMF-	Corrección	INP= # Puntos de agua

6. Variación del nivel freático			
perimetral y restauración de las coberturas	09		protegidos / # puntos de agua categorizados como 3 =2
Infraestructuras de redireccionamiento y captación	PMF-09	Corrección	INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 3 =12
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
<p>De los 43 puntos de agua identificados en el área de estudio y de acuerdo a la clasificación de los flujos, descrita en el Capítulo 5: once puntos de agua corresponden a Manantiales, 15 se categorizan como Resurgencias, 10 Interflujos y 9 corresponden a intervenciones antrópicas (Excavaciones) desarrolladas para la captación de agua. En este contexto, en la evaluación del impacto se analizó los potenciales efectos como consecuencia de las obras, identificando 16 puntos que intercepta con el proyecto.</p> <p>Respecto a los manantiales, el proyecto intercepta el área de protección de dos manantiales, pero sin comprometer el punto de agua ni la trayectoria del flujo, es decir las obras contemplan la remoción de coberturas que se encuentra a 65 y 85 metros de cada uno de los afloramientos. Es este contexto el impacto se valoró como de efecto severo, que se puede manejar a través de la protección del afloramiento y restauración de las áreas naturales con fin de mantener la ronda plenamente protegida.</p> <p>Con relación a 14 puntos de aguas categorizados como resurgencias (8), afloramientos (3) y excavaciones (3) que intercepta con el área de intervención, se consideró como un impacto severo, el cual puede manejarse a través de medidas de protección y corrección, con las cuales se busca garantizar la permanencia de los flujos y los afloramientos. En este contexto a continuación se analizan la eficacia de las medidas de manejo propuestas.</p> <p>Medidas de prevención</p> <p>Las medidas de prevención se plantean para todos los puntos identificados; las obras incluyen cerramiento y zanja perimetral. Los tanques de protección de manantiales corresponden a medida de prevención, que tiene una eficacia es muy alta en el entendido que los puntos no se desarrollan obras sobre las áreas de recarga, ni sobre el punto de afloramiento.</p> <p>Las medidas de mitigación</p> <p><u>Punto localizado sobre el área de obra</u></p> <p>Los puntos que se encuentran en el área de obra deben ser reubicados con el fin de mantener su caudal disponible (sea para usuarios o para el medio). Para este escenario se propone la construcción de una estructura de captación de flujo en los taludes. Al realizar el corte de terreno, el agua que fluía en el medio aflorará en el talud, este flujo será transportado a un tanque en el pie del talud, para posteriormente ser dirigido a un tanque, en donde se dispondrá el caudal.</p> <p>Para la reubicación del punto de agua, se deben ubicar tuberías ranuradas cubiertas en geotextil de 5" cada 50 cm en una longitud de 2 metros, con el fin de recolectar el agua que fluye desde los anclajes drenantes y el terreno, se propone esta medida con el fin que la estructura de drenaje capte la mayor parte del agua sin que sea requerido modificar el diseño de la estabilización geotécnica. El agua captada es transportada a un tanque de concreto en donde se redirecciona a un tanque aguas abajo de la vía, mediante una tubería de PVC de 4", embebida en una cimentación con relleno (densidad controlada) o cualquier otro tipo de cimentación que garantice</p>			

6. Variación del nivel freático	
la integridad estructural de la tubería.	
Se considera que la eficacia de la medida propuesta, respecto a la afectación, es alta, puesto que, con el desarrollo de las obras, se garantiza la que se pierda el flujo ni la disponibilidad del caudal para sus distintos usos. Debido a que la eficacia de la medida puede minimizar los efectos del impacto, el tiempo de recuperación es de corto plazo, ya que la aplicación de la medida se evita la que se pierda el flujo.	
<u>Punto localizado aguas arriba del área de obra</u>	
Teniendo en cuenta que los caudales de los puntos de agua son bajos (menores a 0.6 L/s en todos los puntos) y que como se evidenció en el inventario y se justificó en el modelo conceptual los flujos de agua subterránea en la zona ocurren en los primeros metros del perfil de suelo; en este orden de idea se plantea mejorar los puntos que se encuentren aguas arriba mediante el diseño de una estructura de protección de punto de agua.	
La estructura de protección consiste en un tanque de concreto en el cual se almacenará el agua del punto de agua, con base en múltiples diseños encontrados en la literatura (Universidad de Pensilvania, 2007) y a experiencia de Hidrogeocol S.A. en la implementación de sistemas de protección a manantiales. La eficacia de la medida de manejo se considera muy alta puesto que con las obras se protege la surgencia y el flujo, brindando la posibilidad de uso adema de evitar tratamientos no adecuados.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Se estima que el tiempo de recuperación se de corto plazo (menor a un año) una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo. Puesto que la consecución de las medidas de manera exitosa y con la supervivencia garantizada, va encaminada en conocer las características de cada una con el cual se establecen los cuidados en su manejo rescate y traslado diferenciados por especie.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire

11. Cambios en las características de los suelos			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza			2.Severo
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo del recurso atmosférico	PMF-09	P, M, COR	(Número de parámetros monitoreados que cumplen con la normatividad/ Número total de parámetros establecidos en la norma) *100 (Resolución 601 de 2006 y/o la que sustituya o derogue)
			Monitoreos en decibeles que cumplen con la normatividad / Monitoreos realizados) *100 (Resolución 0627 de 2006)
			No. de maquinaria y vehículos en uso por el proyecto con adecuado mantenimiento / No. de maquinaria y

11. Cambios en las características de los suelos			
			vehículos totales en uso por el proyecto) *100
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado de emisión de gases y revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 5 Media (30%-60%)
Si bien se minimizarán las emisiones de material particulado, compuestos atmosféricos contaminantes y ruido asociados a la operación de maquinaria, equipos y vehículos, producto de las actividades relacionadas con la construcción; y además se realizará riego en vías destapadas que evitará que en temporadas de verano ocurra dispersión de material particulado, habrá emisiones de fuentes fijas por la combustión de combustibles fósiles. Aún los equipos en buen estado mecánico serán fuentes emisoras de ruido, por esto la eficacia de la medida es media, si logra mitigar el impacto, pero éste de igual manera ocurrirá, claro está en menor magnitud			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			7 Inmediato
El ruido y emisiones asociadas a la maquinaria utilizada durante las fases constructivas y de abandono terminan al concluir cada una de las labores que las involucre.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos

11. Cambios en las características de los suelos			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	PMF-02	1.Prevenición	Material de excavación
Manejo de taludes	PMF-03	1.Prevenición	Taludes estables
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	PMB-01	1.Prevenición	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
Las medidas de manejo de manejo y disposición de materiales de excavación, y manejo de taludes están enfocadas en realizar una eliminación puntual del suelo en las áreas requeridas a descapotar, con el fin de minimizar los impactos generados al recurso. Adicionalmente el manejo de taludes contempla una estabilización adecuada de estos, con el fin de minimizar fenómenos de erosión, deslizamientos o remoción en masa causados por una conformación inadecuada.			
En cuanto a la medida de manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, también busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo que puedan ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empedradización de taludes, procesos que se detallan en la medida de manejo PMB-04.			

11. Cambios en las características de los suelos	
Si bien, estas medidas están enfocadas en la prevención y disminución de los impactos generados o en la mitigación de estos, teniendo en cuenta que la alteración a las características del suelo es severa al contemplar la eliminación total y parcial de este, las medidas presentadas previenen el incremento del impacto, pero no reducen el efecto que presenta este sobre las áreas intervenidas, más aún cuando en su mayoría, estas áreas serán en las que se construya el proyecto, por lo cual la eficacia de las medidas se considera baja y el efecto continua residual.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el proceso formador del suelo requiere largos periodos de tiempo (hasta cientos de años), medidas como la revegetalización de áreas intervenidas, en las que se busca la adecuación de áreas que soporten material vegetal (pastos o coberturas de bajo porte) a través de la conformación de sustratos y la utilización de la capa orgánica del suelo proveniente del descapote, la estructuración del suelo, requiere un periodo de adaptación a largo plazo, en donde los materiales dispuestos, en combinación con elementos ambientales, la vegetación e incluso la actuación humana permitan que se estructure nuevamente un perfil de suelo estable y consolidado, razón por la cual se otorga esta calificación.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	2. Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual

12. Alteración del uso actual			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza			2. Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Constitución del derecho de vía, adquisición de predios	PGS-07	4. Compensación	Adquisición de predios
Compensación por cambio en el uso del suelo	PMB-11	4. Compensación	Áreas compensadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
La constitución del derecho de vía a través de la adquisición de los predios necesarios para el desarrollo del proyecto es una medida que busca compensar de manera económica a los propietarios que han sufrido una afectación directa a causa de este, sin embargo, esta medida no busca retornar el uso del suelo a las áreas que han sido afectadas, por lo cual su eficacia en cuanto a la modificación del cambio de uso es baja.			
Para el caso de la compensación por cambio de uso del suelo, al igual que la anterior está enfocada a compensar la pérdida de áreas naturales a través de la conservación, restauración y/o enriquecimiento de áreas remanentes o protección de áreas naturales y rondas hídricas lo cual permite resarcir el impacto generado manteniendo la pérdida de las áreas afectadas.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Teniendo en cuenta que las medidas se basan principalmente en una concertación con la comunidad (valor del predio o inmueble afectado) o la autoridad ambiental encargada (áreas a compensar), se estima que el tiempo esperado de la recuperación en el corto plazo ya que estas actividades deben realizarse en etapas previas al desarrollo del proyecto.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3. Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística

13. Modificación de la calidad paisajística			
ACTIVIDAD			INDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote;	PMB-01	1.Prevenición	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
Manejo paisajístico	PMF-06	2.Mitigación	Terrenos restaurados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
<p>El manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo y el material vegetal que pueda ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, lo cual se busca en la medida PMB-04.</p> <p>Esto se evidencia en áreas como taludes, ZODMES, luces de viaducto, entre otras, son sometidos a procesos de restauración y revegetalización enfocados a retornar a su estado original las áreas intervenidas, o implementar coberturas que no solo cumplan una función de estabilización del terreno o mitigación de efectos ambientales, sino que adicione elementos que mejoren la percepción de la calidad visual del paisaje de las unidades intervenidas.</p> <p>Esto se complementa con el manejo paisajístico, el cual busca minimizar el impacto visual a través de la integración de los nuevos elementos en la estructura paisajística. Se considera que la combinación del desarrollo de estas tres medidas presenta una efectividad media debido a que sin importar las acciones que se desarrollen, el proyecto genera una alteración significativa a la estructura paisajística, mediante la eliminación de elementos estructurales del paisaje y la adición de nuevos componentes, por lo cual, se generara una nueva matriz del paisaje</p>			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
<p>El tiempo de recuperación se contempla en el mediano plazo debido a que se requiere que tanto el desarrollo de las especies vegetales establecidas en a través de la medida de manejo de revegetalización, alcancen desarrollo adecuado que aporte elementos de calidad en el paisaje, como la asimilación, por parte de la comunidad afectada por el desarrollo del proyecto, de los nuevos elementos que conforman la estructura paisajística, en donde no solo ocurre una asimilación de los elementos introducidos en cuanto a la percepción visual, sino en la dinámica y la interacción que presenta la comunidad con estos.</p>			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat

18. Alteración de hábitat				
ACTIVIDAD			INDICE IMPORTANCIA	
Desmonte y limpieza			2.Severo	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO				
MEDIDA	FICHA	TIPO	DE	INDICADOR MEDIDA

18. Alteración de hábitat			
Compensación por pérdida de los hábitats de la fauna silvestre asociados a coberturas naturales	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental	MEDIDA 4.Compensación	(Área (m ²) de coberturas compensadas / Áreas (m ²) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			0 Muy Baja (0%)
Con la compensación se deben alcanzar ganancias demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, las cuales no serían obtenidas sin su implementación. Sin embargo, teniendo en cuenta que la compensación no se realizará en las coberturas afectas por el proyecto, la eficacia de la medida es muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
La oferta y la calidad del hábitat de la fauna silvestre depende del estado de conservación de las coberturas naturales y semi naturales; por ende, más de 10 años es el tiempo de recuperación de dichas coberturas para que puedan brindar servicios ecosistémicos en términos de oferta y calidad de hábitats a la fauna silvestre asociada a estas.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Desmante y limpieza			2.Severo
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	PM-05	2.Mitigación	(Nº Actividades de ahuyentamiento de fauna realizadas / Nª Actividades de ahuyentamiento proyectadas) * 100. (Nº de inspecciones realizadas / Nº de inspecciones programadas) * 100 (Número de especies reubicadas/Número de especies capturadas) *100
Señalización	PM-05	1.Prevenición	(Número de señales ubicadas/Número de pasos de fauna) *100
Educación Ambiental	PM-05	1.Prevenición	Número de jornadas de educación ambiental

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre			
			realizadas /Número de jornadas programadas) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
<p>El ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna antes de desmonte y la reubicación de la fauna, se hace con el fin de reducir la posibilidad de la afectación o pérdida de ejemplares por el proyecto. Si se hace de manera adecuada y con la prioridad planteada en la ficha PM-05, su eficiencia será Alta.</p> <p>La señalización y los reductores de velocidad en aquellas zonas donde la vía existente y proyectada cruce coberturas naturales disminuirán la posibilidad de atropellamiento por parte de los operarios de maquinaria relacionada con el proyecto que, junto con la educación ambiental sobre el tema, potencializarán la eficiencia de estas medidas. Sin embargo, la eficiencia de esta medida se considera media, por el hecho que se deberá estar permanente mente evaluando y replanteando con el fin que la señalización y los reductores de velocidad estén cumpliendo con el fin por el cual fueron planteados en la PM-05</p>			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
<p>Al afectar individuos faunísticos se altera la tasa reproductiva de las poblaciones silvestres, al eliminar individuos altamente reproductivos. El tiempo de recuperación, depende en este caso, de la capacidad y de la estrategia reproductiva de cada una de las especies presentes en el área de influencia del proyecto, por ende, es el tiempo mínimo estimado para que las poblaciones se recuperen.</p>			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos

32. Generación de nuevos conflictos			
ACTIVIDAD			ÍNDICE IMPORTANCIA
Contratación y capacitación del personal			2.Severo
Construcción del peaje			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevenición	Nº de PQRS cerradas / Nº PQRS recibidas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevenición	Nº PQRS cerradas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevenición	Nº de trabajadores capacitados / Nº de trabajadores contratados *100
Vinculación de Mano de Obra	PGS-03	1.Prevenición	Nº de empleados vinculados de las unidades territoriales mayores y menores del proyecto/ Nº total de empleos generados*100
Información y Participación Comunitaria	PGS-04	1.Prevenición	Nº de grupos de interés convocados a las actividades participativas / Nº de grupos de interés identificados para las

32. Generación de nuevos conflictos			
			actividades participativas *100
Información y Participación Comunitaria	PGS-04	1.Prevenición	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y Participación Comunitaria	PGS-04	1.Prevenición	Nº de grupos de interés a los que se les suministraron piezas de divulgación del proyecto/ Nº de grupos de interés que requerían información sobre el avance del proyecto *100
Capacitación, Educación y Concientización de la comunidad aledaña al proyecto	PGS-06	1.Prevenición	Nº de unidades territoriales menores del AI con identificación de necesidades / Nº de unidades territoriales menores del AI *100
Capacitación, Educación y Concientización de la comunidad aledaña al proyecto	PGS-06	1.Prevenición	Nº de reuniones con entidades públicas y privadas/ Nº de entidades públicas y privadas identificadas *100
Cultura Vial	PGS-07	1.Prevenición	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-07	1.Prevenición	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
Cultura Vial	PGS-07	1.Prevenición	Nº Piezas de divulgación entregadas/ Nº De piezas de divulgación programadas *100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-09	1.Prevenición 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de vecindad de inicio requeridas por el proyecto *100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-09	1.Prevenición 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-09	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
<p>En primera instancia, cabe mencionar que la generación de nuevos conflictos constituye un impacto de difícil manejo y control porque depende de los intereses, objetivos y percepciones de quienes hacen parte de determinada situación. En este caso, la generación de nuevos conflictos se relaciona con los grupos de interés identificados en el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental. Adicionalmente, la generación del impacto tiene un carácter incremental dado que puede potencializarse en la medida en que avancen las obras y actividades del proyecto.</p> <p>Tal como se mencionó en la descripción del impacto, la contratación y capacitación del personal es una actividad que genera alta sensibilidad entre los grupos de interés, dadas las expectativas</p>			

32. Generación de nuevos conflictos

asociadas a proyectos de esta índole, relacionadas con los porcentajes de participación y las condiciones contractuales establecidas por el constructor. En la medida en que dichas expectativas no sean satisfechas, se desencadena la generación de nuevos conflictos, aspecto que puede motivar la conformación de organizaciones que exijan la contratación de personal con determinadas especificidades, obstruyendo la dinámica habitual del proyecto. De acuerdo con lo identificado en el marco de las reuniones de Primer Momento (presentación del proyecto, identificación de impactos, medidas de manejo y elaboración del mapa social) del componente de Participación y Socialización con las Comunidades, los habitantes de las veredas El Naranjo, Alcaparral, El Colorado, La Hojanca y Chíchira, formularon preguntas relacionadas con la contratación de personal y los requisitos que se deben cumplir para ocupar las vacantes. Se considera pertinente mencionar, que la vinculación laboral representa para las comunidades, una oportunidad para mejorar los ingresos de las familias y también, puede influir en que adicionalmente, se pacte entre la Unión Vial Río Pamplonita y las comunidades, la contratación de otros servicios (alimentación, alojamiento, alquiler de camionetas, volquetas, entre otros).

