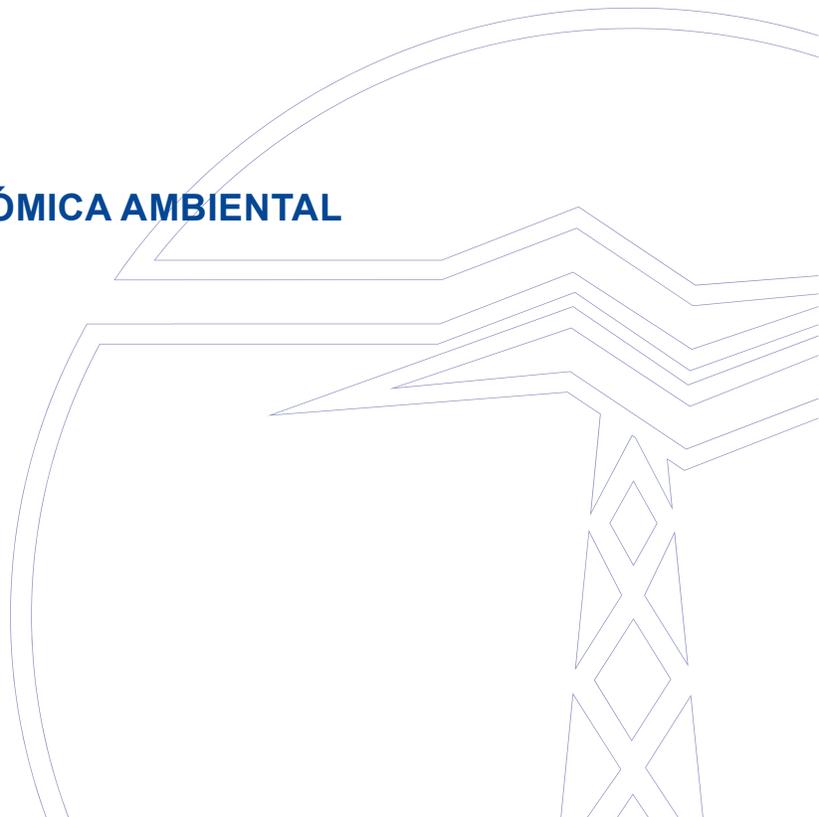


CAPÍTULO 8.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021 – INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área
oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva
Esperanza 500 kV

UPME 07 2016

TCE-ET2W-GPB00-0003-01

Control de Cambios SMAYD LTDA

FECHA

30/09/2022

VERSIÓN

VA1

DESCRIPCIÓN

Versión Información adicional

ELABORADO POR:

Grupo interdisciplinario SMAYD LTDA

REVISADO POR:

A. Fajardo

APROBADO POR:

Control de Revisiones TCE

FECHA

01/10/2022

VERSIÓN

VA1

DESCRIPCIÓN

Devuelto con comentarios

ELABORADO POR:

SMAYD LTDA

REVISADO POR:

L.Montenegro; N.Rojas; L. Barragán

APROBADO POR:

TCE S.A.S. E.S.P.



CONTENIDO

8.6	Evaluación Económica Ambiental	6
8.6.1	Metodología Proceso De Evaluación Económica Ambiental.....	6
8.6.1.1	Identificación de impactos significativos	7
8.6.1.2	Cuantificación biofísica del delta ambiental	7
8.6.1.3	Análisis de internalización	7
8.6.1.4	Construcción del flujo de caja de inversiones.....	8
8.6.1.5	Valoración monetaria de impactos no internalizables	8
8.6.1.6	Construcción de costos – beneficio	13
8.6.1.7	Evaluación de criterios e indicadores de decisión	14
8.6.1.8	Análisis de sensibilidad e incertidumbres	15
8.6.1.9	Conclusiones e integración de resultados	15
8.6.2	Desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental	15
8.6.2.1	Identificación de impactos significativos	15
8.6.2.2	Cuantificación biofísica del delta ambiental	17
8.6.2.3	Análisis de internalización	20
8.6.2.4	Construcción del flujo de caja de inversiones.....	37
8.6.2.5	Valoración monetaria de impactos no internalizables	38
8.6.2.6	Construcción de flujo de costos – beneficios.....	76
8.6.2.7	Evaluación de criterios e indicadores de decisión	80
8.6.2.8	Análisis de sensibilidad e incertidumbres	80
8.6.3	Conclusiones.....	81
8.6.4	Bibliografía	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8.6-1 Análisis de internalización	7
Tabla 8.6-2 Componentes del resultado del análisis de internalización de impactos	8
Tabla 8.6-3 Criterios de interpretación del Valor Presente Neto	14
Tabla 8.6-4 Interpretación de la Relación Beneficio Costo (RBC)	15
Tabla 8.6-5 Categorías de clasificación de los impactos ambientales positivos.....	16
Tabla 8.6-6 Categorías de clasificación de los impactos ambientales negativos	16
<i>Tabla 8.6-7 Identificación de impactos significativos.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 8.6-8 Cuantificación biofísica del delta ambiental.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 8.6-9 Costo del programa TCE-S-Geo Manejo de la estabilidad geotécnica</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 8.6-10 Costo alteración de la estabilidad geotécnica</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 8.6-11 Costo Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8.6-12 Costo generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas.....</i>	<i>24</i>
Tabla 8.6-13 Costo TCE-F-Fau - Manejo de Fauna	24
Tabla 8.6-14 Costo TCE-OM-Fau - Manejo de Fauna.....	25
Tabla 8.6-15 Costo anual Afectación de especies de fauna endémica o amenazada	26
<i>Tabla 8.6-16 Costos de la ficha Manejo implementación de actas de vecindad a vías e infraestructura que puedan ser afectadas por actividades del proyecto - TCE-So-Act.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 8.6-17 Costo del cambio en el estado de la infraestructura vial</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 8.6-18 Costos de la ficha Manejo de la seguridad vial durante la construcción – TCE-So-Vía</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 8.6-19 Costo riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 8.6-20 Análisis de internalización impactos significativos negativos</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8.6-21 Flujo de caja de las inversiones</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 8.6-22 Impactos no internalizables.....</i>	<i>38</i>
Tabla 8.6-23 Valor del impacto cambio temporal en el nivel de ingresos.....	40
<i>Tabla 8.6-24 Valor del impacto cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 8.6-25 Tránsito promedio diario de vehículos.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 8.6-26 Vías de acceso a la infraestructura de la modificación 2.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 8.6-27 Tiempo de ahorro en desplazamiento por mejora en la infraestructura y movilidad vial</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 8.6-28 Valor total del impacto Cambio en el estado de la infraestructura vial</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 8.6-29 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 8.6-30 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 8.6-31 Costos de estabilización.....</i>	<i>50</i>

<i>Tabla 8.6-32 Costos de aplicación de humus y microorganismos</i>	51
<i>Tabla 8.6-33 Fertilización y siembra de gramíneas</i>	51
<i>Tabla 8.6-34 VPN de los impactos de alteración</i>	52
<i>Tabla 8.6-35 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno</i>	52
<i>Tabla 8.6-36 Estudios relacionados con la conflictividad por actividades de empresas de hidrocarburos</i>	53
<i>Tabla 8.6-37 Tipo de propiedad en las veredas del AI del proyecto</i>	55
<i>Tabla 8.6-38 Nivel educativo más alto alcanzado en los municipios de San Antonio de Tequendama y Soacha</i>	56
<i>Tabla 8.6-39 Población por edad y sexo en los predios de influencia</i>	56
<i>Tabla 8.6-40 Actualización del DAP</i>	57
<i>Tabla 8.6-41 Valor económico del impacto Cambio en la percepción y calidad paisajística</i>	58
Tabla 8.6-42 Área total de intervención.....	59
Tabla 8.6-43 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “afectación de la cobertura vegetal” para coberturas naturales.....	61
Tabla 8.6-44 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” para coberturas de pastos.....	62
Tabla 8.6-45 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” para la cobertura de plantación forestal	64
Tabla 8.6-46 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto	66
Tabla 8.6-47 Zonas de manejo especial en el Área de influencia de la modificación No. 2 que fueron sujetas a sustracción	68
<i>Tabla 8.6-48 VPN de los impactos de cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación y pérdida de la conectividad ecológica</i>	69
<i>Tabla 8.6-49. Áreas potencialmente afectables de coberturas vegetales asociadas a una actividad productiva</i> .72	
<i>Tabla 8.6-50. Valor del impacto de Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario por hectárea en coberturas de Pastos limpios y Pastos Arbolados</i>	74
<i>Tabla 8.6-51 Valor económico del impacto por hectárea para la cobertura otros cultivos permanentes</i>	75
<i>Tabla 8.6-52 Flujo de la valoración del impacto Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario en el horizonte de ejecución del proyecto</i>	76
<i>Tabla 8.6-53 Flujo de caja de los impactos no internalizables</i>	77
<i>Tabla 8.6-54 Criterios de decisión</i>	80
<i>Tabla 8.6-55 Análisis de sensibilidad</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 8.6-1 Etapas de evaluación económica ambiental	6
Figura 8.6-2 Clasificación del valor ecosistémico total (VET).....	9

Figura 8.6-3 Clasificación del valor ecosistémico total	10
Figura 8.6-4 Metodología de la valoración económica	11
<i>Figura 8.6-5 Ubicación puntos de aforo vehicular</i>	<i>43</i>

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 8.6-1. Flujo económico
- Anexo 8.6-2. Informe final Tigrillo
- Anexo 8.6-3. Mano de obra
- Anexo 8.6-4. Bibliografía

8.6 Evaluación Económica Ambiental

La evaluación económica ambiental en los proyectos que requieren licenciamiento es obligatoria a partir de la normativa colombiana como lo son el Decreto 2041 de 2014, mediante el cual se define como obligatoria la Evaluación Económica para aquellos impactos ambientales identificados en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto. También está el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015) en su numeral 6 artículo 2.2.2.3.5.1, donde requiere evaluar los costos y beneficios ambientales referentes a cambios generados en los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, como información relevante para conocer la viabilidad ambiental de un proyecto.

Con la Resolución 1669 de 2017, por la cual se adoptan los Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licencia ambiental o instrumento equivalente y la Resolución 1084 de 2018 “Por la cual establecen las metodologías de valoración de costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables” se pretende tener documentos guía, que puedan ser utilizados para el desarrollo de la evaluación económica del proyecto de interés, con la finalidad de ejecutar una mejor planeación de uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

8.6.1 Metodología Proceso De Evaluación Económica Ambiental

Para el desarrollo de la metodología, se tuvo en cuenta las etapas de evaluación económica ambiental relacionadas en el documento “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental” (MADS & ANLA, 2017) y la “Guía de aplicación de Valoración Económica Ambiental” expedida por (MADS, 2018). Por lo tanto, la evaluación económica ambiental se divide en ocho (8) etapas: I) La identificación de los impactos significativos; II) Cuantificación del delta ambiental; III) Análisis de internalización; IV) Valoración monetaria de los impactos no internalizables; V) Construcción del flujo de caja; VI) Evaluación de los criterios e indicadores de decisión; VII) Análisis de sensibilidad e incertidumbres y; VIII) Conclusiones e integración de los resultados (ver Figura 8.6-1).

Figura 8.6-1 Etapas de evaluación económica ambiental



Fuente: Adaptado a partir de MADS: Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, 2017.

8.6.1.1 Identificación de impactos significativos

La identificación de impactos significativos se realiza teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el capítulo de evaluación ambiental y su correspondiente matriz de evaluación escenario con proyecto, en la que se identifican los impactos de carácter positivo y negativo que fueron calificados con mayor significancia por las diferentes actividades que presenta el proyecto. Posteriormente, se realiza la clasificación de los impactos ambientales que pueden ser internalizables y los que no, siendo estos últimos objetos de valoración económica.

8.6.1.2 Cuantificación biofísica del delta ambiental

Para lograr determinar los cambios que se presentan en los servicios ecosistémicos por las diferentes actividades que se realizan en el proyecto, se utiliza la cuantificación biofísica del delta ambiental, que consiste en estimar las unidades físicas, espaciales y temporales. Esta información es tomada de la situación sin proyecto comparada con el escenario con proyecto, así como demás información consignada en los capítulos que conforman el Estudio de Impacto Ambiental.

8.6.1.3 Análisis de internalización

En el análisis de internalización se relacionan los impactos ambientales significativos que por medio de medidas de manejo se pueden prevenir o corregir, adicionalmente se estima un valor económico teniendo en cuenta los costos relacionados en la medida de manejo de los impactos internalizables. Para este análisis, y a partir del impacto significativo, se evalúa el servicio ecosistémico afectado, el indicador (línea base) de la cuantificación del cambio realizado al servicio, la medida de manejo del PMA que permite internalizar el impacto, y los costos ambientales, que se dividen en tres (3) categorías: (I) Costos operativos (COi): son los costos por mantener la calidad ambiental, (II) Costos de transacción (CTi): conciernen a los impuestos o tarifas del mercado por la utilización del servicio ambiental y, (III) Costos de personal (CPI): referente al pago que se realiza al recurso humano necesario para poder desarrollar las medidas de manejo de prevención o corrección relacionadas en el PMA (ver Tabla 8.6-1).