Asimismo, la construcción del peaje constituye una actividad de alta complejidad, en primer lugar, por la ejecución de las actividades asociadas a las construcciones ante la posible afectación que se puede generar en la infraestructura aledaña (social y comunitaria, de servicios públicos, privada, productiva, mejoras, entre otras), las restricciones en la movilidad, entre otros. En segundo lugar, porque los habitantes de las unidades territoriales del área de influencia han manifestado en el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental, su inconformidad por el pago que tendrán que asumir en la fase de operación, que elevará los costos el traslado de productos agropecuarios que se comercializan en las cabeceras municipales. Adicionalmente a las actividades económicas que se facilitan con el corredor vial existente, los habitantes de las unidades territoriales menores de los dos municipios tienen una alta dependencia de las cabeceras municipales de Pamplona y de Cúcuta (en menor medida de Pamplonita), para el desarrollo de sus actividades sociales, recreativas y de acceso a bienes y servicios, lo cual implicará el cruce permanente por el peaje. A los conflictos que se pueden generar con la construcción del peaje, se suma la existencia del Peaje Los Acacios, localizado en el municipio de Los Patios, por tanto, las comunidades que transiten entre Cúcuta y Pamplona deberán asumir los costos de dos (2) peajes. De acuerdo con lo registrado en las reuniones de Primer Momento, los habitantes de las veredas El Colorado, La Hojanca y Chíchira, manifestaron su inconformidad por la localización del peaje aduciendo un aumento en el costo de vida, por las razones antes mencionadas.

De acuerdo con el reconocimiento del territorio, las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se observa que la construcción del peaje y la contratación y capacitación del personal, son las actividades que, de forma más acelerada, pueden contribuir a la generación de nuevos conflictos entre los grupos de interés y la Unión Vial Río Pamplonita.

Con relación a las dos actividades, se encuentra que las medidas de manejo relacionadas con la realización de reuniones resultan más eficientes pues facilitan la exposición de puntos de vista de los grupos de interés y la Unión Vial del Río Pamplonita, que permitan llegar a acuerdos con el propósito de por un lado, viabilizar la construcción de la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta y por el otro lado, generar el menor impacto socioambiental posible. En ese sentido, los programas que tendrían mayor eficacia para la reducción de la magnitud del impacto son el de Información y Participación Comunitaria PGS – 04 y el de Capacitación, Educación y Concientización de la comunidad aledaña al proyecto PGS – 06. Por su parte, las medidas de manejo correspondientes a los programas de Atención al Usuario PGS-01, Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto PGS-02, Vinculación de Mano de Obra PGS-03, Cultura Vial PGS-07 y Manejo de

32. Generación de nuevos conflictos	
<p>Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos PGS-09, contribuyen al control del impacto generado pero en una menor proporción. No obstante, la aplicación de todas las medidas de manejo, puede generar un efecto acumulativo tendiente a reducir la magnitud del impacto.</p> <p>De acuerdo con las dos interacciones identificadas con importancia severa, se considera indispensable que se establezcan acuerdos entre la Unión Vial Río Pamplonita y las comunidades del área de influencia para la definición de las características de la contratación y en caso de ser posible, para la reducción de las tarifas del Peaje Pamplonita que se va a construir en el marco del proyecto. Lo primero, ante la posibilidad de que las comunidades se movilicen a través de paros, bloqueos, entre otros, en contra del constructor, generando afectaciones durante las fases pre - constructiva y constructiva. Cabe mencionar que, en 2017, se registró una movilización de las comunidades en oposición a la construcción del peaje Pamplonita. Adicionalmente, no se puede desconocer que, en diferentes territorios del país, se han presentado bloqueos en las vías por la instalación de peajes en zonas como el Urabá Antioqueño, en la cual, dada la complejidad de la situación, la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, suspendió el cobro durante un mes por recomendación de las alcaldías de Carepa, Apartadó, Chigorodó y Turbo (Caracol Radio, 2018).</p>	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 largo Plazo (>10 años)
<p>En primera instancia, cabe mencionar que el tiempo de recuperación esperado para el impacto asociado a la contratación y capacitación del personal se considera menor a cinco (5) años. El desarrollo de la actividad se da de manera transversal a la etapa constructiva (4 años) y teniendo en cuenta que en la medida en que avancen las obras, pueden generarse mayores inconformidades por parte de las comunidades relacionadas con los porcentajes de participación por unidad territorial, los compromisos adquiridos por las partes o las diferencias entre los líderes con los habitantes de las veredas. Es decir, aunque se apliquen las medidas de manejo propuestas, el impacto tiende a generarse, aspecto que imposibilita estimar una recuperación más pronta. No obstante, una vez inicie la etapa operativa, finalizará la contratación de personal y en consecuencia, el impacto tiende a reducirse a su mínima expresión.</p> <p>Por otra parte, con respecto a la Construcción del Peaje se estima un tiempo de recuperación esperado más prolongado en comparación con la interacción antes analizada. Esto, teniendo en cuenta que la manifestación del impacto iniciará en la etapa preconstructiva por las afectaciones que se puedan generar con dicha construcción en las infraestructuras aledañas y las posibles restricciones a la movilidad; y continuará una vez el corredor vial esté en su etapa operativa y se genere el cobro de la tarifa a las comunidades de las unidades territoriales menores. Así se apliquen las medidas de manejo propuestas, el inconformismo de las comunidades puede generar su movilización en contra del proyecto generando un efecto incremental que sea de difícil control por parte de la Unión Vial Río Pamplonita y en consecuencia, tome más tiempo la reducción en la intensidad del impacto.</p> <p>Con base en todo lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser moderado.</p>	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

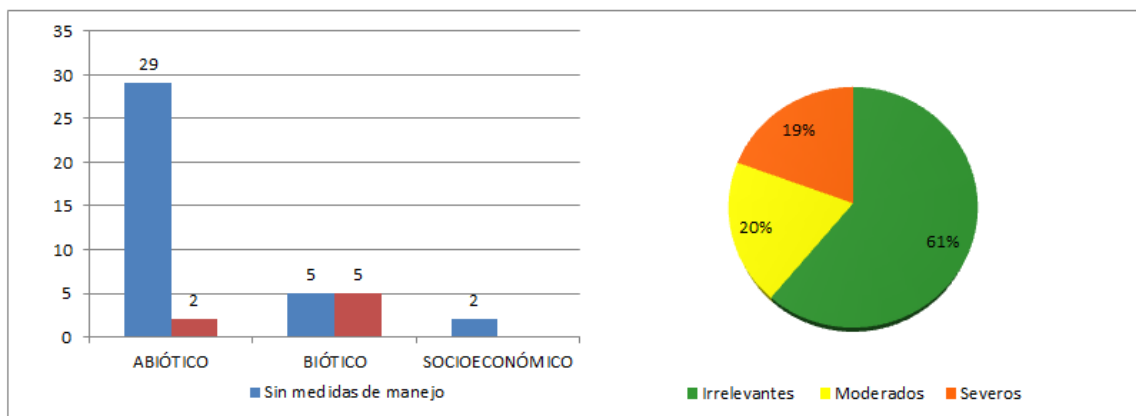
De las 283 relaciones entre actividades, impactos y ámbitos de manifestación identificados en el escenario con proyecto, sin tener en cuenta las medidas de manejo en la valoración del Índice de Importancia ambiental, se identificaron un total de 36 (13%) relaciones

negativas severas, las cuales en conjunto están asociadas o son determinantes en la materialización de 15 impactos a saber: Alteración del cauce, Cambios en la calidad del agua superficial, Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico, Variación del Nivel freático, Modificación de la calidad del aire, Generación y /o activación de procesos denudativos, Modificación de la calidad paisajística, Alteración del uso actual, Cambios en las características de los suelos, Intervención áreas de manejo especial, Modificación de la conectividad de ecosistemas, Alteración de hábitat, Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre, Cambios en la cobertura vegetal y Generación de nuevos conflictos

Una vez desarrollado el análisis del tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo, se evidencia que 7 (19%) de las de los 36 interacciones mantienen la calificación en el rango de severo (Asociada a la materialización de 6 impactos), lo cual indica que a pesar de la aplicación de las medidas de manejo, su intensidad sigue siendo alta, generando efectos residuales sobre el medio o elemento ambiental analizado, es decir estos impactos no se pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Ver La Figura 10.2).

Las 29 (81%) interacciones restantes relacionadas con 9 impactos, fueron valorados o evaluados como internalizables, es decir a juicio de los especialistas con la implementación de las medidas de manejo se logra atenuar el grado de afectación a niveles socialmente aceptables.

Figura 10.3 Resultado análisis de residualidad



Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En este contexto en la Tabla 10.17 se presentan los impactos internalizables y no internalizables, los cuales serán objeto de análisis de internalización y evaluación económica respectivamente, anotando que se registran duplicidades en los impactos y que obedecen a los resultados diferenciales de las medidas de manejo de acuerdo a la sensibilidad del medio o elemento ambiental definidos especificado en el ámbito de manifestación. En el Anexo 8B Evaluación escenario con proyecto Hoja Cons Residualidad, se presentan las relaciones, variables, indicadores y demás parámetros en el cual se sustentó el análisis de residualidad.

Tabla 10.17 Jerarquización de impactos ambientales

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA	IMPORTANCIA2	CATEGORÍA
Suelo	Cambios en las características de los suelos	Clase 5	Severo	Severo	No internalizable
		Clase 7, Clase 8	Severo	Severo	No internalizable
Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) y Arbustales (3221-3222) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	Severo	Severo	No internalizable
Fauna	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Regulación, Soporte	Severo	Severo	No internalizable
	Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	Severo	Severo	No internalizable
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y áreas semi naturales	Severo	Severo	No internalizable
Flora	Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) - Arbustales (3221-3222)	Severo	Severo	No internalizable
Agua Subterránea	Variación del nivel freático	Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Severo	Irrelevante	Internalizable
Agua superficial	Alteración del cauce	Drenajes Sencillos y Dobles	Severo	Irrelevante	Internalizable
	Cambios en la calidad del agua superficial	Drenajes Sencillos y Dobles	Severo	Irrelevante	Internalizable
	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	Drenajes Sencillos y Dobles	Severo	Irrelevante	Internalizable
Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	Severo	Irrelevante	Internalizable
Geomorfológico	Generación y /o activación de procesos denudativos	Zona de amenaza geotécnica alta	Severo	Irrelevante	Internalizable
		Zona de amenaza geotécnica muy alta	Severo	Irrelevante	Internalizable
Patrimonio Arqueológico	Alteración del patrimonio arqueológico y cultural	Bienes de Interés Cultural	Severo	Irrelevante	Internalizable
		Sitios arqueológicos en bosques, áreas seminaturales	Severo	Irrelevante	Internalizable
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	Unidades territoriales menores	Severo	Irrelevante	Internalizable
Atmosférico	Cambio en los niveles de presión sonora	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	Severo	Moderado	Internalizable
	Modificación de la calidad del aire	Asentamientos nucleados, dispersos y establecimientos comerciales	Severo	Moderado	Internalizable

ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN	IMPORTANCIA	IMPORTANCIA ²	CATEGORÍA
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística	Subsistemas de Bosques y vegetación natural, y Cuerpos de agua y vegetación asociada	Severo	Moderado	Internalizable
Suelo	Alteración del uso actual	CPS, CTS, ASP, SPA, PEX	Severo	Moderado	Internalizable
		FPR, FPP	Severo	Moderado	Internalizable
	Cambios en las características de los suelos	Clase 5	Severo	Moderado	Internalizable
		Clase 7, Clase 8	Severo	Moderado	Internalizable
Ecosistemas	Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque de galería del Oroboma bajo de los Andes (19314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma bajo de los Andes (193132) - Arbustal denso bajo del Oroboma bajo de los Andes (193221)	Severo	Moderado	Internalizable
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	Unidades territoriales menores	Severo	Moderado	Internalizable

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN

Tomando como referencia los resultados del análisis de residualidad en donde se identificaron los impactos que con la implementación de las medidas de manejo pueden disminuir el grado de afectación a un nivel inferior³, el cual suponen menores riegos y daños sobre ambiente y/o el bienestar de las personas.

El análisis de residualidad donde se evaluaron las medidas de manejo en función de la eficacia de la medida y del tiempo de recuperación del elemento afectado, arrojando como resultado que de las 36 interacciones identificadas como significativos, 29 son internalizados a través de la implementación de las medidas de manejo, subrayando que el impacto Cambios en las características de los suelos, a juicio de los especialistas, es internalizado en las zonas relativas a la intervención por Zodmes, en tanto se mantiene como residuales o no internalizables en las áreas de intervención asociadas al derecho de vía, donde se consideran el efecto es irrecuperable.

En este contexto en este numeral se registran los costos asociados a la implementación de los planes y programas relacionados directa o indirectamente con la atenuación de los impactos ambientales. La clasificación y registro de los costos obedece a la estructura del PMA (Ver capítulo 11.1.1), no obstante, en términos generales se categorizan en costos de prevención ambiental, costos de mitigación, costos correctivos y/o restauración y costos de

³ Desde el punto de vista metodológico el nivel de atenuación se expresa como la disminución del nivel de significancia ambiental a categorías de importancia Irrelevante y/o Moderado.

compensación entendido retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas.

Con relación a la consolidación y presentación de la información en las fichas de manejo se relacionan los costos de cada medida referenciada cifrándose a la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), la clasificación de los costos en Costos de Transacción, Costos operativos y costos de personal. En el anexo 9A se presenta el presupuesto general del PMA.

Los costos totales corresponden a la sumatoria de los costos ambientales anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto. La información de los costos se presenta en forma matricial con causación anual para un periodo de referencian que se estimó en 4 años (1 año de pre-construcción y 3 años de construcción) en los cuales se proyecta se desarrollaran las inversiones consistentemente con la presencia de los impactos. Para efectos de los cálculos se consideró la tasa de descuento DTF promedio (enero de 2018 a enero de 2017), establecida por el Banco de la Republica⁴ equivalente a 5,92% EA.

Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP), subrayando que en la construcción de flujo no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios; es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes. (En el Anexo 9 A Internalización).

En el análisis de internalización se proyectan el conjunto de inversiones y costos para llevar a cabo las actividades y medidas de manejo contempladas para la atenuación de los impactos, información que se extrae del Plan de manejo Ambiental del proyecto (Ver Capítulo 11 Plan de Manejo Ambiental y Anexo 9 A. Internalización _ hoja Excel_ presupuesto fichas de manejo), aclarando que en las fichas de manejo se relacionan actividades que atienden de forma diferencial varios impactos, y algunos impactos se circunscriben en varias fichas de manejo, situación que determina que el nivel o grado de atenuación del impacto, se alcance a través de la implementación conjunta de la actividades plasmadas en varias medidas de manejo.

En este orden de ideas en la Tabla 10.18 se registra la información de inversiones y gastos proyectados para la atenuación de los impactos ambientales generados por la construcción de la infraestructura vial, cuyo monto se proyectó en \$ 12.994 millones de pesos, de los cuales el 73% corresponde a inversiones y gastos comprometidos para la implementación de las medidas de manejo del medio abiótico, el cual puede aumentar teniendo en cuenta que muchas de las obras están inmersas en el presupuesto general de la obra.

En este mismo sentido la distribución de los costos en el medio abiótico evidencia que el 79,8 % de la inversión está vinculada el manejo de los residuos de excavación.

⁴ http://www.banrep.gov.co/en/series-estadisticas/see_tas_inter_capt_sem_men.htm

Tabla 10.18 Costos implementación plan de manejo ambiental

MEDIO ABIÓTICO					VAN	0	1	2	3
Agua superficial	Alteración del cauce	PMF-08	Manejo del recurso Hídrico	Subtotal	\$ 17.790.415	\$ 0	\$ 6.645.720	\$ 6.645.720	\$ 6.645.720
				CO	\$ 17.790.415	\$ 0	\$ 6.645.720	\$ 6.645.720	\$ 6.645.720
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Cambios en la calidad del agua superficial	PMF-F7	Manejo del recurso Hídrico	Subtotal	\$ 177.932.443	\$ 0	\$ 131.200.000	\$ 31.200.000	\$ 31.200.000
				CO	\$ 177.932.443	\$ 0	\$ 131.200.000	\$ 31.200.000	\$ 31.200.000
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	PMF-08	Manejo del recurso Hídrico	Subtotal	\$ 3.847.243	\$ 0	\$ 4.075.000	\$ 0	\$ 0
				CO	\$ 3.847.243	\$ 0	\$ 4.075.000	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Variación del nivel freático	PMF-09	Manejo del recurso Hídrico	Subtotal	\$ 1.226.990.709,97	\$ 0,00	\$ 458.350.000	\$ 458.350.000	\$ 458.350.000
				CO	\$ 1.226.990.709,97		\$ 458.350.000	\$ 458.350.000	\$ 458.350.000
				CP	\$ 0,00				
				CT	\$ 0,00				
Atmosférico	Cambio en los niveles de presión sonora	PMF-10	Manejo del recurso atmósfera	Subtotal	\$ 31.320.588	\$ 0	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
				CO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 31.320.588	\$ 0	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Modificación de la calidad del aire	PMF-10	Manejo del recurso atmósfera	Subtotal	\$ 15.660.294	\$ 0	\$ 5.850.000	\$ 5.850.000	\$ 5.850.000
				CO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 15.660.294	\$ 0	\$ 5.850.000	\$ 5.850.000	\$ 5.850.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Geomorfológico	Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF-01	Manejo del suelo	Subtotal	\$ 165.080.020	\$ 0	\$ 61.666.667	\$ 61.666.667	\$ 61.666.667
				CO	\$ 147.233.531	\$ 0	\$ 55.000.000	\$ 55.000.000	\$ 55.000.000
				CP	\$ 17.846.489	\$ 0	\$ 6.666.667	\$ 6.666.667	\$ 6.666.667
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística	PMF-03	Manejo de suelo	Subtotal	\$ 312.216.767	\$ 0	\$ 330.700.000	\$ 0	\$ 0
				CO	\$ 312.216.767	\$ 0	\$ 330.700.000	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística	PMF-05	Manejo Paisajístico	Subtotal	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CO	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