Tabla 8.6-1 Análisis de internalización

IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTEMICO O AMBIENTAL	INDICADOR LINEA BASE - EIA		CUANTIFICACION DEL CAMBIO DEL VALOR	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACION	COSTOS AMBIENTALES ANUALES – ECI*		
		NOMBRE	VALOR		NOMBRE	VALOR INDICADOR		CTi	COi	CPI
VALORES TOTALES										
VALOR TOTAL ECI								CTi + COi + CPI		

Fuente: Adaptado de Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental 2017; Grupo de valoración económica ANLA, 2015.

8.6.1.4 Construcción del flujo de caja de inversiones

La construcción del flujo de caja de inversiones se realizó teniendo en cuenta la vida útil del proyecto que corresponde a 26 años, para aquellos impactos que fueron identificados como internalizables, además de utilizar la información de costos referentes a las medidas de manejo de carácter preventivo o correctivo relacionados en el análisis de internalización. Estos costos, se ajustaron al Valor Presente Neto, tomando las inversiones planificadas por el proyecto y relacionadas en el Plan de Manejo Ambiental (ver Tabla 8.6-2).

Tabla 8.6-2 Componentes del resultado del análisis de internalización de impactos

COMPONENTE DEL COSTO	VALOR AÑO 0	VALOR AÑO i	VALOR AÑO n	VPN (TSD 9%)
$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$				$TI = \sum (EC)_i (1+12\%)^{-i}$
EC _i : costos ambientales del proyecto				
TI: Total valores internalizados				

Nota: EC_i: costos ambientales del proyecto; TI: total valores internalizados; VPN: Valor Presente Neto; i: indicador del año
Fuente: Ajustado de CEDE, Uniandes. MAVDT 2010.

8.6.1.5 Valoración monetaria de impactos no internalizables

Se estima los costos en unidades monetarias de los servicios afectados por aquellos impactos que no son internalizables debido a su naturaleza, ya que, aunque presentan medidas de manejo, estas no son suficientes para poderlos prevenir o controlar en su totalidad. Para la valoración, se utiliza el Valor Económico Total (VET) (ver Figura 8.6-2), correspondiente al valor dado por el uso de los diferentes beneficios que brindan los bienes y servicios, está dividido en dos (2) categorías de valor: valor de uso y valor de no uso.

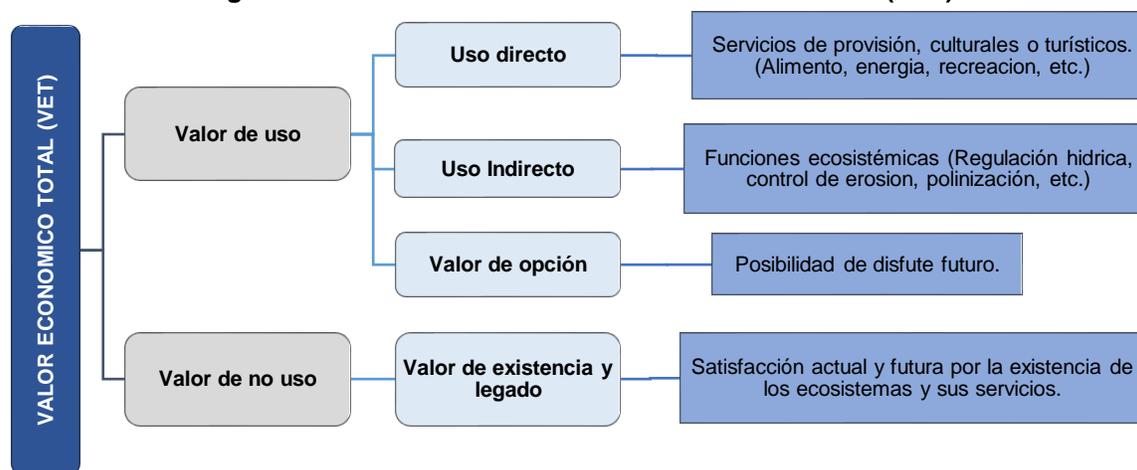
- Valor de uso

Es el valor directo o indirecto adquirido por disfrutar del bien o servicio y conformado por tres (3) categorías, el valor de uso directo, el cual se da por utilizar forma directa los beneficios ofertados por los servicios ambientales, el valor de uso indirecto, siendo el valor dado por el uso de los servicios de forma indirecta y el valor de opción, concierne al valor definido por el uso de un bien o servicio a futuro, aunque en el presente no se disfrute los beneficios de este (MADS, 2018).

- Valor de no uso

Se refiere al valor proporcionado a un bien o servicio solo por el hecho de existir sin tener en cuenta los beneficios que brinda, asimismo, conformado por el valor de existencia, como su nombre lo indica es el valor generado solo porque existe el bien y el valor de legado, el cual hace referencia a la satisfacción de saber que otras o futuras generaciones lograrán gozar de los beneficios ofertados por los bienes y servicios (MADS, 2018).

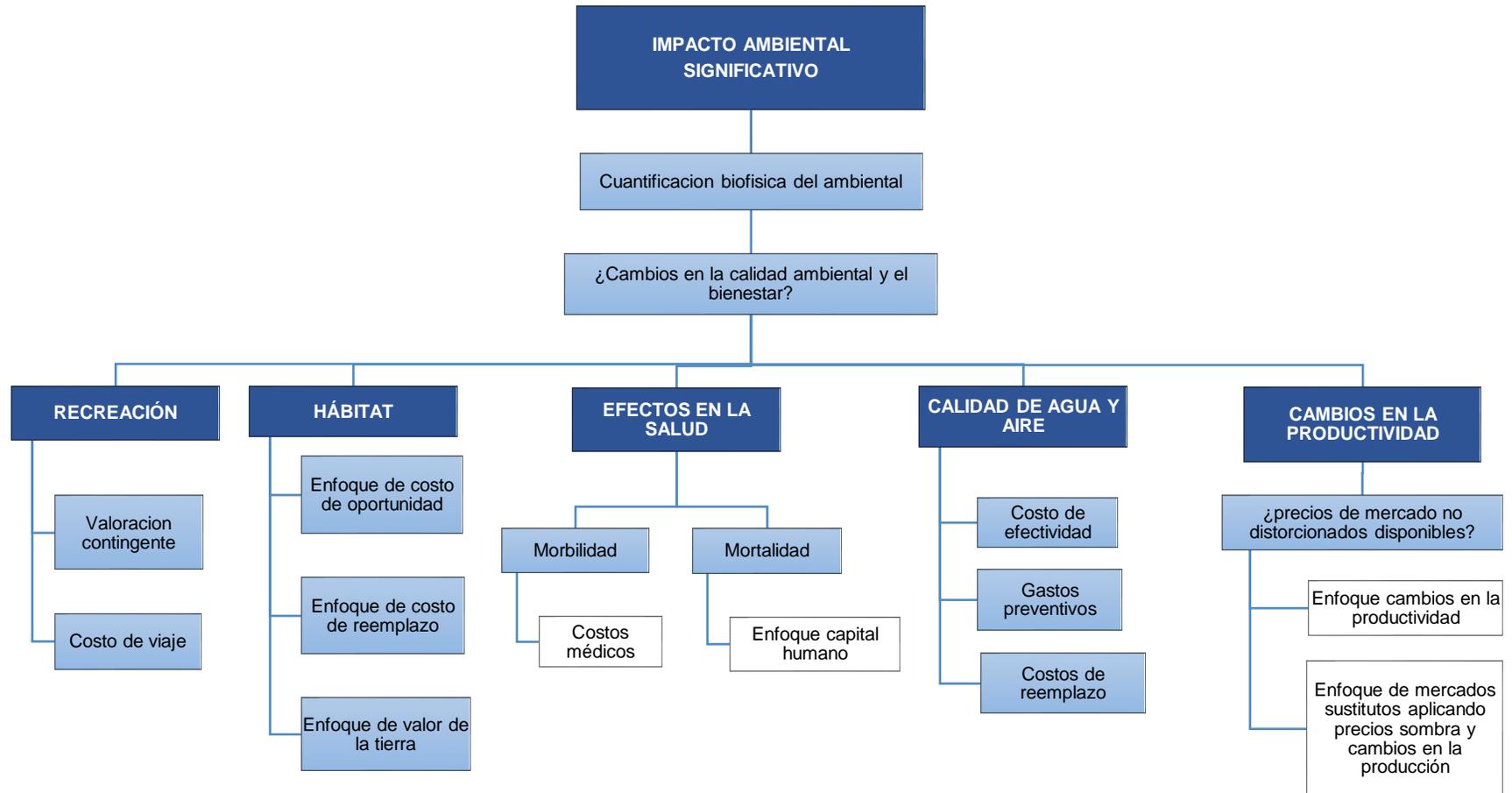
Figura 8.6-2 Clasificación del valor ecosistémico total (VET)



Fuente: Adaptado de la Guía de aplicación de la Valoración Económica Ambiental. (MADS, 2018), Martín-López, et al., 2012.

Teniendo en cuenta la “Guía de aplicación de Valoración Económica Ambiental” (MADS, 2018) y el esquema de grupos metodológicos (ver Figura 8.6-3) existen distintos métodos de valoración económica; para cada uno de los impactos ambientales identificados se determinó el más efectivos a utilizar a partir de cambios en calidad, bienestar y los impactos significativos identificados.

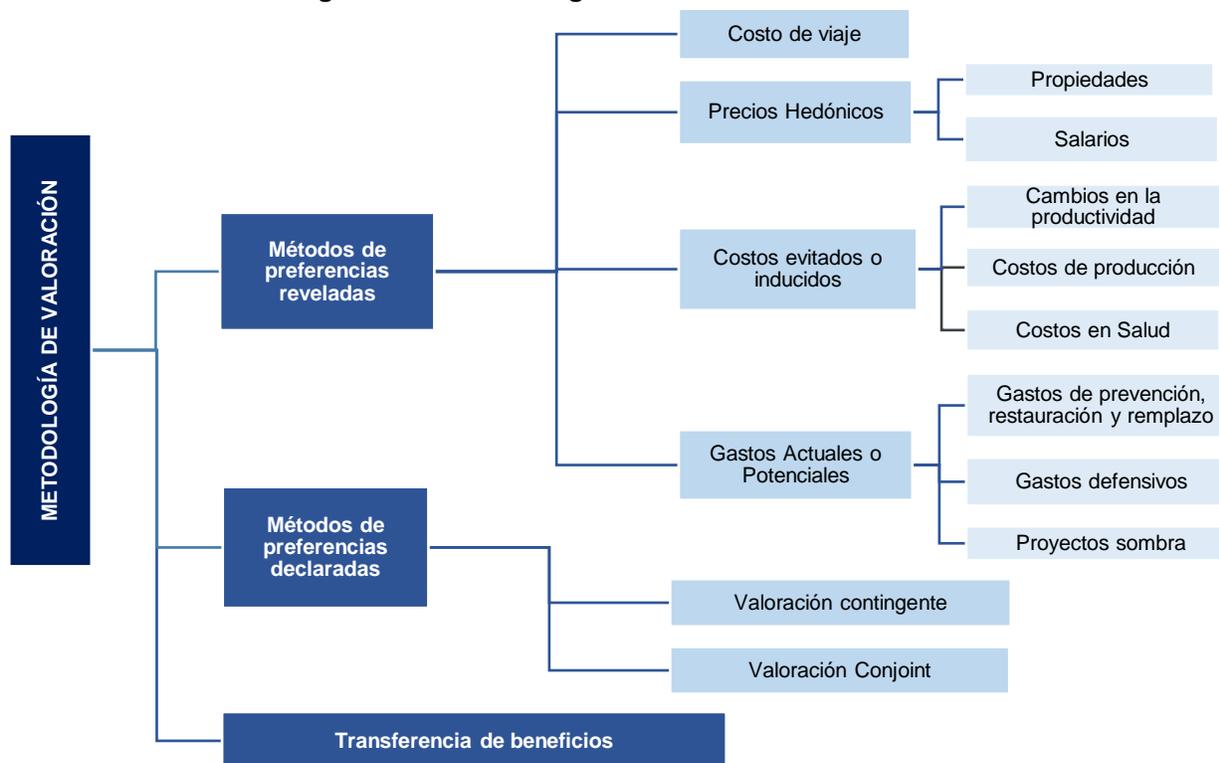
Figura 8.6-3 Clasificación del valor ecosistémico total



Fuente: Adaptado de “Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental” (MADS & ANLA, 2017); Grupo de Valoración Económica de la ANLA, a partir de Dixon et. al. (2009); Freeman (2003); Haab y McConnell (2003) y; Chapman, Boyle, y Brown (2003).