	Cambios en las características de los suelos	PMF-02	Manejo del suelo	Subtotal	\$ 7.468.592.546	\$ 0	\$ 2.789.939.130	\$ 2.789.939.130	\$ 2.789.939.130
				CO	\$ 7.468.592.546	\$ 0	\$ 2.789.939.130	\$ 2.789.939.130	\$ 2.789.939.130
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL ABIÓTICO					\$ 9.425.931.025	0	0	0	0
MEDIO BIÓTICO					VAN	0	1	2	3
Áreas sensibles	Intervención áreas de manejo especial	PMB-07	Protección y conservación de hábitats y ecosistemas sensibles	Subtotal	\$ 21.974.986	\$ 8.590.120	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
				CO	\$ 8.590.120	\$ 8.590.120	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 13.384.866	\$ 0	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Fauna	Alteración de hábitat	PMB-10	Compensación por pérdida de biodiversidad	Subtotal	\$ 789.967.480	\$ 789.967.480	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 789.967.480	\$ 789.967.480	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	PMB-05	Manejo de fauna silvestre	Subtotal	\$ 313.679.604	\$ 0	\$ 124.362.242	\$ 113.262.242	\$ 113.262.242
				CO	\$ 20.889.201	\$ 0	\$ 14.988.568	\$ 3.888.568	\$ 3.888.568
				CP	\$ 292.790.403	\$ 0	\$ 109.373.673	\$ 109.373.673	\$ 109.373.673
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	PMB-06	Manejo del recurso hidrobiológico	Subtotal	\$ 53.045.653	\$ 0	\$ 21.679.494	\$ 18.800.000	\$ 18.800.000
				CO	\$ 2.718.556	\$ 0	\$ 2.879.494	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 50.327.098	\$ 0	\$ 18.800.000	\$ 18.800.000	\$ 18.800.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flora	Cambios en la cobertura vegetal	PMB-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	Subtotal	\$ 66.148.909	\$ 0	\$ 24.710.336	\$ 24.710.336	\$ 24.710.336
				CO	\$ 66.148.909	\$ 0	\$ 24.710.336	\$ 24.710.336	\$ 24.710.336
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
		PMB-02	Manejo de flora	Subtotal	\$ 13.557.649	\$ 0	\$ 5.064.544	\$ 5.064.544	\$ 5.064.544
				CO	\$ 13.557.649	\$ 0	\$ 5.064.544	\$ 5.064.544	\$ 5.064.544
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
		PMB-03	Manejo del aprovechamiento forestal	Subtotal	\$ 739.126.963	\$ 0	\$ 276.105.467	\$ 276.105.467	\$ 276.105.467
				CO	\$ 739.126.963	\$ 0	\$ 276.105.467	\$ 276.105.467	\$ 276.105.467
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

		PMB-04	Revegetalización de áreas intervenidas	Subtotal	\$ 26.084.800	\$ 26.084.800	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CO	\$ 26.084.800	\$ 26.084.800	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CP	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL BIÓTICO					\$ 2.023.586.045	0	0	0	0
MEDIO SOCIOECONÓMICO					VAN	0	1	2	3
Político-Organizativo	Generación de nuevos conflictos	PGS -01	Atención al Usuario	Subtotal	\$ 275.032.236	\$ 0	\$ 102.740.000	\$ 102.740.000	\$ 102.740.000
				CO	\$ 146.162.742	\$ 0	\$ 54.600.000	\$ 54.600.000	\$ 54.600.000
				CP	\$ 128.869.494	\$ 0	\$ 48.140.000	\$ 48.140.000	\$ 48.140.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Demográfica		PGS-06	Capacitación, Educación y Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto	Subtotal	\$ 191.550.824	\$ 0	\$ 71.555.000	\$ 71.555.000	\$ 71.555.000
				CO	\$ 132.679.720	\$ 0	\$ 49.563.333	\$ 49.563.333	\$ 49.563.333
				CP	\$ 58.871.104	\$ 0	\$ 21.991.667	\$ 21.991.667	\$ 21.991.667
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Demográfica	Cambios en el desplazamiento poblacional, Modificación a la destinación económica del suelo y Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios	PGS-08	Acompañamiento a la Gestión Socio Predial	Subtotal	\$ 237.157.526	\$ 0	\$ 88.591.667	\$ 88.591.667	\$ 88.591.667
				CO	\$ 160.172.236	\$ 0	\$ 59.833.333	\$ 59.833.333	\$ 59.833.333
				CP	\$ 76.985.290	\$ 0	\$ 28.758.333	\$ 28.758.333	\$ 28.758.333
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Espacial	Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	PGS-09	Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	Subtotal	\$ 197.493.705	\$ 0	\$ 73.775.000	\$ 73.775.000	\$ 73.775.000
				CO	\$ 20.880.392	\$ 0	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000
				CP	\$ 176.613.313	\$ 0	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Cambios en el riesgo de accidentalidad y Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	PGS-07	Cultura vial	Subtotal	\$ 237.157.526	\$ 0	\$ 88.591.667	\$ 88.591.667	\$ 88.591.667
				CO	\$ 160.172.236	\$ 0	\$ 59.833.333	\$ 59.833.333	\$ 59.833.333
				CP	\$ 76.985.290	\$ 0	\$ 28.758.333	\$ 28.758.333	\$ 28.758.333
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Político-Organizativo	Generación de expectativas	PGS-03	Vinculación de mano de obra	Subtotal	\$ 195.798.288	\$ 0	\$ 73.141.667	\$ 73.141.667	\$ 73.141.667
				CO	\$ 19.184.975	\$ 0	\$ 7.166.667	\$ 7.166.667	\$ 7.166.667
				CP	\$ 176.613.313	\$ 0	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

	Modificación en la gestión y capacidad organizativa	PGS-05	Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional	Subtotal	\$ 210.878.571	\$ 0	\$ 78.775.000	\$ 78.775.000	\$ 78.775.000
				CO	\$ 34.265.258	\$ 0	\$ 12.800.000	\$ 12.800.000	\$ 12.800.000
				CP	\$ 176.613.313	\$ 0	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000	\$ 65.975.000
				CT	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
					\$				
	TOTAL SOCIAL				1.545.068.677				
	TOTAL PLAN DE MANEJO				\$ 12.994.585.747				

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

CO: Costos operativos; CP: Costos de personal; CT: Costos de transacción

Respecto a los costos e inversiones sobre el medio biótico (16% de la inversión proyectada), se observa que el 37% del presupuesto está ligado con las compensaciones por pérdida de biodiversidad, la cual se bien no internaliza los efectos en el área intervención, si es un rubro importante que en el futuro traerá beneficios ambientales en la región, no obstante, el impacto fue considerado en la evaluación económica de impactos no internalizables. En segundo orden le siguen los costos para el manejo del aprovechamiento forestal y el manejo de la fauna silvestre.

En cuanto al medio socioeconómico (12% de la inversión proyectada), se observa que el 18% de los costos están ligados a la operación de la oficina de atención al usuario, seguido del subprograma de acompañamiento a la Gestión Socio Predial y el subprograma de la Gestión socio predial.

Con relación a la clasificación de los costos fijada en la guía de criterios técnicos, se observa que el 84% corresponde a Costos Operativos (insumos, materiales, maquinaria, equipos, infraestructura), el 10% a Costos de Personal y el 6% costos transacción relativos al pago por pérdida de biodiversidad.

10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional 2 (UF2) la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Cúcuta y Pamplona en el departamento de Norte de Santander.

Tal y como se expresó en el marco conceptual, la evaluación económica para los impactos residuales se realiza a partir de metodologías de precios de mercado (cambio en la productividad) y gastos actuales y potenciales (costos de reemplazo y precios sombra); las cuales permiten establecer los costos sobre los bienes ambientales y sus servicios ecosistémicos asociados, a través de valores de uso directo e indirecto, y valores de no uso.

En la Tabla 10.4 se relaciona las metodologías específicas de valoración económica utilizadas para la monetización de los impactos no internalizables y el instrumento de valoración seleccionado.

Cabe anotar que algunos impactos no tienen una valoración monetaria específica, puesto que sus efectos recaen sobre un mismo bien ambiental, por tanto, su monetización duplicaría los efectos sobre el bien. De igual forma, se presentan impactos sobre los ecosistemas para los cuales no existen usuarios directos o indirectos, por tanto, la puesta en marcha del proyecto no prevé cambios significativos en el bienestar social y por ello no son monetizados.

Tabla 10.19 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración

económica

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Indicador Impacto	Metodología de valoración
Cambios en las características de los suelos	Categorías de Clase 5 Clase 7, Clase 8	Provisión	Alimentos materias primas		Valoración de los servicios ambientales directos e indirectos que provee el suelo dentro de ellos: retención de gases, retención hídrica, producción de nutrientes y producción de bienes y servicios.
		Regulación	Mantenimiento de la fertilidad del suelo —R humedad		
Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) - Arbustales (3221-3222)	Provisión	Madera		Teniendo en cuenta a que este impacto hace referencia a la transformación del entorno que genera la pérdida de la cobertura vegetal, y con ello a la alteración de los servicios ambientales que el hombre obtiene de la flora En este contexto para la valoración económica se tienen en cuenta los valores de uso directo (madera) e indirecto como son los servicios ambientales prestados por el bosque dentro de ellos: control de la erosión, regulación hídrica y captura de carbono.
		Regulación	Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica		
Intervención áreas de manejo especial	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) y Arbustales (3221-3222) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	Provisión	Madera		Las actividades del proyecto generan intervenciones en áreas estratégicas, sensibles y/o protegidas, causando de esta manera una alteración en las condiciones de dicha área. Por ende, el impacto se valorará en función del método de costos de remplazo, en el cual se estima el costo que representa implementar un sistema de reforestación y revegetalización, con orientación a la implantación de especies arbóreas nativas y semillas de pasto.
		Regulación	Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica		
Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (Hábitats conservación de la diversidad genética)	Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una diversidad de plantas y animales		La disminución del tamaño de las coberturas naturales, a parches de diferente tamaño y con un nivel de aislamiento cada vez mayor, tiene como consecuencias principalmente la fragmentación y la pérdida de conectividad entre los ecosistemas, la cual conduce a la pérdida la fauna y biodiversidad. Teniendo en cuenta las características de los impactos, la valoración económica de estos se fundamenta en el uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, como proxy de la disponibilidad a pagar del estado colombiano por la conservación de los bosques.

Respecto a los beneficios, de acuerdo al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010) y la guía de Criterios Técnicos del ANLA (ANLA, 2017) los cuales corresponden a los beneficios generados por la Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a situación sin proyecto), por la implementación de proyectos voluntarios locales (diferentes a las medidas del PMA, compensaciones, o aquellas que atiendan algún impacto generado por el proyecto), Reducción del tiempo de viaje y mejoramiento de infraestructura social o comunal (diferente a las afectadas por algún impacto generado por el proyecto y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia debido a los programas ejecutados.

Sin embargo, dadas las características del proyecto y conforme a los resultados de la evaluación ambiental, para la identificación de los beneficios, se tomaron como referencia los impacto valorados como Muy relevantes, no obstante se evidencian impactos positivos que si bien modifican el bienestar de la sociedad, no generan cambios en la calidad o suministro de un bien o servicio ambiental, ni se derivan de ellos, por tanto, no se consideran objeto de valoración económica, como es el caso de los impactos relacionados con la generación de expectativas y la modificación de la participación comunitaria.

Por otro lado, varios de los impactos positivos calificados en la evaluación ambiental están asociados a las actividades propias del plan de manejo o el plan de abandono, las cuales son una obligación derivada de las obras y afectación del proyecto, las cuales debe desarrollar el Concesionario para dar cumplimiento a la normativa legal vigente con el fin de disminuir los impactos o efectos negativos del proyecto. En este contexto se determinó que los beneficios sociales y ambientales del proyecto corresponden a la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos (Ver Tabla 10.20).

Tabla 10.20 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica

Beneficio ambiental	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Indicador Impacto	Metodología de valoración
Beneficio generado por ahorro en los costos generalizados del transporte	Económico y espacial	Ahorro en costos de operación Ahorro en tiempos de viaje	Ahorro en tiempo 0,35 min Ahorro en costos	El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Finalmente, los supuestos bajo los cuales se realiza la valoración económica para el proyecto se listan a continuación:

- 1) La evaluación económica toma como referencia los potenciales impactos generados por la construcción del segmento vial de la unidad funcional 2 entre los Municipios de Pamplona y Pamplonita en el departamento de Norte Santander
- 2) El análisis costo beneficio -ACB- desarrollado responde al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y la Guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), donde se establecen como beneficios: impuestos, el empleo generado y los ahorros en los costos generalizados del transporte y proyectos de Adicionalidad ambiental. En cuanto a los costos se toman como referencia los valores económicos de los impactos ambientales residuales asociados al proyecto, evaluados en el presente estudio.
- 3) Para efectos de los cálculos se consideró la tasa social de descuento (TSD) establecida por el Departamento Nacional de Planeación DNP equivalente al 12%.
- 4) Se selecciona un horizonte de análisis temporal de 25 años para efectos de la estimación de beneficios y costos. El horizonte de análisis de los impactos corresponde a 1 año de pre-construcción, 3 años de construcción y 21 años de operación.
- 5) En los flujos de fondos no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios. Es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes.
- 6) Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP).
- 7) En el Anexo 9B se adjunta la hoja de cálculo de la evaluación económica de impactos ambientales residuales

10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales, a través de la aplicación de técnicas de valoración económicas que se utilizan para determinar en términos monetarios el valor de los potenciales impactos asociados a la construcción de la UF2, que hace parte del proyecto de conexión vial entre Pamplona y Cúcuta.

10.4.1.1 Cambio en las características fisicoquímicas del suelo

El suelo es un componente que sustenta la producción primaria de los ecosistemas terrestres, ya que en él se llevan a cabo procesos esenciales para el sostenimiento de la vida en el planeta (Universidad Tadeo Lozano, 2002).

Según (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000), citado por (DOSSMAN, 2009), todos los procesos que integran la fauna y microbiota del suelo, como componentes fundamentales de la diversidad al nivel funcional de los sistemas agrícolas, determinan los servicios del suelo. Sus funciones principales (regulación de plagas y enfermedades, ciclaje y retención de nutrientes, y mantenimiento de la estructura del suelo) permiten mantener una alta

calidad del suelo (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000).

El desarrollo de las actividades constructivas del UF2 puede generar cambios en las características del suelo de la nueva infraestructura vial y la adecuación de la infraestructura de apoyo (vías industriales, zonas de servicios, Zodmes). En la Tabla 10.21 se presentan las áreas de suelo sujetas de intervención por el proyecto.

Tabla 10.21 Área de suelo objeto de intervención

Actividades	ha	%
Accesos a ZODME	6,5	6%
Diseño vía	81,3	73%
Área para depósito de materiales	1,0	1%
Vía Industrial	3,0	3%
ZODME	18,8	17%
Total general	110,7	100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Para cuantificar los costos ambientales generados por un cambio en las características de los suelos, a causa de la ejecución de actividades asociadas a la construcción de la vía, se determinó el cálculo de pérdidas del carbono contenido en el suelo, alteración o pérdida del servicio de retención de agua, alteración en el servicio de ciclaje de nutrientes, así mismo también se consideraron los cambios de productividad que se generan en las áreas afectadas con el fin de capturar el valor de uso directo del suelo. La valoración de la pérdida potencial de captura de carbono y retención de agua y cambios de productividad se abordó mediante la metodología de precios de mercado, mientras que el impacto de pérdida de nutrientes con la metodología de gastos actuales y potenciales.

10.4.1.1.1 Alteración servicio secuestro de carbono

La valoración de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento de carbono se desarrolla a través del método de precios de mercado, tomando como referencia los trabajos de (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad, 2001), (Cotler, López, & Martínez, 2011)

La metodología consiste en la cuantificación y valoración del carbono (C) fijado y almacenado en el horizonte orgánico de las diferentes unidades cartográficas de suelo, el cual va a ser impactado con las actividades del proyecto. El carbono almacenado en el suelo (CAS) en ton/ha, se estimó a partir del porcentaje de C en el suelo (%CS), la densidad aparente (DA) y la profundidad de muestreo (P) del mismo (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad, 2001) a partir de la Ecuación 10.4

Ecuación 10.4 Cálculo del carbono acumulado en el suelo

$$CAS = \%CS \times DA \times P$$

Donde:

CAS: Carbono acumulado en el suelo.

%CS: Porcentaje de Carbono en el suelo utilizando el método de Walkley y Black.

DA: Densidad aparente del suelo.

P: Profundidad del horizonte orgánico.

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad, 2001)

Para la conversión de materia orgánica a C, se usó el factor 1,724 (Jaramillo, 2002) y para el cálculo del carbono total, se utilizó el área de cada unidad cartográfica en el área puntual de intervención, como se muestra en la Ecuación 10.5.

Ecuación 10.5 Cálculo carbono total almacenado

$$Ci = AVi \times CVi$$

Donde:

Ci: Carbono total almacenado en el suelo por tipo de unidad cartográfica (*i*:1,2...4). Las cinco unidades suelo identificadas son: PC03, PC04, PC05.

AUi: Área total de la unidad cartográfica.

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad, 2001)

Por su parte, el valor de la concentración de carbono orgánico aproximado de los suelos del área de influencia, proviene de los resultados obtenidos en los análisis de parámetros fisicoquímicos del suelo registrados en el Estudio General de suelos de Norte de Santander desarrollado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Codazzi, 2006), complementado con los resultados de las unidades de suelos que fueron muestreadas en el marco del estudio de impacto ambiental. En el Capítulo 5 se describieron las unidades cartográficas de suelo y los componentes taxonómicos encontrados en el área de influencia del proyecto.

Teniendo en cuenta que el comportamiento de la materia orgánica es un proceso complejo, determinado por las interacciones entre las plantas, insectos, hongos y microorganismos edáficos es no es posible afirmar con precisión qué cantidad del carbono de esta materia corresponde a C almacenado y qué cantidad a C respirado en el metabolismo de los microorganismos del suelo. Sin embargo, se parte del supuesto de que la destrucción del suelo enviará todo el C a la atmósfera como CO₂. De esta manera, el dióxido de carbono transferido por el suelo, a través de la acumulación de materia orgánica se calcula mediante la Ecuación 10.6 Dióxido de carbono transferido a la atmósfera.

$$Ct = \sum CiAi = 1i \times (PM)$$

Donde:

DCt: Dióxido de carbono transferido a la atmósfera, medido en toneladas de CO₂ para las cinco unidades cartográficas del área puntual de intervención.

PM: Proporción molecular para pasar de carbono (C) a dióxido de carbono (CO₂). Este factor corresponde a (44/12)⁵, según, (IDEAM) y Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente

Fuente: (CONAP, 1999), Rodríguez y Ramírez (2008), Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

La Tabla 10.22 se presenta el cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera considerando una hectárea de cada una de las unidades de suelos caracterizadas a diferentes profundidades. Para el cálculo se utilizan las ecuaciones de carbono acumulado en el suelo, carbono total almacenado y dióxido de carbono transferido a la atmósfera, por cada una de las cinco unidades cartográficas características del UF2, determinando un valor promedio por hectárea de acuerdo a la proporción de cada unidad dentro del área de estudio. El resultado

⁵ Factor de conversión cuyo numerador corresponde al peso molecular del CO₂ y el denominador al peso atómico del C.

del promedio ponderado representa la base de cálculo para establecer el valor económico del potencial de secuestro de carbono.

Tabla 10.22 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera

UCS	Horizonte	Profundidad	MO	CO	DA	Carbono almacenado CAS	Carbono almacenado CAS	Área Hectáreas	Carbono total	Dióxido de carbono potencialmente transferido	% UCS dentro del área AI
		cm	%	%	gr/cm3	Kg/Ha	Ton/Ha	ha	(Ton/ha)	(Ton CO2)	%
PC03	1	45	3,13	1,82	1,39	113.562,35	113,6	1,00	114	416	30%
	2	45	1,50	0,87	1,39	54.422,85	54,4	1,00	54	200	
PC04	1	10	2,05	1,19	1,69	20.095,71	20,1	1,00	20	74	30%
	2	13	1,91	1,11	1,69	24.340,31	24,3	1,00	24	89	
	3	24	0,68	0,39	1,69	15.998,14	16,0	1,00	16	59	
PC05	2	27	2,03	1,18	1,63	51.821,52	51,8	1,00	52	190	40%
	3	29	2,17	1,26	1,63	59.498,78	59,5	1,00	59	218	
Valor Total							48,5		114,7	420,40	100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Los resultados de la Tabla 10.22 evidencian que en promedio una hectárea de suelo de área de intervención almacena 48,5 ton C/ha (Carbono Total), las cuales equivalen a 420,4 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera debido a la pérdida de una hectárea de horizonte de suelo.

Finalmente, a través de la Ecuación 10.6 se establece de valor económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo, utilizando como variables de cálculo las 110,7 ha de área de suelo de intervención. De igual manera para su cuantificación se determina precios promedios del carbono, inferidos con base a los indicadores de precio de carbono del GS VER/CER (La bolsa de SENDECO2, 2018) Premium de enero de 2017 a enero del 2018 y traído a pesos en función del precio promedio del Euro del año 2017 (\$3.345 pesos).

Ecuación 10.6 Valor Económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo

$$VEIS = DCT \times Pc$$

Donde:

VEIS: Valor económico de la pérdida de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono en el suelo o valor económico del impacto.

DCT: Dióxido de carbono transferido, medido en toneladas de CO2

PC: Precio en el mercado del carbono, dado por \$735,9/tonCO2 (Precio Promedio del carbono enero 2018/

GS VER/CER Premium)

Fuente: (CONAP, 1999) y Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

Substituyendo los valores se determina qué el valor total del impacto equivalente a \$ 34.247.425,3 pesos año, considerando las 110,7 ha a intervenir. Lo que es \$ 300.840.199,4 asumiendo un horizonte de análisis de 25 años; la tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014, tal y como lo muestra la Tabla 10.23.

Tabla 10.23 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono

Valor total pérdidas servicio secuestro de carbono	
Carbono secuestrado	420,40
Precio Promedio del carbono enero 2018/ GS VER/CER Premium	\$ 735,93
Hectáreas a afectar	110,7
VEC	\$ 34.247.425,31
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 300.840.199,42

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.1.2 Alteración del servicio de retención hídrica del suelo

La capacidad de retención de agua en el suelo es una de las características más importantes de este, la cual se relaciona con la interacción de este elemento con los poros y la fracción gaseosa presente en el suelo.

Propiedades como la textura, estructura y contenidos de materia orgánica son determinantes para lograr la determinación de la capacidad de retención de humedad de un determinado suelo, en donde los suelos pesados (con altos porcentajes de arcillas) poseen una mayor capacidad de retención de agua en comparación con suelos ligeros (con una alta fracción de arena).

La capacidad de campo (CC), es un parámetro que permite evaluar la capacidad máxima de retención de agua, la cual indica la cantidad de agua que es capaz de retener el suelo que ha sido saturado y dejado drenar libremente. Esta se indica en porcentaje con respecto al peso del suelo.

Para la determinación de la capacidad de retención de agua del suelo, se realizó el cálculo de la CC y el peso del suelo por hectárea (W/ha), utilizado los datos colectados en campo, análisis de laboratorio y la descripción de los perfiles modales. Longa para perfiles. Suelos y la fórmula de Bodmay & Mahmud para la determinación de la capacidad de campo con base en la granulometría de los. Las propiedades de los perfiles se muestran en la Tabla 10.24.

Tabla 10.24 Propiedades físicas de los perfiles

Horizonte	Profundidad		DA	CLASE TEXTURAL	A	L	Ar	CC
	cm		Kg/m3		%			
PC03-1	0 - 45	45	1.390	Ar	32,68	24,91	42,4	0,328
PC03-2	45 - 90	45	1.390	Ar	23,69	12,85	63,5	0,425
PC03-3	90 - 116	26	1.390	Ar	15,37	16,98	67,6	0,459
PC04-1	0 - 10	10	1.690	A-F	81,75	10,53	7,7	0,092
PC04-2	10, - 23	13	1.690	A-F	83,71	8,55	7,7	0,088

Horizonte	Profundidad		DA	CLASE TEXTURAL	A	L	Ar	CC
	cm		Kg/m3		%			
PC04-3	23 - 47	24	1.690	A	89,80	6,51	3,7	0,059
PC05-1	0 - 27	27	1.630	F-A	67,70	18,57	13,7	0,146
PC05-2	27 - 56	29	1.630	F-A	59,67	22,58	17,8	0,178

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

DA: Densidad aparente

A: Arena

L: Limo

Ar: Arcilla

CC: Capacidad de campo

W: Peso del suelo

Con base en los datos anteriores se realizó el cálculo de la capacidad de retención de agua en el suelo, la cual se presenta a continuación.

$$\text{Capacidad de retención de agua } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) (\text{CRA}) = W_{hte\ 1} CC_{hte\ 1} + W_{hte\ 2} CC_{hte\ 2}$$

Tabla 10.25 Propiedades físicas del perfil

Horizonte	CC	W	CRA
		Tn/ha	m3/ha
PC03-1	0,328	6.255,00	2.054,34
PC03-2	0,425	6.255,00	2.656,37
PC03-3	0,459	3.614,00	1.657,34
PC04-1	0,092	1.690,00	155,75
PC04-2	0,088	2.197,00	192,99
PC04-3	0,059	4.056,00	241,08
PC05-1	0,146	4.401,00	641,71
PC05-2	0,178	4.727,00	843,53
Total			8.443,11

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

CC: Capacidad de campo

W: Peso del suelo

CRA: Capacidad de retención de agua

En este sentido, teniendo presente el volumen de capacidad de retención de agua del suelo, se establece el porcentaje de equivalencia de cada perfil, en función del área que ocupa los mismos en el área de intervención de la UF2. Lo anterior, con el fin de determinar el proxy de ponderación más acertado, dado que no se tiene certeza los lugares exactos donde se van localizar la infraestructura de explotación. Con base en lo expuesto se estima la capacidad de retención de agua a tener presente en cada perfil (Ver Tabla 10.25)

De esta manera, se parte del supuesto que la sumatoria dichos volúmenes responde a los precios de mercado preestablecidos por el acueducto a nivel comercial, por metro cubico consumido la ciudad de Cúcuta. Partiendo de esta base y teniendo en cuenta el compartimiento del mercado del servicio de acueducto, en función de una aproximación promedio del valor de metro cúbico⁶ de agua para estrato cuatro (4).

⁶ Los datos utilizados para la cuantificación del precio promedio del metro cúbico del agua provienen del portal

Considerando la capacidad de agua retenida en el suelo (8.443,11 m³/ha) y determinando como precio de mercado el valor promedio del m³ para la ciudad de Cúcuta, se procede a estimar el costo generado con la alteración de las características del suelo, hacia el recurso agua, para la extensión total de 110,7 ha, correspondientes a áreas de intervención del proyecto, como se observa en la Tabla 10.26.

Tabla 10.26 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo

Hectáreas totales afectadas	110,70
Capacidad de retención de agua (m ³ /ha) =	8.443,11
Precio Comercial del m ³ de agua	\$ 2.060,00
Costo anual de la afectación sobre el agua retenida en el suelo	\$ 1.925.304.868,80
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 16.912.485.989,45

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En síntesis, el costo anual generado con la alteración del agua retenida en el suelo se estima en \$ 1.925.304.868,80 pesos, alcanzando una cifra de \$ 16.912.485.989,45 teniendo en cuenta el horizonte de análisis del proyecto.

10.4.1.1.3 Alteración servicio producción de nutrientes

La valoración del impacto se desarrolla a partir de la estimación de la pérdida potencial de macronutrientes del suelo, a través de un modelo de costos de reemplazo o costos de sustitución. El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados por un proyecto.

En el caso particular del proyecto se consideran las cantidades y el costo de los fertilizantes requeridos para reemplazar los nutrientes identificados en las unidades muestreadas, los cuales podrían perderse como consecuencia de la alteración de las propiedades FQ y microbiológicas del suelo. En la Tabla 10.27 se presenta el inventario de nutrientes disponible en las cinco unidades cartográficas características del área interés, con base en los análisis químicos de caracterización de suelos.

Tabla 10.27 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto

UCS	profundidad	pH	MO	CO	P	acidez inter	Al inter	Sat Al	Ca	Mg	K	Na	CICE(BT)	CIC	% BASES	% UCS dentro del área Al	
	cm		%	ppm	Cmol/Kg											%	
PC03	45	4,91	3,13	1,82	55,3	3,77	3,49	35	4,89	0,93	0,36	0,14	10,9	6,32	65	30%	
	45	4,88	1,5	0,87	7,04	12,57	10,64	67	2,47	0,36	0,19	0,18	15,77	3,2	33		

del Acueducto de Cúcuta.

UCS	profundidad	pH	MO	CO	P	acidez inter	Al inter	Sat Al	Ca	Mg	K	Na	CICE(BT)	CIC	% BASES	% UCS dentro del área Al
	cm															%
PC04	10	6,78	2,05	1,19	45,65	0	0	0	5,05	0,75	0,46	0,14	6,4	6,4	100	30%
	13	6,17	1,91	1,11	51,63	0	0	0	4,72	0,73	0,13	0,14	5,72	5,72	100	
	24	6,65	0,68	0,39	33,09	0	0	0	3	0,61	0,25	0,14	4	4	100	
PC05	27	6,5	2,03	1,18	22,51	0	0	0	5,34	1,18	0,27	0,14	6,93	6,93	100	40%
	29	6,56	2,17	1,26	9,64	0	0	0	5,34	1,49	0,23	0,14	7,2	7,2	100	
		6,06	1,92	1,12	224,8					4,401	0,86	0,27	0,146			100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Siguiendo la metodología (Cotler, López, & Martínez, 2011) se parte del supuesto que los milímetros más superficiales del suelo son los más ricos en nutrientes y humus y los primeros que se pierden al iniciarse la erosión acelerada del suelo o al presentarse pérdida del mismo por cambio en el uso. Dichos nutrientes podrían ser restituidos por fertilizantes comúnmente utilizados en el mercado tales como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K_2O), Fósforo (P_2O_5) y Nitrógeno (N) asimilable. Por tanto, se aproxima el valor de los nutrientes disponibles en el suelo, al valor comercial de dichos fertilizantes.

Teniendo que los resultados de la Tabla 10.27 representan la cantidad de nutrientes en el suelo en forma elemental se desarrolla la transformación o equivalencia a los requerimientos forma de fertilizantes. En Tabla 10.28 se presentan los resultados del balanceo de nutriente naturales a requerimiento de fertilizantes, anotando que se presentan varias alternativas de compuestos químicos disponibles en el mercado para sustituir o reemplazar los nutrientes del suelo. Para el cálculo del valor económico, se parte del Inventario físico de nutrientes para cada unidad muestreada y del valor comercial de los fertilizantes, Carbonato de calcio, Cloruro de potasio, Nitrato amonio y Fosforita, considerando su composición o fórmula comercial, se estima el valor económico del impacto.

Tabla 10.28 Cálculo necesidades de fertilizante

Valor (g/ha)	Conversión		Resultado (g/ha)	Kg/ha
687700	Ca	$CaCO_3$	1717361	171,7
823000	K	KCl	1569320	156,9
172000	N	$(NH_4)NO_3$	463008	46,3
1751000	P	P_2O_5	4011813	401,2
807000	Mg	MgO	1338140	133,8

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Con base en los resultados del cálculo de requerimiento de fertilizante en la Tabla 10.29 se referencia el valor comercial de los nutrientes, aproximándolos al valor de mercado de los fertilizantes, teniendo en cuenta su composición o fórmula comercial, y considerando que

dichos fertilizantes entrarían en reposición de los macronutrientes perdidos al alterarse las propiedades del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados.

Tabla 10.29 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos

Nombre comercial	Unidad	Precio \$	Precio \$/kg
Carbonato de calcio	50kg	\$7.500	\$150
Cloruro de potasio	Ton	\$642.857,18	\$642,8
Nitrato de amonio	Ton	\$1011621,667	\$ 1.011,62
Fosforita	Ton	\$264.444,73	\$ 264,44
Magnesio	Ton	\$171.300	\$ 171,30

Fuente: AGRONET - DANE, 2016; (Index Mundi, 2017); (Alibaba, 2017); (Agrogama Colombia, 2013)

Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET, el departamento administrativo nacional de estadística DANE y otras bases de costos con registros de precios de fertilizantes para el sector agrícola.

Teniendo en cuenta los precios del mercado, y de acuerdo con la metodología del costo de reposición, se concluye que el valor de impacto sobre los servicios ecosistémicos de ciclado de nutrientes, aproximado a la pérdida potencial de macronutrientes dispuestos en el mismo, asciende a \$ 1.564.757,03 por hectárea.

Teniendo en cuenta las 110,7 hectáreas objeto de intervención el valor del impacto se aproxima a \$ 173.211.561,51, considerando un solo cobro, en la medida que los nutrientes presenten en el suelo son el producto de un proceso de muchos años con tasas de reemplazo muy lentos, por lo tanto se considera como constantes y su valoración corresponde al stock estimado con base en los resultados de las pruebas de laboratorio (Ver Tabla 10.30).

Tabla 10.30 Valoración económica producción de nutrientes del suelo

Unidad cartográfica	Carbonato de calcio	Cloruro de potasio	Nitrato de Amonio	Fosforita	Magnesio
Total Inventario físico de nutrientes (Kg/ha)	171,74	156,93	46,30	401,18	133,81
Valor comercial Kg	\$ 7.500,00	\$ 642,86	\$ 1.011,62	\$ 264,44	\$ 171,30
Valor económico por hectárea	\$ 1.288.020,68	\$ 100.884,86	\$ 46.838,88	\$ 106.090,28	\$ 22.922,33
Valor económico total por hectárea					\$ 1.564.757,03
VPN (TSD 12%; 1 año)					\$ 173.211.561,51

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.1.4 Alteración en el uso económico del suelo

Con el propósito de medir las afectaciones sobre la actividad productiva del suelo en el área a intervenir por la construcción de la vía, se analiza tres rubros (Ver ecuación) el primero relativo a la valoración de los cambios perdidas de productividad tomando como referencia las actividades predominantes en el área intervención; como segundo elemento se estima

la pérdida de empleos asociada a los requerimientos de personal de cada una de las actividades productivas afectadas y finalmente se analiza el costo de oportunidad del suelo inutilizado tomando como base el valor de arriendo por hectárea.

Ecuación 10.7 Valor uso económico d

$$V_{UD} = Pp + Pe + CO$$

Donde

V_{UD} : Valor de uso directo
 Pp : Pérdida de productividad
 CO : Costos de oportunidad
 Pe : Pérdida de empleo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

La Tabla 10.31 señalan las áreas de acuerdo al uso actual y potencial con base en la cual se obtiene los parámetros de medición para la valoración monetaria del impacto.

Tabla 10.31 Áreas afectación del proyecto de acuerdo al uso actual y potencial

Actividad /Cobertura	AREA_HA	%
Accesos a ZODME (Total)	6,50	5,9%
Arbustal	0,01	0,01%
Bosque de galería y/o ripario	0,21	0,2%
Cultivos permanentes arbustivos	0,41	0,4%
Mosaico de cultivos	0,20	0,2%
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,01	0,9%
Mosaico de pastos y cultivos	1,03	0,9%
Pastos arbolados	0,30	0,3%
Pastos enmalezados	1,65	1,5%
Pastos limpios	1,67	1,5%
Diseño vía (Total)	81,33	73,5%
Arbustal	0,25	0,2%
Bosque de galería y/o ripario	7,52	6,8%
Cereales	0,13	0,1%
Construcciones rurales	1,56	1,4%
Cultivos permanentes arbóreos	0,27	0,2%
Cultivos permanentes arbustivos	0,80	0,7%
Mosaico de cultivos	9,34	8,4%
Mosaico de pastos con espacios naturales	5,98	5,4%
Mosaico de pastos y cultivos	10,69	9,7%
Otros cultivos transitorios	1,63	1,5%
Pastos arbolados	19,70	17,8%
Pastos enmalezados	8,31	7,5%
Pastos limpios	8,71	7,9%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3,02	2,7%
Ríos (50 m)	1,46	1,3%
Tejido urbano discontinuo	0,19	0,2%
Vegetación secundaria o en transición	1,60	1,4%
Zonas industriales o comerciales	0,17	0,2%
Peaje (Total)	1,03	0,9%
Bosque de galería y/o ripario	0,22	0,2%
Construcciones rurales	0,04	0,0%

Actividad /Cobertura	AREA_HA	%
Mosaico de cultivos	0,35	0,3%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,26	0,2%
Otros cultivos transitorios	0,02	0,0%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,15	0,1%
Vía Industrial (Total)	3,05	2,8%
Bosque de galería y/o ripario	0,04	0,0%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,05	0,0%
Mosaico de pastos y cultivos	0,05	0,0%
Pastos arbolados	2,35	2,1%
Pastos limpios	0,39	0,4%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,11	0,1%
Ríos (50 m)	0,05	0,0%
ZODME (Total)	18,79	17,0%
Mosaico de cultivos	1,15	1,0%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,51	0,5%
Otros cultivos transitorios	0,46	0,4%
Pastos arbolados	3,28	3,0%
Pastos enmalezados	9,06	8,2%
Pastos limpios	4,32	3,9%
Total general (Total)	110,70	100,0%

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

- **Valoración pérdida de productividad del suelo**

Con el propósito de medir las afectaciones a la actividad pecuaria en el área de influencia directa y particularmente en la franja del corredor se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA y se valoró el área en pastos, la capacidad de carga en unidad de gran ganado (UGG), los costos de producción, la inversión total y la ganancia por animal.