Las metodologías de valoración económica existentes, que tienen como objetivo realizar la cuantificación de bienes y servicios, se clasifican en tres (3) grupos, preferencias reveladas, preferencias declaradas, y transferencia de beneficios (ver Figura 8.6-4), las cuales se conforman por varios métodos para la estimación del valor económico como costos de viaje, costos evitados o inducidos, valoración contingente, entre otros.

Figura 8.6-4 Metodología de la valoración económica



Fuente: (MADS, 2018)

○ Métodos de preferencias reveladas

Hacen referencia aquellos métodos indirectos que se utilizan para obtener la estimación del valor de los bienes y servicios teniendo en cuenta la relación entre servicio y calidad ambiental, así como información de mercados afines con servicios ecosistémicos objeto de evaluar. Se constituye de cuatro (4) métodos:

a. Costos de viaje

A partir de información de carácter primaria o secundaria se puede estimar los costos realizados por visitar o conocer un lugar, puesto que este método tiene como objetivo determinar el valor de uso a los bienes y servicios que dentro de su oferta se encuentran actividades relacionadas con turismo, recreación y/o esparcimiento. Adicionalmente, puede ser aplicado de dos (2) formas, mediante un enfoque zonal, el cual se utiliza información de tipo secundaria y algunos datos recolectados de visitantes en cada lugar y el enfoque individual, teniendo en cuenta información primaria y recolectada por medio de herramientas como encuestas realizadas a visitantes del lugar (MADS & ANLA, 2017).

b. Precios hedónicos

Método utilizado para estimar el valor de las amenidades ambientales que afecten el precio de los bienes mercadeables con el objetivo de determinar el conjunto de atributos de un bien que pueden explicar su precio y efecto sobre el valor de la propiedad. El valor del servicio se estima ya sea por sus características que modifican o influyen en los precios del mercado de una forma directa, así como la calidad ambiental, o por los servicios ecosistémicos que influyen directamente el salario aceptado por personas que trabajan en diferentes áreas de trabajo que calcula la variación de los salarios frente un cambio marginal en un parámetro ambiental (MADS & ANLA, 2017).

c. Costos evitados o inducidos

Se encuentra basado en el supuesto de que una alteración de carácter positivo o negativo de calidad ambiental puede evitar o inducir gastos a las personas. Por medio de un modelo dosis-respuesta, busca estimar los costos adicionales originados a los productores o consumidores por el impacto negativo que influyó en el servicio. Para el caso, de cuando es el impacto positivo, se determina los costos que fueron evitados a los productores y consumidores por mejorar la calidad ambiental. Se puede concluir que es un método que permite analizar el bien o servicio ambiental que no se comercia en el mercado, sin embargo, está relacionado con otro bien que sí lo es, relacionándolos en ser sustitutos en el marco de una determinada función de producción (MADS & ANLA, 2017).

- Cambios en la productividad

Por medio de este método, es posible tener en cuenta algunos factores que en ocasiones no se consideran, pero pueden afectar la productividad de un servicio de tipo mercadeable (recursos naturales e insumos ambientales). También se utiliza información referente a cambios en la producción del bien por causas ambientales y factores externos (ej: clima). Por lo anterior, es posible estimar el valor de uso del bien o servicio sobre la producción final del mismo, teniendo en cuenta los precios presentes en el mercado y el valor económico establecido (MADS & ANLA, 2017).

- Costos de producción

Método mediante el cual se puede estimar la afectación o alteración en la calidad de un parámetro ambiental respecto a los costos de producción. Para lo cual se realiza un modelo econométrico con el objetivo de obtener el valor marginal del servicio sobre el costo de producción, por medio de variables o factores de producción que puedan ser perturbados por cambios en la calidad de un bien o servicio, además de incluir el comportamiento de la productividad teniendo en cuenta la cronología (MADS, 2018).

- Costos en salud

Los costos de salud están relacionados con la determinación de causas, efectos o riesgo de una variable de carácter ambiental o externa que puede generar enfermedad o cambios de salud de una comunidad, por lo tanto es importante tener claro la población de riesgo o afectada para calcular el costo total por afectaciones en la salud. Adicionalmente, se puede utilizar como insumo los cambios en la productividad de una persona a través de la valoración de morbilidad (costos directos o indirectos) que una persona puede presentar por una enfermedad y valoración de mortalidad, partiendo que los cambios que generan en la productividad de las personas por la causa de muerte prematura o por el incremento de su expectativa de vida. Por lo tanto, se calcula el valor presente, al cual se le descuenta las ganancias de por vida de la persona, para el caso de muerte prematura, se utiliza dos supuestos, el valor de una persona es lo que produce y la productividad de un individuo está basada en sus ganancias (MADS, 2018). Gastos actuales o potenciales permiten estimar el valor económico del bien o servicio a través de gastos que se puedan generar por prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar cambios en la

calidad ambiental. Está conformado por tres (3) categorías: gastos de prevención, restauración y reemplazo, gastos defensivos y proyectos sombra.

d. Gastos actuales o potenciales

Los métodos basados en gastos actuales o potenciales consideran los gastos en que incurren las personas para prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar los cambios en los parámetros ambientales. Los principales métodos de gastos actuales o potenciales son: I) gastos de prevención, restauración y reemplazo, II) gastos defensivos y, III) proyectos sombra.

- Gastos de prevención, restauración y reemplazo

Se basa en la estimación de los gastos en los que se incurre al prevenir, restaurar o reemplazar los servicios ecosistémicos afectados por el desarrollo de un proyecto. Asimismo, este método valora el uso indirecto de los servicios ecosistémicos cuando no hay información sobre las funciones ambientales y la relación con los daños generados siendo una aproximación al valor económico (MADS, 2018).

- Gastos defensivos

Este método es utilizado con el fin de estimar los gastos necesarios para la mitigación del daño ambiental ocasionados por la ejecución de algún un proyecto. Una de las características principales es que tiene en cuenta la pérdida residual persistente, que se genera cuando las acciones de mitigación no son suficientes para lograr restaurar en su totalidad o estado inicial, aquellas zonas que fueron afectadas. Se tiene en cuenta precios del mercado o de referencia (MADS, 2018).

- Proyectos sombra

Tiene como objetivo estimar los gastos ocasionados en acciones de prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar los servicios ecosistémicos que fueron afectados por el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, a través de un costeo de un proyecto de tipo real o hipotético, se determinan los costos totales de los potenciales proyectos que podrían prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar los servicios ecosistémicos que de una u otra forma se vieron perturbados por actividades propias del proyecto y así, obteniendo una aproximación del costo al valor de la pérdida de bienestar ocasionado por la afectación (MADS, 2018).

Finalmente, de manera general, los métodos de preferencias declaradas está integrado por dos (2) métodos: I) El método de valoración contingente: Su fuente de información son encuestas que dejen en claro los beneficios e impactos negativos que se pueden presentar, estimando los cambios en el bienestar de las personas producto de cambios hipotéticos en un servicio ecosistémico; II) Valoración Conjoint: Busca identificar el valor que le asignan las personas a diferentes atributos deducidas a partir del ordenamiento de sus preferencial para conocer la estructura de preferencia de los individuos (MADS, 2018). Por último, la transferencia de beneficios permite el uso de los resultados de una Valoración Económica Ambiental previa, la cual brinda los insumos suficientes y aplicables para valorar un bien o servicio de interés en otro caso, sabiendo que se requiere que el estudio base utilizado para valorar coincida con el servicio ecosistémico y las condiciones socioeconómicas y ambientales del nuevo caso (MADS, 2018).

8.6.1.6 Construcción de costos – beneficio

Respecto a los impactos identificados como no internalizables, se desarrolló el flujo de inversiones teniendo en cuenta el Valor Presente Neto de los impactos positivos (Beneficios) y negativos (Costos), de acuerdo con el comportamiento de cada uno durante el tiempo que dura el proyecto. Adicionalmente, se utilizó una tasa social

de descuento de 9% determinada para Colombia en el año 2018, valor que considera el criterio de eficiencia de Harberger.

8.6.1.7 Evaluación de criterios e indicadores de decisión

Se tuvo en cuenta el Valor Presente Neto y la Relación Beneficio– Costo –RBC como criterios e indicadores para ejecutar la evaluación y el balance de pérdidas y ganancias en términos de bienestar para el desarrollo del proyecto.

- **Valor presente Neto:** Es la sumatoria de beneficios y costos de carácter ambiental y social para cada periodo de ejecución del proyecto, sumados en el valor presente y descontados de acuerdo con la tasa social de descuento considerada del 9 %.

$$VPN = \sum_{i=0} \frac{Bi}{(1+r)^i} - \sum_{i=0} \frac{Ci}{(1+r)^i}$$

Dónde:

VPN: Valor presente neto

i: Indicador del año

r: Tasa social de descuento

n: Periodos de tiempo de análisis

Bi: Beneficios Ambientales obtenidos del proyecto en el año i.

Ci: Costos Ambientales del proyecto en el año i.

Para el Valor Presente Neto calculado se relacionan tres (3) criterios de interpretación, el primero es cuando el VPNA resulta mayor a cero significando que el proyecto es viable ambientalmente debido a que los beneficios superan a los costos ambientales, el segundo es cuando el VPNA resulta igual a cero y se interpreta como que el proyecto no genera cambios sustanciales en el bienestar socioambiental, y el tercero y último es cuando el VPNA es menor a cero, significando que los costos superan los beneficios socioambientales del proyecto y posiblemente generará pérdidas en el bienestar (ver Tabla 8.6-3).

Tabla 8.6-3 Criterios de interpretación del Valor Presente Neto

VALOR PRESENTE NETO	INTERPRETACIÓN
VPNA > 0	Los beneficios ambientales y socioeconómicos del proyecto son mayores que los costos ambientales, por lo tanto, el proyecto es rentable desde el punto de vista socioambiental lo que implicaría tomar la decisión de ejecutar el proyecto
VPNA = 0	El proyecto genera beneficios iguales a los costos, considerando la tasa social de descuento, por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar socioambiental.
VPNA < 0	Los costos ambientales y socioeconómicos que desencadenará el proyecto son mayores a sus beneficios, por tanto, se debe rechazar su ejecución, puesto que se estima que provocará pérdidas en bienestar social para la población en el AI del proyecto.

Fuente: (MADS & ANLA, 2017)

- **Relación Beneficio – Costo Ambiental:** Es la relación entre los beneficios y los costos ambientales y socioeconómicos generados por las externalidades que se pueden producir por la ejecución del proyecto. Para desarrollar el cálculo, se toman los valores de VPNA obtenidos en relación con los costos y beneficios socioambientales.

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{Bi}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{Ci}{(1+r)^i}} = \frac{VPN_{beneficios}}{VPN_{costos}}$$

La interpretación del resultado de la relación beneficio-costo (ver Tabla 8.6-4) tiene en cuenta tres (3) posibles resultados, el primero siendo un proyecto viable cuando $RBC > 1$ y cuanto mayor sea el valor más favorable resultado. Por el contrario, si $RBC < 1$, significa que el proyecto no es favorable de carácter ambiental y social y si $RBC = 1$, indica que no hay cambios en el bienestar del componente social y el proyecto será indiferente si se desarrolla.

Tabla 8.6-4 Interpretación de la Relación Beneficio Costo (RBC)

RELACIÓN BENEFICIO-COSTO	INTERPRETACIÓN
RBC > 1	El proyecto genera bienestar social, por tanto, se acepta.
RBC = 1	El proyecto no presenta cambios en bienestar social, por tanto, es indiferente.
RBC < 1	El proyecto empeora el bienestar social. Por tanto, no es recomendable su ejecución.

Fuente: (MADS & ANLA, 2017).

8.6.1.8 Análisis de sensibilidad e incertidumbres

El análisis de sensibilidad se realiza debido a la incertidumbre que rodea algunos costos y beneficios futuros, por lo cual se calcula el VPN con diferentes valores de parámetros como variación de los costos y beneficios en hasta un 10%. El propósito de este análisis es conocer cual parámetro produce una mayor sensibilidad sobre el VPN y por ende afecta más los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto (CEDE, 2010).

8.6.1.9 Conclusiones e integración de resultados

Teniendo el análisis costo-beneficio, calculados los criterios de decisión y con el análisis de sensibilidad e incertidumbre que conforman la evaluación económica ambiental para la Modificación 2 de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 / 2021 del proyecto «Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016», se integraron los resultados con el fin de concluir la viabilidad del proyecto.

8.6.2 Desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental

Se presenta de forma detallada el proceso realizado para la evaluación económica ambiental de la Modificación 2 de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 / 2021 del proyecto «Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016». Para lo anterior, se tiene en cuenta lo relacionado en los documentos “Guía de Aplicación de la Valoración Económica Ambiental” (MADS & ANLA, 2018) y “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental” (MADS & ANLA, 2017).