Se utilizaron los indicadores usuales en la evaluación de la producción pecuaria, como el número de animales y el peso promedio por cada uno, se estableció el precio 3478/kg para animal en pie, y luego se obtuvo el valor por animal y finalmente el valor de hatos ubicado en el área de afectación.

Una vez aplicados se obtuvo el valor económico de la producción pecuaria que se dejará de obtener a raíz de la ejecución del proyecto que alcanza un valor de \$ 146.812.656 pesos y monto de \$ 1.279.976.406 pesos, teniendo en cuenta un horizonte temporal de 25 años.

Tabla 10.32 Costo por afectación de la actividad ganadera

TIPO DE CULTIVO	ÁREA Ha*	CAPACIDAD DE CARGA (UGG)**		CAPACIDAD DE CARGA (UGG) (cabezas/ha)	
Pastos	79,35	0,8		63,48	
AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD GANADERA					
Cabezas de ganado				Valor producción existente	
GRUPO	Nº animales	Peso promedio (kg.)	valor animal en pie (kg) ****	valor/ animal (\$)	valor total pesos (\$)
UGG	63,48	350	3.478	1.217.300	77.271.790
GRUPO	Nº animales	Producción	Producción total (l.)	Valor litro	Valor total pesos (\$)

		promedio (l.)		leche (\$)	
UGG	63,48	3,49	80.861,47	860	69.540.866
Valor total perdida en producción ganadera					\$ 146.812.656
VNA (TSD 12%; 25 años)					\$ 1.279.976.406

* Extraído de la tabla de cobertura.

** El valor de Kg. de animal en pie se obtuvo de la base de FEDEGAN Federación de ganaderos para la región de en diciembre /2015.

*** Los valores de costos productivos en pasturas se obtuvieron del Banco de la República 2003.

**** El inventario ganadero se establece a partir del cálculo de carga animal de una explotación extensiva (1 UGG Unidades de Gran Ganado), esto ajustado a las áreas en pastos correspondientes a la clase Agrologica IV predominante en el área estudio

***** El Dato peso promedio en (350) Kg y valor en kg en pie (3478), se obtuvo del Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario, SIPSA. Departamento de Norte de Santander.

***** El valor promedio del litro 3,49 L para el Departamentos Norte de Santander se obtuvo del Sistema de Información Boletín mensual PRECIOS DE LECHE EN FINCA DANE (Referencia Cúcuta y Chinácota).

Para evaluar las afectaciones sobre la actividad agrícola se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA, y teniendo en cuenta que el durazno, los cítricos (mandarina) y el maíz son los cultivos más representativos del área.

Es de resaltar, que los datos del rendimiento por hectárea para los cultivos predominantes (Durazno y Mandarina) en la zona se obtiene de ministerio de agricultura, este reportado en su última base agrícola, la cual se halla actualizada con datos de producción del 2014 (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015), adicionalmente se revisó el *informe Análisis de costos de la producción de durazno prunus pérsica en la provincia de pamplona Norte de Santander* (Peñaranda , 2012).

En cuanto a los precios se utilizaron los valores referenciados en el Boletín Diario de precios Centro de abastos, Bucaramanga y Corabastos Bogotá.

Tabla 10.33 Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL (AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA)					
Tipo de cultivo	Área sembrada Ha *	Rendimiento Ton/Ha **	Producción/Ton	Precio/Ton***	Valor total pesos (\$)
Durazno	8,86	37,50	332,23	\$ 2.500.000,00	\$ 830.273.028,63
Cítrico (Mandarina)	4,43	12,00	53,16	\$ 1.650.000,00	\$ 87.676.831,82
Maíz	1,48	3,80	5,61	\$ 800.000,00	\$ 4.487.164,46
VALOR AFECTACIÓN ANUAL					\$ 922.437.024,91
VNA (TSD 12%; 25 años)					\$ 8.102.978.137,51

* Extraído de la tabla de cobertura.

** (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015) (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015). (Peñaranda , 2012);

<http://www.asohofrucol.com.co/interna.php?cat=3&scat=33&act=1>

*** <http://www.centroabastos.com/administrador/examples/BU0106.htm>, <http://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/reportes/BoletinDescarga.php>

De esta manera, con la estimación del costo del impacto sobre la actividad agrícola, se obtuvo que el valor económico que se dejara de percibir a raíz de la ejecución del proyecto, alcanzado un monto anual de \$ 922.437.024,91 pesos, y un estimado de \$

8.102.978.137,51 pesos considerando el horizonte de análisis de 25 años y una tasa social de descuento planteada para Colombia por el DNP en 2014 del 12% (Ver Tabla 10.33).

Finalmente el valor total por la pérdida de productividad de las coberturas del suelo afectado alcanza un monto de \$ 9.382.954.543 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años, y el cual es equivalente a la suma de la afectación en los suelos con coberturas agrícolas y ganaderas (Ver Tabla 10.32 y Tabla 10.33)

- **Pe - Costo de oportunidad generado con la pérdida del empleo que causaban las actividades agropecuarias (Ganado y cultivos de RRR).**

Con la intervención de las áreas ganaderas y agrícolas la dinámica de la oferta de mano de obra de la zona incurre en un cambio significativo, esto a causa del empleo que se dejaría de generar con la intervención de los cultivos de durazno, cítricos, maíz además de la actividad ganadera.

Teniendo presente, como se acotó anteriormente, que parte de dicha área afectada desarrolla actividades de producción de cultivos predominantes en la zona, se procede a estimar el nivel potencial de jornales que esta actividad generaban, comprendiendo un razonamiento global del área a afectar y la cantidad de puesto de trabajo producidos por hectárea, estos últimos determinados con base en el reporte otorgado por el departamento administrativo nacional de estadística –DANE–, sobre la matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales, a nivel de actividades agropecuarias (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2011).

Con base en lo anterior, se procedió a estimar el costo de oportunidad generado con la pérdida de empleo de las 14,76 ha de suelo, teniendo presente la equivalencia que representaba en la matriz del DANE para cada tipo de actividad agrícola y luego extrapolados a las hectáreas a afectar por el proyecto (Ver Tabla 10.34).

El salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente (\$781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generarse por hectárea, y a su vez por el área total a afectar por el proyecto. Con base en lo anterior se estima el costo de oportunidad del empleo es de \$ 38.784.116,08 pesos.

Tabla 10.34 Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola

Tipo de cultivo	Área	Jornales por hectárea	Número de jornales	Puestos de trabajo	Ingresos generados por hectáreas	Ingresos totales generados por cultivo
Durazno	8,86	108	957	5,53	\$ 2.812.471,20	\$ 24.907.935,80
Cítrico (Mandarina)	4,43	108	478	2,77	\$ 2.812.471,20	\$ 12.453.967,90
Maíz	1,48	37	55	0,32	\$ 963.531,80	\$ 1.422.212,38
VNA (TSD 12%; 25 años)						\$ 38.784.116,08

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Por otra parte, teniendo presente que el área equivalente de afectación a la actividad ganadera es de 79,35 ha, se procede a estimar el costo de oportunidad generado en dicha

actividad. Desarrollándose así los análisis con base en los datos de empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, los cuales son registrados por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA), en su informe de costos de producción pecuario – costo de producción kilo de carne bovina – para la costa atlántica (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010)

Al igual que para la actividad agrícola, en la actividad ganadera el salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente (\$781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generarse con las cabezas de ganado estimadas. Lo anterior generando un costo de oportunidad total en el mercado laboral de la ganadería de \$ 520.712,78 pesos.

Tabla 10.35 Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera

Estudio	Empleos generados por kilo de cabeza de ganado*	Cabezas de ganado estimadas a afectar en el proyecto**	Peso promedio (Kg.)	Puestos de trabajo a afectar en la actividad ganadera	Ingresos totales generados
Actividad ganadera EIA base 2017	0,00003	63,48	350,	0,66	\$ 520.712,78,

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

* Empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, registrado por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA);

Fuente: (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010);

En síntesis, el costo de oportunidad causado al empleo que generaba las actividades agrícolas y ganaderas en el área de influencia del proyecto fue de \$ 39.304.828,86 pesos anuales y \$ 345.266.029,36 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.36 Costos totales generados con la pérdida de empleo

Costos totales generados con la pérdida de empleo	\$ 39.304.828,86
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 345.266.029,36

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

- **CO- Costo de oportunidad del suelo**

El costo de oportunidad del suelo (CO) corresponde a la mejor inversión alternativa disponible para la zona, que para el caso del área de influencia y dadas características de las actividades predominantes en las áreas objeto de afectación, este corresponde al potencial alquiler o arriendo del terreno para el desarrollo de actividades agropecuarias.

La captura del valor se hizo a través de sondeo por internet de los precios u oferta de venta de lotes en los municipios localizados en el área de influencia del proyecto, tomando como referencia también los datos determinados en la estructuración del proyecto. El análisis se desarrolla tomando como base el valor de las coberturas de pastos las cuales son

predominantes en el área de intervención del proyecto, por lo cual no se incluyen como coberturas adicionales al terreno ni el valor de infraestructura construida.

En consecuencia, el cálculo del costo de oportunidad corresponde al producto de las áreas a afectar por el valor promedio por hectárea estimado para la zona obteniendo el valor de arriendo como el 1% del valor comercial de los predios, es decir, el canon de arrendamientos resultante es equivalente a un máximo del 1% del avalúo comercial.

Considerando que el área de afectación y de acuerdo con datos identificados por la Lonja los valores comerciales oscilan entre 77 y 16 millones por hectárea tal como se muestra la Tabla 10.37.

Tabla 10.37 Valores de referencia hectárea para el área de estudio

ID	valor \$/ ha
1	\$ 40.000.000,00
2	\$ 16.666.666,67
3	\$ 77.586.206,90
Promedio	\$ 44.750.957,85

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

El valor del costo de oportunidad inducido por la construcción del todo corredor vial se estimó con base en el promedio (De acuerdo con localización del segmento de vía) del valor del arriendo por hectáreas, multiplicado por el área de afectación. En este contexto las pérdidas esperadas por la construcción del corredor vial se estimaron \$ 426.105.308,77 pesos anuales y \$ 3.743.043.598,65 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto (Ver Tabla 10.38).

Tabla 10.38 Estimación de las pérdidas relativas al costo de oportunidad del suelo

Área de afectación	Valor Ha	Valor Arriendo (1% precio comercial)	Pérdidas
110,7	\$ 44.750.957,85	\$447.509	\$ 426.105.308,77
VNA (TSD 12%; 25 años)			\$ 3.743.043.598,65

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

- **Consolidado del impacto total generado con la alteración del uso económico del suelo**

Sumando el costo que se genera a nivel productivo en los cultivos predominantes en el área de intervención y la ganadería, el costo oportunidad que causa la pérdida del empleo que otorgaba el desarrollo de dichas actividades y el costos de oportunidad del suelo, se estima que la alteración del uso económico del suelo alcanza un costo anual de \$ 1.534.659.818 pesos y \$ 13.480.936.498 considerando el horizonte de vida útil del proyecto (Ver Tabla 10.39)

Tabla 10.39 Pérdidas total potencial productivo del suelo

Pérdidas potenciales productivo del suelo	UF2
Pp - Pérdida potencial productivo	\$ 1.069.249.681

Pérdidas potenciales productivo del suelo	UF2
Pe - Pérdida potencial empleo sectores	\$ 39.304.829
CO- Costos oportunidad uso del suelo	\$ 426.105.309
Valor total pérdida anual en producción	\$ 1.534.659.818
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 13.480.936.498

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.1.5 Consolida valoración económica del suelo

Con base en las estimaciones de costos realizadas para cada uno de los servicios socioambientales, potencialmente perturbados con la afectación del suelo, se llegó al consolidado de la Tabla 10.40, el cual se observa que los cambios generados por el proyecto pueden alcanzar una cifra estimada en \$ 30.867.474.248 pesos extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.40 Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos

SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES	UF2
Pérdida potencial productivo del suelo (valor de uso directo)	\$ 1.534.659.818
Pérdida potencial secuestro de carbono del suelo (Uso indirecto)	\$ 34.247.425
Pérdida potencial Retención de agua del suelo (Uso indirecto)	\$ 1.925.304.869
Pérdidas potencial producción de Nutrientes del suelo (Uso indirecto)	\$ 173.211.562
Valor Total Anual	\$ 3.667.423.674
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 30.867.474.248

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.2 Cambio en la cobertura vegetal

Este impacto se presenta por la eliminación de las coberturas vegetales existentes en las áreas de intervención del proyecto, lo cual implica la afectación de los atributos ecológicos de la cobertura y otros impactos conexos⁷.

El proceso de valoración económica se desarrolla a través de un método de valoración basado en precios de mercado, cuya monetización se derivada de la estimación de los servicios ecosistémicos afectados, utilizando como elementos de valoración de uso indirecto, la capacidad de secuestro de carbono, regulación hídrica, alteración producción de nutrientes y valor de uso directo de la producción de madera y leña. La monetización de los servicios de las coberturas boscosas objeto de eliminación como proxy del valor de las pérdidas ambientales.

De acuerdo con información concretada en el capítulo 7, las actividades constructivas de la UF2 serán realizadas en su mayoría sobre ecosistemas artificializados o transformados (100,86 ha equivalentes al 91,11%); en tanto las áreas naturales el porcentaje del área a intervenir es del 8,89% equivalente a 9,83 ha, correspondientes las coberturas de Bosque de Galería, Arbustal Denso Alto y Vegetación secundaria baja, no obstante, en la estimación

⁷ Los impactos que valorar guardan una estrecha relación entre sí, pues la fragmentación del ecosistema y la modificación del hábitat de la fauna terrestre es resultado del cambio en la cobertura vegetal.

de las pérdidas se incluyó las cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales dadas las característica de las especies que se conservan en estos espacios.

En este contexto para la estimación del impacto se toma como referencia el área de sustracción señalada en la Tabla 10.41.

Tabla 10.41 Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural

COBERTURA	%*	Área (ha)
Bosque de galería y ripario	7,21%	8,0
Arbustal denso alto	0,23%	0,3
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,05%	7,8
Vegetación secundaria baja	1,44%	1,6
Total		17,65

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

*Porcentaje de la cobertura dentro del reporte general de las coberturas objeto de intervención.

10.4.1.2.1 Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera

En el Capítulo 7, Demanda de Recursos Naturales se establece que se solicita permiso de aprovechamiento forestal para la construcción de vía en superficie y la infraestructura del proyecto durante su etapa de construcción.

En este sentido para establecer el valor del uso directo se toma como referencia las especies de mayor abundancia⁸ y frecuencia conforme los resultados de caracterización de las parcelas muestreadas en las coberturas en estudio, donde se identificó que las especies que presentan mayores volúmenes (especies que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IV) por tipo de cobertura natural los cuales corresponden; *Alnus acuminada* (aliso) en los Bosques de Galería, el *Fraxinus chinensis* (Urapán) en la Vegetación secundaria y el Eucalipto en los Mosaico de pastos con espacios naturales. En cuanto a la cobertura de Arbustal denso alto no se identificaron especies comerciales representativas, teniendo en cuenta que la fisionomía dominante de este tipo de coberturas no posee un fuste de características comerciales (Tallos ramificados desde la base con diámetros despreciables comercialmente).

En este contexto para valorar este impacto se utilizan los precios de las maderas comerciales identificadas por tipo cobertura, considerando, además los resultados de los volúmenes totales y comerciales registrados en la caracterización de las coberturas. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_{UD} = \sum (V_C \times P_C) + (V_{ML} \times P_{ML})$$

⁸ Generalización de área y volumen considerando la especie de mayor valor comercial identificada en la caracterización de las parcelas. Este primer elemento es sustancial en la medida que se parte de una generalización superlativa, la cual supone que todo el volumen aprovechamiento estimado para cada una de las coberturas corresponde a la especie de mayor valor económico, es decir se extiende a toda el área, lo que sin duda alguna determina que no se subestime el valor del uso directo del Bosque.

Donde:

- V_{UD}: Valor de uso directo de las coberturas
V_C: Volumen comercial⁹
P_C: Precio de mercado madera comercial
V_{ML}: Volumen madera leña, igual al volumen total menos el volumen comercial. Cuando las especies no tienen referencias de mercado el volumen total es igual al volumen de madera leña (Ver bases de datos censos y muestreos Anexo 9B_Hoja de Excel Muest, Din nat, Censo, Din Antro)
P_{ML}: Precio de mercado madera leña

El valor proxy de m³ de las maderas comerciales de Aliso, Urapan y Eucalipto se obtuvo del Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor) desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C (Citado en el documento Diagnostico Colombia Reforesta (DNP, 2015)), en el cual determinan que en promedio la madera ordinaria de especies exóticas se comercializa a un precio de \$ 176.319,92 pesos por metro cubico. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 y que el valor por metro cúbico en Bogotá es cerca de siete veces más de lo que recibe el productor de madera proveniente tanto del bosque natural como de plantaciones.

El valor proxy de m³ de madera leña se obtuvo del Resolución 1196 del 2009 de la CAR, en el cual determinan que en promedio la madera leña se comercializa a un precio de \$144.463 pesos, a un valor equivalente a 9 m³ de madera. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2009). En la Tabla 10.42 se presentan el estimado de los recursos maderables el cual se estima en \$ 115.343.376 asumiendo un único pago en el primer año del proyecto.

Tabla 10.42 Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas

Unidad	Nº Hectáreas	Volumen m ³ /ha	*Volumen Total (m ³)	**Volumen comercial Total (m ³)	***Valor Madera Comercial (\$)/m ³	****Valor Madera leña m ³	Valor Total Anual (\$)
Bosque de galería y ripario	7,978	128,2	466,6	1022,8	\$ 176.320	\$ 144.463	\$ 91.191.353
Arbustal denso alto	0,260	25,4	3,749	6,6	\$ 176.320	\$ 144.463	\$ 106.221
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,81	40,6	101	317,0	\$ 176.320	\$ 144.463	\$ 21.244.623
Vegetación secundaria baja	1,6	36,5	11,6	58,5	\$ 176.320	\$ 144.463	\$ 2.801.179
TOTAL	17,65	311,51		1405	VNA (TSD 12%; 1año)		\$ 115.343.376

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

* Volumen total por cobertura establecido en los muestreos y censos de caracterización de línea base

**Volumen comercial por hectárea de las especies con mayor IVI identificados en los muestreos, que para el caso particular corresponde a la especie *Alnus Acuminata* (Aliso), *Fraxinus chinensis* (Urapan) y Eucalipto, ver Anexo 9B_Hoja de Excel Muest, Din nat, Censo, Din Antro)

***El valor del m³ de madera se obtuvo del Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor) desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base

⁹ Madera con características deseables para fines comerciales cuyo dimensionamiento obedece a la cubicación del área basal hasta la altura en la cual se conservan las propiedades de diámetro y rectitud deseables para su comercialización; el volumen restante se considera madera leña

en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C.

**** Valor de 9 metros cúbicos de Madera leña Resolución 1196 del 2009 de la CAR, traído a precios 2018.

10.4.1.2.2 Valoración por alteración en el régimen de escorrentía

La cobertura vegetal permite regular la escorrentía de tal manera que evita la estacionalidad drástica del suministro de agua en fuentes utilizadas para acueductos y otros usos. Un área de plantación (comparada con un área desprotegida en una microcuenca) tiene una función reguladora de la escorrentía, mejora el almacenamiento de agua y reduce su velocidad de evacuación a un cauce natural. Al aumentar el caudal en el período seco y reducirlo en el lluvioso, se mejora la disponibilidad de agua para consumo humano, riego y otros usos.

En una cuenca determinada hay una disponibilidad de agua superficial que depende del patrón de precipitación, el área de la cuenca o del área de afluencia a un punto determinado o “punto de entrega” y las “pérdidas” naturales a través de evaporación, evapotranspiración e infiltración.

Esta disponibilidad se traduce en oferta, cuando el recurso natural se convierte en insumo de una actividad económica y la cuenca se convierte en un bien de capital natural productivo. Este bien, que puede incluir, componentes naturales y obras de protección (plantaciones forestales, conservación de suelos), requiere mantenimiento con el fin de sostener su capacidad productiva, lo cual tiene un costo en términos principalmente de mano de obra del beneficiario y asistencia técnica de la corporación.

La cantidad del recurso natural está disponible a una tasa natural y estocástica, concentrada durante el período lluvioso del año y muy baja en el período seco, mientras que la cantidad de agua como bien económico se requiere entregar a una tasa preferiblemente constante durante el año. Convertir el primer patrón en el segundo puede ser costoso en términos de obras de regulación, almacenamiento (embalses) y mantenimiento.

Bajo este concepto, la medida pertinente para la cantidad de agua disponible en un área determinada no es, entonces, un volumen o caudal sino una distribución de caudales o un volumen de agua distribuido durante el ciclo hidrológico anual, teniendo que la coberturas naturales minimizan la pérdida de humedad por escorrentía y evaporación y mejorando la disponibilidad de agua del suelo y la eficiencia del uso del agua mediante el mejor manejo del suelo la evaporación directa de la superficie del suelo.

De acuerdo con lo anterior, se establecieron algunos criterios, partiendo de la base que una hectárea recibe determinados mm/año de precipitación que puede aportar una fracción de esta (en m³) durante algunos meses secos del año:

- Datos precipitación área de estudio: Precipitación media anual registrada en estaciones de referencia 1313 mm/m²-año; Precipitación media anual en m³/ha año

$$1313 \frac{\text{mm}}{\text{m}^2 \text{ año}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} = 13138 \frac{\text{m}^3}{\text{ha año}} = 1094,9 \frac{\text{m}^3}{\text{ha mes}}$$

- La cuantificación del servicio de regulación hídrica está dado el volumen de agua a que recarga de humedad al suelo y a acuíferos por percolación (ver Tabla 10.42) de acuerdo a datos del estudio de Hidrología de cuatro coberturas vegetales en la microcuenca del Río Jalapa, Yoro, Honduras, citado por Francisco Jiménez¹⁰ (Jimenez).

Tabla 10.43 Estimación regulación hídrica coberturas naturales

	Precipitación	100%	1325,8	m3/ha -mes
a	Intercepción hojarasca	3,7%	49,06	m3/ha -mes
b	Intercepción cobertura	39,7%	526,36	m3/ha -mes
c	Escurrimiento	12,7%	168,38	m3/ha -mes
d	Evapotranspiración	31,1%	412,33	m3/ha -mes
e	Recarga del acuífero	12,8%	169,71	m3/ha -mes
	Fracción disponible meses secos del año D	100%	169,71	m3/ha

Fuente: (Fassbender & Grimm , 1981) citado por Francisco Jiménez (Jimenez) adaptado por la consultoría.

- El volumen de agua de regulación hídrica corresponde entonces corresponde a la fracción interceptada más el volumen de recarga, la cual potencialmente estaría disponible para los meses secos del año y por causa del proyecto se dejaría de percibir y por tanto se constituye en un costo ambiental:

$$140,14 \frac{m^3}{ha \text{ año}} \times 3 \text{ meses secos años} = 420,44 \frac{m^3}{ha}$$

- El valor del metro cúbico de agua de \$2060 corresponde a la tarifa promedio en pesos por m³ vigentes en el año 2017 para el municipio de Cúcuta (Tarifas Acueducto de Cúcuta. Diciembre de 2017).

Desde el punto de vista teórico el valor de la tasa representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por la autoridad ambiental competente, la tasa representa un buen indicador del valor de uso del recurso agua.

Los resultados se presentan en la Tabla 10.44, en la cual se puede observar que el costo ambiental anualizado por la pérdida de los beneficios de la regulación hídrica asociadas a las coberturas objeto de remoción. Aplicando la tasa social de descuento del 12% el valor presente de la pérdida del servicio por regulación hídrica asciende a \$ 134.276.343 pesos, considerando un horizonte de vida útil del proyecto de 25 años.

Tabla 10.44 Valoración económica de la alteración en el régimen de escurrimiento

COBERTURA VEGETAL	Bosque de galería y/o ripario	Arbustal	Mosaico de pastos con espacios naturales	Vegetación secundaria o en transición	VALOR TOTAL(\$)
Nº Hectáreas	7,978	0,26	7,81	1,60	17,65

¹⁰ Cita también los resultados de coberturas de bosques Andino de Venezuela (Fassbender & Grimm , 1981)

Regulación hídrica 440,44m ³ /ha	3354	109,36	3282,95	673,86	\$ 7.420,35
Valor m ³ (\$) *	\$ 2.060	\$ 2.060,00	\$ 2.060,00	\$ 2.060,00	\$ 8.240,00
Valor anual Pesos (\$)	\$ 6.909.604	\$ 225.275,64	\$ 6.762.887,12	\$ 1.388.152,96	\$ 15.285.919,33
Años establecimiento**	25	25	25	25	25
VNA (TSD 12%; 25 años)					\$ 134.276.343

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

NOTAS: * El valor del m³ de agua se obtuvo de la página web de la empresa de servicios públicos de Cúcuta Diciembre de 2017.

10.4.1.2.3 Alteración del régimen de retención de sedimentos

El manejo apropiado de los bosques contribuye a reducir la erosión y la carga de sedimentos a las fuentes de agua potable, lo que se traduce en ahorros en costos de tratamiento para mejorar los índices de turbiedad. La reforestación de una hectárea puede reducir la sedimentación de cauces mediante una reducción de la pérdida de suelo, lo cual se puede reflejar en una reversión de la tendencia decreciente en la capacidad de los cauces para evacuar caudales (inundaciones) y en la entrega de agua de mejor calidad (menos turbiedad) a los acueductos y sistemas de riego.

Si solo se utiliza la mitad del volumen disponible actualmente (831 m³/ha mes)¹¹ y el costo de tratamiento por turbiedad (sedimentación) es de \$66,7 por m³ (Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico -CRA-, 2013), se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 10.45. En total el costo ambiental de la alteración del régimen de retención de sedimentos en valor presente es \$ 6.755.055 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años.

Volumen estimado de retención de sedimentos

$$139,05 \frac{m^3}{ha \text{ mes}} \times 6 \text{ meses año} = 834,3 \frac{m^3}{ha}$$

Tabla 10.45 Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos

COBERTURA VEGETAL	Bosque de galería y/o ripario	Arbustal	Mosaico de pastos con espacios naturales	Vegetación secundaria o en transición	VALOR TOTAL(\$)
Nº Hectáreas	8,0	0,3	7,8	1,6	17,6
Regulación hídrica 834 m ³ /ha/año	6655,9	282,1	3257,3	1337,2	11532,6
Valor m ³ (\$) *	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
Valor anual Pesos (\$)	\$ 443.818,35	\$ 18.810,91	\$ 217.197,22	\$ 89.163,98	\$ 768.990,45
Años establecimiento**	25	25	25	25	25

¹¹ Volumen de agua de escorrentía ver literal c Tabla 10.42

VNA (TSD 12%; 25 años)

\$ 6.755.055

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.2.4 Alteración producción de nutrientes

Las coberturas naturales, juegan un papel importante en la modulación de los ecosistemas, dado que regulan y diversifican la disponibilidad de recursos (temperatura, humedad y nutrientes), necesariamente requeridos por los organismos (Aponte, 2011).

En este sentido, por ejemplo, con la hojarasca las especies vegetales generan modificaciones en las condiciones abióticas del suelo, como son el aumento de la fertilidad, lo cual a su vez tiene efectos sobre la comunidad de organismos del suelo, cuyo entorno y recursos se ven condicionados por la cubierta vegetal. Siendo estas comunidades las gestoras de procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y por ende, de la disponibilidad de nutrientes (Aponte, 2011).

Teniendo presente que la hojarasca es la principal fuente de nutrientes del suelo forestal (Vitousek y Sanford, 1986; Landsberg y Gower, 1997), dado que con esta se le regrese aproximadamente el 80% de los nutrientes del suelo, por los atributos de los detritos del árbol. Se toma como base para estimar el costo generado por la alteración de los nutrientes, un estudio realizado en los bosques Antioqueños – Colombia, por Ramírez, et al., en el 2007, en el cual establece un flujo de nutrientes que retornarían al suelo, a partir de la hojarasca, estos enmarcando a su vez el nivel de nutrientes que se perdería en la zona afecta por la remoción total de la cobertura vegetal y así en valor de la alteración (Ver Tabla 10.46)

Tabla 10.46 Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca

Fracción	Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. ⁻¹ año ⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn
Hojarasca fina	85,9	2,6	10,5	50,9	10,1	7,3	5,0

Fuente: Ramírez et al., 2007

A continuación, se presentan los precios de mercado equivalentes a los nutrientes producidos por la hojarasca.

Tabla 10.47 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca

Nutriente	Unidad de correspondencia por precio	Precio del nutriente según la unidad de correspondencia
N	1 kg	\$7.793,00
P	50 kg	\$153.600,00
K	50 kg	\$69.000,00
Ca	50 kg	\$ 7.000,00
Mg	kg	\$1.840,00
S	kg	\$2.300,00
Mn	1 kg	\$23.400,00

Fuente: Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET y el departamento administrativo nacional de estadística DANE.

Fuente: AGRONET - DANE, 2017.

De esta manera, teniendo presente los indicadores establecidos en el parámetro de alteración a la producción de nutrientes y contemplando el precio de mercado (Ver Tabla 10.47) de lo que costaría aplicar dichos nutrientes en el suelo de las hectáreas de bosque y vegetación secundaria alta a afectar, se procedió a la estimación del costo generado por la alteración de la producción de nutrientes, como se observa en la Tabla 10.49.

Tabla 10.48 Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes

COBERTURA	Área total de bosques	Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. ⁻¹ año ⁻¹)							Total
		N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	
		85,9	2,6	10,5	50,9	10,1	7,3	5	
Bosque de galería y ripario	7,98	\$ 5.340.448	\$ 63.720	\$ 115.597	\$ 56.849	\$ 148.258	\$ 133.946	\$ 933.395	\$ 6.792.214
Arbustal denso alto	0,26	\$ 174.116	\$ 2.077	\$ 3.769	\$ 1.853	\$ 4.834	\$ 4.367	\$ 30.432	\$ 221.448
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,81	\$ 5.227.050	\$ 62.367	\$ 113.143	\$ 55.642	\$ 145.110	\$ 131.102	\$ 913.576	\$ 6.647.990
Vegetación secundaria baja	1,60	\$ 1.072.906	\$ 12.801	\$ 23.224	\$ 11.421	\$ 29.785	\$ 26.910	\$ 187.521	\$ 1.364.569
Total	17,65	\$ 11.814.520	\$ 140.965	\$ 255.733	\$ 125.766	\$ 327.988	\$ 296.325	\$ 2.064.924	\$ 15.026.222
VNA (TSD 12%; 25 años)								\$ 131.995.080	

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

En conclusión, el costo total por la alteración de la producción de nutrientes alcanza un monto anual de \$ 15.026.222 pesos y \$ 131.995.080 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años y una tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014

10.4.1.2.5 Disminución en la capacidad de captura de CO₂

El valor del servicio de captura de carbono generado por las coberturas arbóreas que serán intervenidas por el desarrollo de las actividades de proyecto se calcula a través de un método de valoración basado en precios de mercado, utilizando como elemento de valoración, la capacidad de secuestro de carbono¹² de las potenciales coberturas objeto de intervención y con ello la reducción en el dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera. Para su cálculo, se requiere información sobre biomasa, capacidad de secuestro de carbono y el precio reportado en el mercado del carbono.

La biomasa total -BT- (aérea y subterránea) y el carbono almacenado en los dos compartimentos es estima a través del método indirecto de ecuaciones alométricas sugerida en el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011), y tomando como referencia los registros de composición y estructura de la vegetación de las

¹² Esta metodología ha sido empleada en valoraciones económicas realizadas para diferentes ecosistemas de Centro y Suramérica tal y como lo referencian el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala (1999), Adgeret al. (1994), Conservation Strategy Fund (2006, 2007), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000), la Unión Europea, et al. (S.F.) y Bezaury-Creel (2009).

parcelas analizadas para caracterización de línea base (capítulo 5. numeral 3.3) ecosistemas terrestres.

De acuerdo a la zona de vida del área de interés UF2 se utiliza la ecuación alométrica para los bosques Bosque húmedo montano bajo bh-MB Bosque húmedo premontano (bh-PM) (Ver Ecuación 10.8) complementada con la ecuación para la estimación biomasa subterránea (Ver Ecuación 10.9), para cada uno de los arboles muestreado en las parcelas analizadas. La biomasa total -BT- se calcula como la suma de la biomasa de todos los árboles vivos, multiplicando el valor obtenido por el factor de conversión según el tamaño de parcela, con el fin reportar en unidades de toneladas por hectárea (t ha⁻¹).

Ecuación 10.8 Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa en bosques naturales

$$\ln(BA) = a + b \ln(D) + c (\ln(D))^2 + d (\ln(D))^3 + B1 \ln(\rho)$$

Donde:

BA= Biomasa aérea en Kg.

D = Diámetro altura de pecho, medido a 1,30 m sobre el suelo en metros.

ρ = Densidad de la madera en g /cm³

H= Altura total del árbol metros.

a (-229) y B1 (0.932) son constantes del modelo ecuación alométrica bs-T.

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Ecuación 10.9 Ecuación para el cálculo de la biomasa subterránea

$$BRG = R \times BA$$

Donde:

BRG= biomasa de raíces gruesas en (t ha⁻¹).

R =es la relación raíces: follaje.

BA =es la biomasa aérea en (t ha⁻¹).

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Con base en los resultados de Biomasa Total -BT- se estima la cantidad de carbono almacenado asumiendo que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente 50%¹³ de carbono, tal y como lo referencian el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011) en el cual se citan los estudios de MacDicken 1997, Fearnside et al. 1999, Clark et al. 2001b, Malhi et al. 2004, Chave et al. 2005, Aragão et al. 2009).

Para la conversión dióxido de carbono equivalente (CO₂e) corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero (GEI), basada en el potencial del calentamiento global de cada uno (Yepes A.P., 2011). El dióxido de carbono equivalente es el resultado de la multiplicación de las toneladas emitidas de GEI por su potencial de calentamiento global.

Para convertir la cantidad de carbono (almacenada o emitida) por los ecosistemas forestales, el IPCC (2003, 2006) recomienda emplear el factor de 44/12 \approx 3,67¹⁴ (este factor

¹³ Cifra porcentual comúnmente utilizada para el cálculo del carbono y aceptada por Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC -

¹⁴ Este factor resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono (Yepes A.P., 2011).

resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono). El resultado general de los cálculos sobre el contenido de carbono almacenado en la biomasa por tipo de cobertura y la pérdida de la capacidad de captura de CO₂ se presentan en la Tabla 10.49, no obstante, en la Anexo 9B “Análisis Beneficio Costo ambiental” Hojas Excel Muest, Censo y Arbustal, se encuentran las memorias de cálculo desarrolladas con base en los reportes de las parcelas inventariadas para el presente estudio.

Tabla 10.49 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover.

Cobertura	No de Parcelas	BA		Carbono Total	Carbono Total + BA subterránea	CO ₂ e
		Kg/Parcela	Ton/ha	Ton C	Ton C	Ton CO ₂ e
Bosque de galería y/o ripario	7	122266,2	174,7	87,3	108,3	397,1
Arbustal	9	2,5	0,00	1,9	2,3	8,6
Mosaico de pastos con espacios naturales	Censo	285588,9	285,6	142,8	177,1	649,2
Vegetación secundaria o en transición	Censo	58,5	0,059	2,09	2,6	9,5
Promedio coberturas		101979,0	115,1	58,5	72,6	266,1
FEB (0,85)				1%		1,1

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

De esta manera se estima que una hectárea de coberturas vegetales presentes en el área de interés UF2, almacena 72.6 toneladas de carbono y haciendo uso de la ecuación de dióxido de carbono transferido a la atmósfera, se estiman 266 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera por efecto de la remoción.

Por otro lado con el fin de incluir la variable de crecimiento de la Biomasa forestal se consideró un factor de expansión entendido como el incremento Medio Anual (IMA) de la biomasa esperada para las coberturas analizadas, tomando como referencia los resultados del estudio de Miguel Peña et al (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) en el cual se analizó el crecimiento y captura de carbono para especies nativas en Bosque Andinos.