8.6.2.1 Identificación de impactos significativos

Se identificaron los potenciales impactos significativos a desencadenarse por las actividades del proyecto, entendiendo estos como aquellos impactos que generaran las mayores pérdidas o ganancias desde el punto de vista del bienestar de la sociedad. La selección de los impactos partió de la identificación de la significancia

ambiental consignada en la matriz de evaluación ambiental para el escenario con proyecto y de la jerarquización realizada para los impactos.

Para los impactos positivos, se consideraron todos aquellos pertenecientes a la categoría de “Medianamente importante”, sin tener en cuenta los impactos pertenecientes a las categorías de “Muy importante” e “Importante”, ya que estos se asocian con la fase desmantelamiento, abandono y recuperación final, siendo acciones correctivas propias de la ejecución del proyecto, orientadas a restituir las condiciones iniciales del área intervenida, y por tanto no representan una externalidad positiva en beneficio de la sociedad (ver Tabla 8.6-5).

Tabla 8.6-5 Categorías de clasificación de los impactos ambientales positivos

RANGO CALIFICACIÓN	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO
14 a 35,9	Poco Importante
36 a 58,9	Medianamente Importante
59 a 80,9	Importante
81 a 104	Muy Importante

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la jerarquización de los impactos negativos, se consideran las categorías de evaluación que relacionan los niveles de mayor gravedad (severo y crítico), así como los impactos sinérgicos, lo anterior, teniendo en cuenta que fue el criterio aprobado en la Resolución 170 del 15 de enero de 2021 por la cual se otorgó la Licencia Ambiental para el proyecto “Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza”, donde la Autoridad resaltó que existen impactos que resultan importantes frente a la aplicación de instrumentos de gestión ambiental, como los sinérgicos, los cuales también son insumo para la identificación de los impactos relevantes; en este contexto, se toma como referencia el criterio de jerarquización para la licencia ambiental (ver Tabla 8.6-6).

Tabla 8.6-6 Categorías de clasificación de los impactos ambientales negativos

RANGO CALIFICACIÓN	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO
14 a 35,9	Irrelevante
36 a 58,9	Moderado
59 a 80,9	Severo
81 a 104	Crítico

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Producto de la jerarquización, se identificaron 19 impactos significativos: 14 de carácter negativo de los cuales cuatro (4) se encuentran en la significancia ambiental de severo, nueve (9) en moderado, y uno (1) irrelevante, siendo estos últimos diez, impactos con carácter sinérgico; los cinco (5) restantes impactos son de carácter positivo, todos pertenecientes al medio socioeconómico y con significancia ambiental de medianamente importante (Ver Tabla 8.6-7).

Tabla 8.6-7 Identificación de impactos significativos

MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDAD SIGNIFICATIVA	IMPACTO AMBIENTAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA AMBIENTAL
ABIÓTICO	Suelo	Excavación y explanación en sitios de torre	Alteración de las capas del suelo	Severo



MEDIO	COMPONENTE	ACTIVIDAD SIGNIFICATIVA	IMPACTO AMBIENTAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	
		Excavación y explanación en sitios de torre	Alteración de la estabilidad geotécnica	Moderado (Sinérgico)	
		Excavación y explanación en sitios de torre	Pérdida del suelo orgánico y erosión	Moderado (Sinérgico)	
	Atmósfera	Energización y transmisión de energía	Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas	Moderado (Sinérgico)	
	Paisaje	Montaje y vestida de estructuras	Cambio en la percepción y calidad paisajística	Severo	
BIÓTICO	Ecosistemas terrestres	Remoción de la cobertura vegetal	Afectación de la cobertura vegetal	Severo	
			Pérdida de la conectividad ecológica	Severo	
			Ahuyentamiento de fauna silvestre	Moderado (Sinérgico)	
			Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas	Moderado (Sinérgico)	
	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	Remoción de la cobertura vegetal	Afectación de áreas de sensibilidad ambiental	Moderado (Sinérgico)	
			Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación	Moderado (Sinérgico)	
SOCIO ECONÓMICO	Dimensión económica	Tendido del cable	Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario.	Moderado (Sinérgico)	
	Dimensión Espacial	Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte vehicular	Cambio en el estado de la infraestructura vial	Moderado (Sinérgico)	
			Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular	Irrelevante (Sinérgico)	
	Dimensión Económica	Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)	Cambio temporal en el nivel de ingresos	Medianamente importante	
			Información, comunicación y participación a las comunidades al inicio del proyecto	Generación de expectativas	Medianamente importante
			Movilización de personal	Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales	Medianamente importante
	Dimensión Espacial	Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)	Cambio en el estado de la infraestructura vial	Medianamente importante	
	Dimensión Político - Organizativa	Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)	Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales	Medianamente importante	

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

8.6.2.2 Cuantificación biofísica del delta ambiental

La cuantificación biofísica de los impactos significativos relaciona el dimensionamiento de los cambios generados por el desarrollo del proyecto. Para el medio abiótico el delta ambiental se genera a partir del área de excavación



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

y explanación en sitios de torre, para paisaje la población que puede verse afectada por las torres de energía, y para el impacto de radiointerferencia se tiene en cuenta los niveles de presión sonora; para el componente biótico, se consideran las áreas de intervención y de importancia para la conservación, y por último, en el medio socioeconómico prima la demanda de Mano de Obra No Calificada (MONC) (ver Tabla 8.6-8).

Tabla 8.6-8 Cuantificación biofísica del delta ambiental

ACTIVIDAD SIGNIFICATIVA	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	INDICADOR	VALOR SIN PROYECTO	VALOR CON PROYECTO
MEDIO ABIÓTICO						
Excavación y explanación en sitios de torre	Alteración de las capas del suelo	Soporte	Severo	Área de excavación y explanación (ha)	0	1,95
Excavación y explanación en sitios de torre	Alteración de la estabilidad geotécnica	Soporte	Moderado (Sinérgico)	Área de excavación y explanación (ha)	0	1,95
Excavación y explanación en sitios de torre	Pérdida del suelo orgánico y erosión	Soporte	Moderado (Sinérgico)	Área de excavación y explanación (ha)	0	1,38
Energización y transmisión de energía	Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas	Regulación	Moderado (Sinérgico)	Niveles de presión sonora (dB)	61,8	62,3 ¹
Montaje y vestida de estructuras	Cambio en la percepción y calidad paisajística	Soporte	Severo	Población afectada (hab.)	0	25
MEDIO BIÓTICO						
Remoción de la cobertura vegetal	Afectación de la cobertura vegetal	Soporte	Severo	Área de intervención (ha)	0	3,16
Montaje y vestida de estructuras	Afectación de áreas de sensibilidad ambiental	Soporte	Moderado (Sinérgico)			
Remoción de la cobertura vegetal	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Soporte	Moderado (Sinérgico)	Población de especie indicadora potencialmente afectada	0	2.11 ind/km ²²
Remoción de la cobertura vegetal	Afectación de especies de fauna	Soporte	Moderado (Sinérgico)			

¹ Se estimó a partir de la variación entre la línea base y la fase de construcción que resulta en un incremento de 2%, y se asume un 1% para la etapa operativa dado que las fuentes de emisión disminuyen siendo únicamente la infraestructura de la Línea Eléctrica.