En el estudio de Miguel Peña et al, se estimó que, en promedio, el incremento neto en la BA de los bosques del área de estudio es de $2.23 \pm 1.77 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ($D \geq 1 \text{ cm}$); y dosel $2.44 \pm 1.53 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ($D \geq 10 \text{ cm}$). Asumiendo que el 50% de la biomasa seca es carbón, los bosques monitoreados acumularon en promedio $1.11 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Con base en los resultados de (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) se proyecta la captura de carbono adicional relativo al crecimiento de la biomasa anual, considerando la vida útil del proyecto en la estimación de la pérdida. En el recuadro se presenta la ecuación utilizada para la estimación de la pérdida de secuestro de carbono a lo largo de la vida útil del proyecto.

Ecuación 10.10 Factor de Expansión de la biomasa

$$BA_t = \sum_{i=1}^n BA = BA_{t0} + IMA_{expt1} \dots \dots IMA_{tn}$$

Donde:

BA_t: Biomasa aérea total

BA_{t0}: Biomasa aérea cobertura (

IMA_{t1}: Incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año 1

IMA_{tn} el incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año n.

Fuente:

Con el fin de establecer el valor en dólares del CO₂ capturado por las coberturas vegetales, se consultó los precios de los certificados de reducción de carbono CER, que son bonos emitidos por la Junta Ejecutiva del MDL para las reducciones de emisiones logradas por los proyectos del MDL con arreglo a las normas del Protocolo de Kyoto.

El sistema de negociación de bonos de carbono señala que el precio ha fluctuado desde 0,17 € hasta los 0,28 € euros por tonelada de CO₂ (datos a enero 2016 a enero de 2017). Luego de revisar las Cifras del mercado de Carbono, se adoptó el precio promedio (0,22¹⁵ € Ton-1 = \$735,93 ton COP) de los últimos 12 meses para estimación del valor de los beneficios por captura de carbono (CO₂).

En este contexto se concluye que el valor económico del impacto sobre la cobertura vegetal (Ver Tabla 10.50) aproximado a la transferencia de dióxido de carbono a la atmósfera, asciende a \$ 3.456.162,43 considerando el stock y el facto anual de expansión de \$14.287/ha, esto es, un valor total para el impacto de \$ 3.567.379 pesos, considerando el tiempo de vida útil del proyecto.

Tabla 10.50 Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal

COBERTURA VEGETAL	Coberturas Naturales
Nº Hectáreas	17,65
CO2e Ton/ha	266,1
FEB CO ₂ - Ton/Ha/año*	1,1
Valor/Ton -CER	\$ 735,93
Valor CO2 año 1 (Stock inicial)	\$ 3.456.162,43
Valor anual (FEB)	14.287
Años establecimiento***	25
VNA(TSD 12%; 25 años)	\$ 3.567.379

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.2.6 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas arbóreas

Finalmente se presenta el valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales asociados a eliminación de las coberturas naturales equivalen a \$ 391.937.234 pesos. Este costo está determinado principalmente por el valor de la pérdida por regulación hídrica, el ciclaje de nutrientes y en una menor proporción por la disminución en la capacidad de captura de CO₂ dado los precios del mercado de los bonos de carbono.

¹⁵ TRM Euro promedio 2017=\$3.345,15

Tabla 10.51 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales

Servicios y Bienes Ambientales	
Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera	\$ 115.343.376
Valoración económica de la alteración al régimen de escorrentía	\$ 134.276.343
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	\$ 6.755.055
Costo ambiental alteración producción de nutrientes	\$ 131.995.080
Costo ambiental por disminución en la capacidad de captura de CO2	\$ 3.567.379
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 391.937.234

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.3 Valoración de impactos: Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

En la evaluación del impacto ambiental se estimó que se pueden presentar alteraciones en las condiciones actuales de la fauna y la flora a raíz de las obras de construcción que atravesarán una zona con presencia de bosques de galería y Bosque con vegetación secundaria baja. En este contexto las obras planteadas en estas áreas fragmentan estos ecosistemas, entorpeciendo el paso y encuentro de individuos, además de otros impactos conexos como la potencial pérdida de la riqueza florística y de fauna.

Adicionalmente las actividades constructivas de la segunda calzada de la UF2 ocasionan un cambio en los niveles de ruido y aumentan las vibraciones del suelo generando que las coberturas remanentes no sean adecuadas para el establecimiento de la fauna. Aunque la vegetación presente una composición y estructura florística apropiados, es decir, que ofrezcan recursos alimenticios y de refugio, las condiciones no son las adecuadas para el establecimiento de las poblaciones, por lo menos de manera temporal y exclusivamente los segmentos aledaños a los frentes de obra.

En este contexto es claro señalar que por el desarrollo de algunas actividades del proyecto se genera externalidades negativas sobre los organismos que habitan en el área objeto de intervención los cuales en conjunto representan la diversidad biológica del área.

De acuerdo al convenio sobre biodiversidad biológica (ONU, 1992), la biodiversidad cumple un papel muy importante, para el mantenimiento de los ecosistemas y en general para el mantenimiento de la vida, y es potencialmente un recurso estratégico para la riqueza de las naciones, no obstante, capturar el valor económico de la biodiversidad, se constituye en una tarea de mucha dificultad dada su complejidad ecológica, o dicho de otro forma, la complejidad de las cadenas tróficas y funcionales de la diversidad biológica dentro del ecosistema.

En diversos estudios y publicaciones se ha reconocido los valores económicos directos derivados de la biodiversidad los cuales incluyen desde la provisión de alimentos, medicinas y productos industriales, hasta los recursos genéticos que potencialmente pueden ofrecer solución a problemas que enfrenta la humanidad (Medicina, nuevos materiales), sin embargo dada las características y el alcance del estudio no se cuenta con la información

ni se identificaron las especies que cumplan con los criterios para desarrollar la valoración desde el enfoque de uso directo.

De otro lado los valores económicos indirectos relativos a la regulación del ecosistema, ciclaje de nutrientes, polinización, entre otras, enfrenta la misma dificultad relativa a la falta de información sobre las funciones ecosistémicas que se deben utilizar para dimensionar la magnitud de los servicios afectados, para luego desarrollar su traducción a los valores monetarios.

En este contexto, se reconoce la dificultad de identificar proxy¹⁶ o sustitutos que cubran toda la extensión de la Biodiversidad, por ejemplo, una pequeña subcategoría de especies (Especies claves, sombrilla, carismáticas) no pueden capturar apropiadamente el valor de la biodiversidad. De hecho diversas publicaciones dedicadas a la revisión de estudios indexados de valoraciones económicas de la Biodiversidad, ha concluido que es imposible construir un proxy que permitan capturar todos los aspectos de Biodiversidad (Ver Economía de la Biodiversidad (Pearce & Moran , THE ECONOMIC VALUE OF BIODIVERSITY IUCN — THE WORLD CONSERVATION UNION, 1994) y Captura de la complejidad de la biodiversidad: una revisión crítica de Estudios de valoración económica de la diversidad biológica¹⁷ (Bartkowski, Lienhoop, & Hansjürgens, 2015)).

En consideración a lo anterior, para la valoración económica de los efectos del proyecto sobre la diversidad se buscó una metodología que de manera indirecta pudiese capturar su valor, y para ello se amparó en la estrecha relación que existe entre las coberturas y los demás organismos que conforman el ecosistema.

Para tal efecto se utilizó el parche de cobertura natural como la unidad de medida que representa la magnitud del daño, bajo el supuesto que el parche de cobertura natural sirve como hábitat y posibilita la conectividad y la materialización de las relaciones funcionales y transferencia de materia y energía.

De esta manera, el impacto se desarrolla en función de aspectos de sostenibilidad y conservación de la biodiversidad (fauna y flora), contrastado con niveles ecosistémicos presentes en el área de influencia, los cuales se verán afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Entonces para la valoración económica de este impacto, se recurre a las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, bajo el supuesto que las tasas de conservación representa la disposición del estado a conservar los hábitats y por tanto

¹⁶ Anglicismo que se utiliza para denotar un variable que tiene una fuerte correlación con el valor de otra variable inferida. En este caso el Parche de bosque (hábitat) se usa como medida de la biodiversidad, tras el supuesto que al conservar las coberturas se conservan todos elementos e individuos que residen en ella y relaciones interespecíficas que hacen posible o determinan la diversidad biológica.

¹⁷ Bartkowski identificó que el proxy más común utilizados en las valoraciones de biodiversidad son los hábitats (51 de los estudios revisados) y especies (43 Estudios revisados), mientras que las otras categorías de representación son menos frecuentes: La diversidad de especies se utilizan en 15 estudios, Genética en 11 y servicios de la fauna 7 estudios.

revelan la disponibilidad a pagar de la sociedad por el conjunto de externalidades positivas que se obtienen al conservar las coberturas naturales entre ellas la diversidad biológica. Los sistemas de incentivos forestales son herramienta de la economía que tiene propósito fundamental la conservación de los bosques y de los servicios que estos representan y por tanto sirven como una aproximación del valor de la biodiversidad.

Con base en lo anterior, para la estimación del costo de estos impactos se toma como proxy las acciones preestablecidas en el Decreto 900 de 1997 por el cual se reglamenta el certificado de incentivo forestal para conservación. Considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar la afectación de los hábitats.

Partiendo del estimativo de las coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen los hábitats naturales o seminaturales afectados por la construcción de la obra, para los cuales se calculan el valor base del certificado de incentivo forestal de conservación. De acuerdo con los criterios establecidos en el Decreto 900 de 1997 se estimó como costo total del impacto el valor de \$ 163.841.909 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años, tal como se observa en la Tabla 10.52.

Tabla 10.52 Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

ID	COBERTURA DE LA TIERRA		ÁREA DE OCUPACIÓN		RANGO ALTITUDINAL	FACTOR TAMAÑO DEL PREDIO (FT)	FACTOR PISO TÉRMICO (FPT)	FAR (FTP*FPT)	VALOR POR HECTÁREA (ANUAL)	VALOR BASE (ANUAL POR PARCHE)	VALOR AJUSTADO (ANUAL POR PARCHE)
	Nombre	Código	m2	Ha							
5	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	821	0,08	1000<PT<=2000	2,0	0,8	1,6	\$ 5.468.694	\$ 448.941	\$ 718.306
20	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	1779	0,18	1000<PT<=2000	2,0	0,8	1,6	\$ 5.468.694	\$ 972.678	\$ 1.556.285
21	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	1991	0,20	1000<PT<=2000	2,0	0,8	1,6	\$ 5.468.694	\$ 1.088.740	\$ 1.741.985
44	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	7896	0,79	1000<PT<=2000	2,0	0,8	1,6	\$ 5.468.694	\$ 4.318.059	\$ 6.908.894
SUBTOTAL (Bosque de galería y/o ripario)				1,2						\$ 6.828.419	\$ 10.925.471
38	Vegetación secundaria baja	3.2.3.2	17660	1,8	1000<PT<=2000	2,0	0,8	1,6	\$ 2.734.347	\$ 4.828.857	\$ 7.726.171
SUBTOTAL (Vegetación secundaria baja)				1,8						\$ 4.828.857	\$ 7.726.171
TOTAL ANUAL											\$ 18.651.642
VNA (TSD 12%; 25 años)											\$ 163.841.909

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

10.4.1.4 Valoración del impacto Intervención áreas de manejo especial

El desarrollo de la infraestructura vial implica la intervención de área de manejo especial definidas o reglamentadas en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. La afectación a áreas de manejo especial es Severa en el ámbito de en la categoría 1, por el desarrollo del desmonte y limpieza, dada la importancia ecológica de

estas coberturas, pese a que se actualmente se encuentran en un estado de intervención alto, los relictos de bosques y arbustales que se encuentran sobre el área de intervención prestan servicios ambientales como regulación hídrica, captura de carbono, entre otros. Cabe anotar que esta afectación se presenta sobre el menos del 5% del área a intervenir como se puede observar en la

Tabla 10.53 Áreas de manejo Especial en Área de Intervención

Áreas de Manejo Especial	Categoría 1 (Ha)
SIRAP (35,58 ha)	
Áreas de bosque protector - productor EOT municipal	0,11
Áreas de bosque protector EOT municipal	1,29
Margen protectora rio - quebrada Dec. Ley 2811/74	4,72
POMCA (34,43 ha)	
Conservación y protección ambiental	5,6
POTS (10,68 ha)	
Pamplonita. Áreas de conservación y protección ambiental	1,99
Total	13,71

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Por lo tanto, para la valoración de este impacto, se estima un valor aproximado para el manejo integral del costo ambiental que generaría dicho cambio, teniendo en cuenta para ello, las tasas de conservación de ecosistemas estratégicos, establecidas por la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental (Corponor) en jurisdicción del área de influencia de la UF2. En este sentido, se hace uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en hábitats similares, por corporaciones u organizaciones adyacentes al área de estudio, asociadas con la conservación y protección de ecosistemas, contribuyendo a mantener la estructura ecosistémica de las áreas sensibles y estratégicas.

Para la estimación del costo de este impacto, se toma como proxy las acciones establecidas por CORPONOR en favor de la conservación de los ecosistemas, de la gestión integral de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, considerando que dichas tasas presupuestales representan lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas.

A continuación, se establecen los supuestos con los que se realiza la estimación del costo.

- Los costos de conservación de los ecosistemas estratégicos responden a la inversión en programas y proyectos para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos presentada por Corponor, en su Plan de Acción Cuatrienal 2016 - 2019 (Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental, 2016).
- Estos programas y proyectos, están en función del manejo y la conservación de las áreas totales de ecosistemas priorizados por la Corporación (Ver Tabla 10.54), con el fin de determinar la inversión promedio por hectárea realizada en áreas de conservación prioritarias (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016), como se muestra en la
- Tabla 10.55. Dicho proceso se realiza dividiendo el presupuesto total del programa, en

las áreas totales de los ecosistemas priorizados por la corporación, en su jurisdicción

Tabla 10.54 Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos Corponor

LÍNEA	PROGRAMA	PROYECTO	PRESUPUESTO A 2017
Gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en especial la provisión de agua para el Dpto. Norte de Santander	Proyecto 2.1 Gestión para la Conservación Sostenible de las Áreas de Manejo Especial del departamento Norte de Santander	"Hectáreas para la conservación de ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica. Áreas protegidas para la conservación de ecosistemas y/o bosques naturales	1.862.500.000

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal 2016 -2019 CORPONOR. Proyección de gastos por fuentes de inversión

Tabla 10.55 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción Corponor

CONCEPTO	ÁREA (ha)
Hectáreas en proceso de restauración	150
Total hectáreas en proceso de restauración	150

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal Corponor 2016-2019.

- Con base al estimativo de los parches de coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen las áreas totales de los parches que se fragmentarían en las zonas de bosque afectados por la construcción de la obra.

Teniendo en cuenta que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas estratégicos, se estima a continuación la equivalencia del precio por hectárea promedio destinado por la Corponor para la conservación de ecosistemas de prioridad para la conservación de la biodiversidad y con ello el costo total generado por el proyecto, con la modificación de ecosistemas.

Tabla 10.56 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de Corponor

Inversión en programas de gestión integral	Hectáreas en proceso de restauración	Inversión promedio por ha	Parches afectados (ha) ¹⁸	Costo
18.822.827.695	150	3.333.333	13,71	45.700.000,00
VNA (TSD 12%; 25 años)				\$ 401.443.232,31

Fuente: Aecom - ConCol, 2017., con base en datos de la Corporación Corponor.

¹⁸ Las áreas de parches se obtienen con base en los reportes de SIG, el cual establece el área total de los parches prioritarios a intervenir

Se concluye que el costo total generado con la modificación de la conectividad de ecosistemas alcanza una cifra de \$ 401.443.232,31 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años.

10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES

La construcción de la Segunda Calzada UF2, generará beneficios ambientales y sociales relacionados con el mejoramiento de las condiciones de transporte que se ven reflejados en el ahorro de los tiempos de viaje y la disminución en los costos operativos que contribuyen al crecimiento económico, al reducir el tiempo empleado de recorrido.

De otro lado y de acuerdo con la guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), *los beneficios ambientales (externalidades positivas) corresponde a la mejora en el ámbito social, ambiental o económico que obtiene la población objetivo en el momento en que se decide ejecutar un proyecto....* Listando entre otros la *Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a la situación sin proyecto), Proyectos voluntarios locales (diferentes a medidas del PMA, compensaciones o aquellas que atiendan un impacto del proyecto), Reducción de tiempo de viaje, disminución en accidentalidad y mejoramiento de infraestructura comunal (diferente a la afectada por el proyecto) y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia, debido a los programas ejecutados.*

En este contexto y como beneficios sociales y ambientales del proyecto objeto de análisis corresponde a la valoración en la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos que se proyectan se beneficiaran con la nueva infraestructura vial.

10.4.2.1 Cambios en los costos generalizados del transporte

El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. *Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez. En términos generales, los costos de viaje incluyen los costos de operación, los costos asociados al tiempo de viaje y los costos del peaje.* (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

En este contexto, la construcción y operación de proyecto trae consigo una reducción en los costos de operación y tiempos de viaje en comparación con los costos de viaje causados con las especificaciones técnicas de la vía actual. Para el análisis de reducción de costos generalizados del transporte se considera las diferencias entre el recorrido en las condiciones actuales del trazado versus las modificaciones propuestas en el proyecto.

Los cambios en los costos generalizados de transporte se calculan de la diferencia según tipo de vehículo por kilómetro de circular en una vía de buena calidad comparada con una

vía regular o mala en una misma pendiente media. La diferencia de costos se multiplica por el número de vehículos que circulan y por la longitud de la vía.

Los datos y resultados presentados en este contenido fueron tomados del documento de estructuración vial Anexo 4 Estudio Trafico y Demanda Corredor Cúcuta Pamplona (Consortion estructuración vial, 2015), documento donde se desarrollaron las estimaciones de tráfico para distintos escenarios de oferta y demanda, considerando peajes existentes y futuros del corredor Pamplona - Cúcuta.

Todos los valores¹⁹ empleados en el modelo están expresados en precios constantes y de esta forma son comparables y no requieren ajustes por inflación u otras variables. El mismo supuesto se estableció para los costos de operación. Los factores de expansión fueron calculados a partir de la toma de información del año 2013²⁰, el factor mes-año fue actualizado con los datos de estacionalidad del peaje de influencia del corredor Cúcuta-Pamplona, en este caso la estación Los Acacios. Esta actualización consistió en calcular un factor de expansión promedio de tráfico entre el mes y el año para los últimos 10 años reexportados (2005-2015).

En la Tabla 10.57 se especifican el comparativo de los tiempos y costos de recorrido en un trayecto, considerado además que se pasa de niveles de servicio actuales entre E y F (dependiendo del tramo) a niveles entre A y B, de acuerdo al Manual de capacidad 2010, y de velocidades promedio entre 30 y 40 km/h a velocidades entre 50 y 60 km/h.

Tabla 10.57 Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta

Variable	Tipo	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
Tiempo de recorrido (horas por trayecto)	Vehículo	1,58	1,00	0,58
	Camión	1,85	1,52	0,33
Costo de operación vehicular (pesos por trayecto)	Vehículo	49.293	31.132	18.161
	Camión	136.821	112.169	24.653
Costo de peajes (pesos por trayecto)	Vehículo	4.800	16.500	-11.700
	Camión	19.400	63.800	-44.400
Costo del tiempo (pesos por trayecto)	Vehículo	19.000	12.000	7.000
	Camión	227.550	186.550	41.000
Costo total (pesos por trayecto)	Vehículo	73.093	59.632	13.461
	Camión	383.771	362.519	21252

Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura

Los resultados de los cálculos de operación de las condiciones con y sin proyecto se presentan en la Tabla 10.58, en la cual se evidencia que por la construcción y mejoramiento de la infraestructura la sociedad obtiene un beneficio por ahorro en costos de operación estimado en \$ 40.442.207.835 pesos.

Tabla 10.58 Ahorro en costos de operación

¹⁹ Los costos unitarios de operación y mantenimiento por tipo de vehículo son publicados por INVÍAS tanto a precios de mercado como a precios económicos, por lo que no se requiere adopción de RPC. La información se extrajo de la Cartilla de Volúmenes de Tránsito publicada por el INVÍAS para el año 2011.

²⁰ Los valores fueron indexados al año 2022 teniendo en cuenta el índice de costos de Transporte de Carga ICTC publicado por el DANE proyectado, incluyendo los precios del peaje Res 0586 de 2017 Mintransporte.

Año	costos de operación Sin	Costos Operación Con proyecto	Ahorro costos de operación
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	\$ 88.614.489.091	\$ 83.326.893.109	\$ 5.287.595.982
2023	\$ 92.405.013.361	\$ 86.917.004.639	\$ 5.488.008.722
2024	\$ 96.137.042.853	\$ 90.450.935.248	\$ 5.686.107.605
2025	\$ 99.898.319.733	\$ 94.012.956.317	\$ 5.885.363.417
2026	\$ 103.788.300.785	\$ 97.685.972.365	\$ 6.102.328.420
2027	\$ 107.687.785.281	\$ 101.369.693.194	\$ 6.318.092.087
2028	\$ 111.607.013.722	\$ 105.070.799.703	\$ 6.536.214.018
2029	\$ 115.487.491.329	\$ 108.733.110.971	\$ 6.754.380.358
2030	\$ 119.405.982.713	\$ 112.438.241.362	\$ 6.967.741.352
2031	\$ 123.660.121.163	\$ 116.438.928.313	\$ 7.221.192.850
2032	\$ 127.980.783.721	\$ 120.514.548.729	\$ 7.466.234.992
2033	\$ 132.204.937.724	\$ 124.491.169.101	\$ 7.713.768.623
2034	\$ 136.487.586.506	\$ 128.523.970.394	\$ 7.963.616.112
2035	\$ 140.770.235.288	\$ 132.556.771.688	\$ 8.213.463.600
2036	\$ 143.586.092.271	\$ 135.209.193.229	\$ 8.376.899.042
2037	\$ 146.450.940.588	\$ 137.907.090.912	\$ 8.543.849.677
2038	\$ 149.403.531.073	\$ 140.689.259.977	\$ 8.714.271.097
2039	\$ 152.386.106.004	\$ 143.495.495.621	\$ 8.890.610.383
2040	\$ 155.446.182.602	\$ 146.379.321.748	\$ 9.066.860.853
2041	\$ 158.536.243.645	\$ 149.287.214.455	\$ 9.249.029.190
2042	\$ 161.694.302.911	\$ 152.261.992.864	\$ 9.432.310.047
2043	\$ 164.950.344.845	\$ 155.327.723.555	\$ 9.622.621.290
VNA (TSD 12%; 25 años)			\$ 40.442.207.835

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

De otra parte, el ahorro en tiempo se calcula como el valor del tiempo de una persona que en lugar de estar produciendo se está transportando. Ese ahorro de tiempo se logra gracias a las mejores condiciones de servicio que presta la vía y por lo tanto el correspondiente aumento en la velocidad promedio de transitarla. El aumento de velocidad promedio genera la disminución correspondiente al tiempo de transportarse en dos puntos de referencia.

Los ahorros en tiempo de viaje se calcularon a partir de la información establecida en el estudio de preferencias declaradas que se utilizó para estimar la probabilidad de elección entre rutas alternativas de viaje con/sin peaje. Este tipo de encuesta permite estimar los parámetros de los principales atributos de las alternativas modeladas (tiempo de viaje -el valor del peaje). El ejercicio de Preferencias Declaradas²¹ (PD) consiste en preguntar la encuestada qué alternativa escogería ante una serie de situaciones hipotéticas (Estudio de tráfico y demanda corredor Cúcuta - Pamplona. Anexo 4. Plan de Intervenciones, 2015,

²¹ 3.27 Las encuestas de Preferencias Declaradas se hicieron por internet. La promoción para participar en la encuesta se realizó mediante la entrega de volantes a usuarios de los corredores en estudio en las plazas de peaje existentes. En los volantes se invitaba a estos a ingresar al sitio de la encuesta. Se entregaron volantes entre el 03 y el 11 de enero del 2014

págs. 48-65)

De acuerdo con los volúmenes de tráfico esperados según para los escenarios de modelación, la reducción en el tiempo de viaje se estimó los ahorros en los tiempos viaje los cuales alcanzan un monto de \$ 334.846.750.117 pesos (Ver Tabla 10.59).

Tabla 10.59 Valoración ahorros en tiempo de viaje

Año	Tiempo de viaje Sin	Tiempo de viaje Con proyecto	Ahorro tiempo de viaje
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	\$ 211.845.580.250	\$ 169.240.590.250	\$ 42.604.990.000
2023	\$ 221.786.501.250	\$ 177.207.591.250	\$ 44.578.910.000
2024	\$ 231.547.440.750	\$ 185.029.650.750	\$ 46.517.790.000
2025	\$ 241.398.371.000	\$ 192.924.181.000	\$ 48.474.190.000
2026	\$ 251.214.790.500	\$ 200.781.280.500	\$ 50.433.510.000
2027	\$ 261.114.265.750	\$ 208.706.470.750	\$ 52.407.795.000
2028	\$ 271.020.676.000	\$ 216.636.041.000	\$ 54.384.635.000
2029	\$ 280.754.039.750	\$ 224.425.049.750	\$ 56.328.990.000
2030	\$ 290.819.626.500	\$ 232.486.421.500	\$ 58.333.205.000
2031	\$ 301.003.108.250	\$ 240.622.253.250	\$ 60.380.855.000
2032	\$ 311.767.980.250	\$ 249.234.720.250	\$ 62.533.260.000
2033	\$ 322.020.647.750	\$ 257.429.882.750	\$ 64.590.765.000
2034	\$ 332.453.296.750	\$ 265.769.986.750	\$ 66.683.310.000
2035	\$ 342.885.945.750	\$ 274.110.090.750	\$ 68.775.855.000
2036	\$ 349.774.116.250	\$ 279.617.466.250	\$ 70.156.650.000
2037	\$ 356.759.212.500	\$ 285.201.692.500	\$ 71.557.520.000
2038	\$ 364.014.281.000	\$ 291.003.331.000	\$ 73.010.950.000
2039	\$ 371.200.163.750	\$ 296.745.638.750	\$ 74.454.525.000
2040	\$ 378.732.139.500	\$ 302.769.069.500	\$ 75.963.070.000
2041	\$ 386.194.929.500	\$ 308.733.169.500	\$ 77.461.760.000
2042	\$ 393.920.756.750	\$ 314.910.301.750	\$ 79.010.455.000
2043	\$ 401.840.435.500	\$ 321.241.135.500	\$ 80.599.300.000
VNA (TSD 12%; 25 años)			\$ 334.846.750.117

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Finalmente se presenta el valor presente de los beneficios por el ahorro en los costos generalizados del transporte los cuales ascienden a \$ 375.288.957.952 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años (Ver Tabla 10.60).

Tabla 10.60 Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte

Beneficios ahorro en los costos generalizados del transporte	
Disminución de tiempo de viaje (Minutos)	35
Ahorro en los costos de operación comparación	\$ 40.442.207.835
Ahorro en tiempos de viaje	\$ 334.846.750.117

Beneficios ahorro en los costos generalizados del transporte	
VNA (TSD 12%; 25 años)	\$ 375.288.957.952

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB

Valorados los impactos ambientales el paso siguiente indicado en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales consisten en descontar los beneficios y costos en términos de la sociedad teniendo en cuenta el VPN como el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto y realizar un análisis de sensibilidad.

La eficiencia económica ambiental del proyecto se refiere a la relación entre las externalidades ambientales (costos) y los rubros definidos como beneficios que para el caso del proyecto corresponden al Ahorro en costos generalizados del transporte. Si los beneficios superan a los costos el proyecto se considera eficiente desde la perspectiva ambiental, no obstante, pueden existir mejores alternativas para el uso de los recursos consumidos.

En la Tabla 10.61 se presenta el consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales (En el Anexo 9B se adjunta el flujo del análisis beneficio costo-ambiental, así como memoria de cálculo de los impactos y beneficios utilizados para la evaluación), los cuales arrojan un flujo de caja descontado positivo que asciende a \$ 343.464.261.328 pesos, lo que significa que el proyecto renta por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 12%.

Tabla 10.61 Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta - Pamplona

VPN (Valor descontado 12%) (a 25 años)	
Beneficios	
Beneficio ahorro costo generalizado	\$ 375.288.957.952
Beneficios Totales	\$ 375.288.957.952
Costos	
Cambio características de los suelos	\$ 30.867.474.248
Modificación en la cobertura vegetal	\$ 391.937.234
Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat	\$ 163.841.909
Intervención áreas de manejo especial	\$ 401.443.232
Costos Totales	\$ 31.824.696.623
FLUJO DE CAJA (B-C)	\$ 343.464.261.328
Relación Beneficio /Costo	11,79

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Con relación a los costos, estos representan el 9,27 % del flujo de caja, lo que determina que la relación B/C sea positiva (11,79) e indica que las afectaciones ambientales podrían compensarse por los beneficios generados, y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

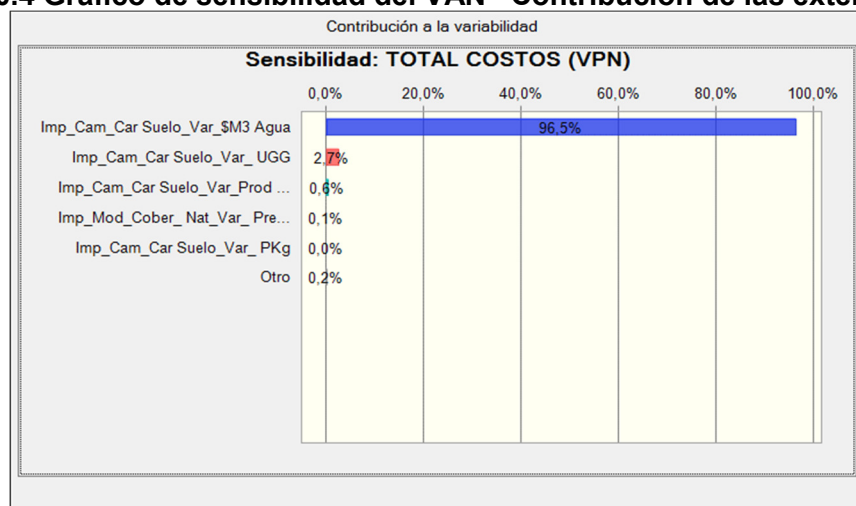
10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de la sensibilidad permite estimar las posibles variaciones de los costos y beneficios ambientales que determinan el resultado del flujo de fondos, en función de algunos criterios o supuestos que determinan el comportamiento probabilístico de las variables.

El análisis de las diferentes variables se lleva a cabo con el fin de determinar cómo las modificaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio, afectan la rentabilidad y la relación beneficio / costo del proyecto. Utilizando el programa CrystalBall, se ejecutaron una serie de simulaciones que permitieron mostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto. Para el modelo de simulación se han asumido una serie de supuestos para realizar la variación de cada una de las variables identificadas las cuales se pueden observar en el Anexo 9B Análisis Beneficio –Costos Hoja de Excel Supuestos.

Con relación a los costos o externalidades del proyecto, en la Figura 10.4 se observa que el costo asociado el valor del metro cúbico de agua utilizado en la modelación del impacto Cambios en las características de suelo responden al 96,5% de la variación del VPN, manteniendo las demás variables constantes, siendo este valor el más representativo.

Figura 10.4 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades



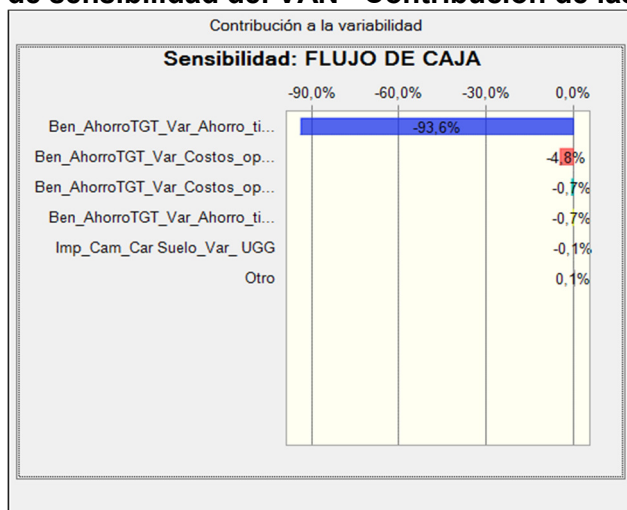
Fuente: Aecom - ConCol, 2017. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

En cuanto al modelo integrado es claro que el flujo de caja responde esencialmente al ahorro en los costos generalizados del transporte, fundamentalmente por el ahorro en los tiempos de los vehículos particulares (93,6% de la variación del flujo), seguido en menor grado por el ahorro en los costos operativos de los vehículos particulares (4.8% de la variación del flujo).

Excluyendo las variables del beneficio de ahorro en los costos generalizados del transporte, se evidencia nuevamente que el flujo es muy sensible al precio del agua utilizado en la modelación del Cambio en las características de los suelos con un potencial impacto en el

flujo con un 0.1% de la variación del VPN (Ver Figura 10.5).

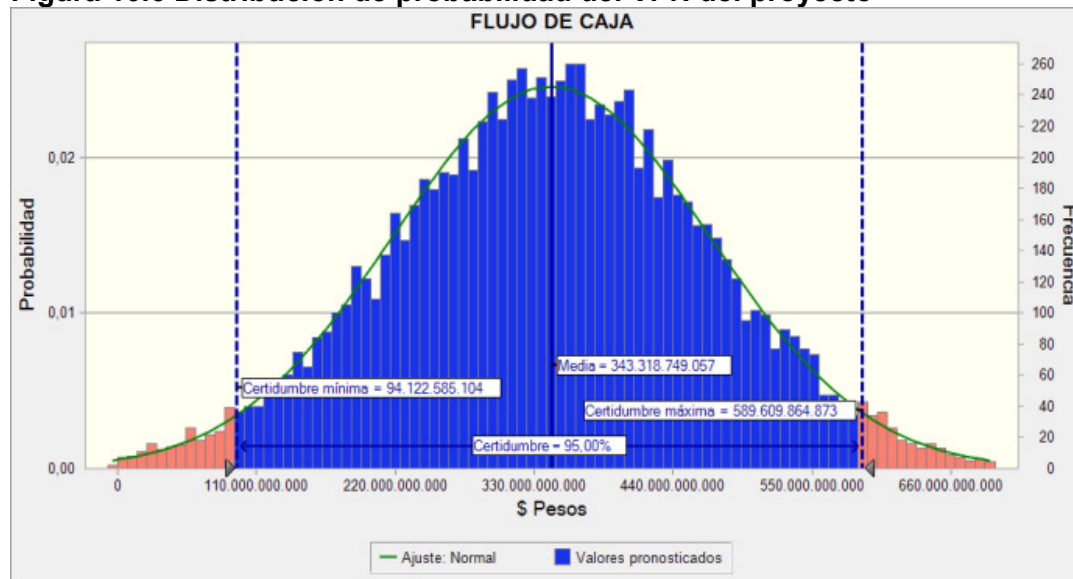
Figura 10.5 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades



Fuente: Aecom - ConCol, 2017. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

El análisis de riesgo se realizó con simulaciones Monte Carlo, con el programa Crystal Ball, se calculó con 10 mil iteraciones, considerando todas las variables que generan incertidumbre al VPN. En el eje horizontal se muestra los posibles valores del VPN, mientras en el eje vertical se muestra la probabilidad asociada a las variaciones del VPN, al experimentar cambios en las variables que generan incertidumbre respecto del valor VPN.

Figura 10.6 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2017. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010.

La distribución de probabilidad estadística que más se ajusta a los datos es la distribución de Beta. Con esta Distribución se evidencia que el valor de la VPNE va a ser positivo ($VPNE > 0$) con un 95% de confianza, con Media esperada de beneficios de \$343.318.749.057, lo cual ratifica el valor positivo obtenido en la evaluación determinista (\$343.464.261.328). Asimismo, se muestra que no existe posibilidad de un VPN menor que cero.

De acuerdo con la estructura del arreglo de datos que configura el ACB propuesto, se concluye que los beneficios pueden compensar los potenciales efectos negativos o impactos asociados a la construcción del proyecto y por tanto se considera ambientalmente viable.