² Anexo 8.6-2. Informe final Tigrillo

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

ACTIVIDAD SIGNIFICATIVA	IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA AMBIENTAL	INDICADOR	VALOR SIN PROYECTO	VALOR CON PROYECTO
	<i>endémicas o amenazadas</i>					
<i>Remoción de la cobertura vegetal</i>	<i>Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación</i>	<i>Soporte</i>	<i>Moderado (Sinérgico)</i>	<i>Áreas de importancia para la conservación a intervenir (ha)</i>	0	2,35
<i>Remoción de la cobertura vegetal</i>	<i>Pérdida de la conectividad ecológica</i>	<i>Soporte</i>	<i>Severo</i>			
MEDIO SOCIOECONOMICO						
<i>Tendido del cable</i>	<i>Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario.</i>	<i>Cultural</i>	<i>Moderado (Sinérgico)</i>	<i>Área de cultivos y ganadería a intervenir por el proyecto (ha)</i>	0	2,0
<i>Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte vehicular</i>	<i>Cambio en el estado de la infraestructura vial</i>	<i>Cultural</i>	<i>Moderado (Sinérgico)</i>	<i>Longitud de vías a utilizar por el proyecto (Km)</i>	0	21,32
	<i>Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular</i>	<i>Cultural</i>	<i>Irrelevante (Sinérgico)</i>	<i>Longitud de las vías terciarias del proyecto (Km)</i>	0	1,7
<i>Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)</i>	<i>Cambio temporal en el nivel de ingresos</i>	<i>N.A.</i>	<i>Medianamente importante</i>	<i>Demanda de MONC</i>	0	822
	<i>Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales</i>	<i>N.A.</i>	<i>Medianamente importante</i>	<i>Demanda de MONC</i>		
<i>Información, comunicación y participación a las comunidades al inicio del proyecto</i>	<i>Generación de expectativas</i>	<i>N.A.</i>	<i>Medianamente importante</i>	<i>Demanda de MONC</i>		
<i>Movilización de personal</i>	<i>Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales</i>	<i>N.A.</i>	<i>Medianamente importante</i>	<i>Personal a ser transportado por las actividades del proyecto</i>	0	27
<i>Adecuación y mantenimiento de vías usadas por el proyecto</i>	<i>Cambio en el estado de la infraestructura vial</i>	<i>N.A.</i>	<i>Medianamente importante</i>	<i>Velocidad por de desplazamiento en las vías que requieren adecuación (Km/h)</i>	20	25

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

8.6.2.3 Análisis de internalización

Para el desarrollo de este numeral se tuvo en cuenta el documento “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licenciamiento Ambiental” (MADS & ANLA, 2017) y los resultados obtenidos de la evaluación de la manifestación de los impactos significativos frente a las medidas de manejo estipuladas en el Plan de Manejo Ambiental que pudieran prevenir o corregir dichos impactos, a partir de lo cual, se identificaron seis (6) impactos internalizables correspondientes a “Alteración de la estabilidad geotécnica”, “Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas”, “Ahuyentamiento de fauna silvestre”, “Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas”, “Cambio en el estado de la infraestructura vial” y “Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular” para los cuales se determinó las medidas de manejo aplicables para la prevención y corrección, así como los costos (personal, transacción y operación), en los que se incurriría para su desarrollo (ver Tabla 8.6-20).

Alteración de la estabilidad geotécnica

El impacto “Alteración de la estabilidad geotécnica” bajo el escenario con proyecto presenta una significancia ambiental “Moderada” siendo la actividad más significativa la excavación y explanación en sitios de torre con una calificación negativa de -44, debido a que podrían ocasionar esfuerzos en el suelo mayores a su resistencia, y así, derivar movimientos en masa del terreno; sin embargo, esta situación se prevé desde la fase de estudios del proyecto, puesto que, la ubicación de las estructuras y diseño de las cimentaciones obedecen a diseños derivados del estudio de suelos donde se determinó, entre otros aspectos, la capacidad portante y demás parámetros geomecánicos del terreno, que permiten conocer la generación de zonas de inestabilidad a raíz de las actividades en mención.

A partir del análisis de los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental, se evidencian acciones correctivas en el Programa TCE-S-Geo Manejo de la estabilidad geotécnica, las cuales al ser desarrolladas pueden internalizar el impacto. El programa contempla como primera medida, el desarrollo de una serie de inspecciones en cada sitio de torre, para evaluar las condiciones de estabilidad geotécnica del terreno a intervenir; a partir de las inspecciones, se podrá definir la existencia de sitios de torre que requieran obras complementarias de estabilidad, adicionales a las ya definidas en los estudios previos del proyecto, en donde se determinaron dos sitios de torre (444N y 447N) con clara presencia de procesos de inestabilidad, por lo cual en el programa se considera el diseño e implementación de estas obras de estabilización geotécnica.

Adicionalmente y de forma complementaria, deberán desarrollarse otras medidas como la delimitación de las áreas de intervención y el restablecimiento de la cobertura vegetal, para evitar la exposición directa del suelo ante agentes climáticos que pueden generar erosión del suelo, y con el tiempo desencadenar procesos de remoción en masa. Para el restablecimiento de la cobertura vegetal, se deberá considerar el correcto almacenamiento de los residuos del descapote y las excavaciones, dado que este material será reutilizado en la revegetalización de los sitios de torre y demás áreas que lo requieran, por lo cual se debe garantizar su conservación.

Los costos ambientales asociados al manejo del impacto se encuentran discriminados en costos de operación, que se distribuyen en cuatro actividades: I) Identificación e inventario de zonas inestables en las áreas de intervención del proyecto, contemplando en conjunto, un rubro de transporte para la visita de cada sitio de torre y el levantamiento de información de inspección (actas) estimado en \$4.122.000, II) Implementación de obras geotécnicas, asumiendo costos por diseño para los sitios de torre, transporte del personal, implementación de obras y costo de transporte de material, con un total de \$182.383.280; III) Medidas complementarias para todos los sitios de torre por un total de \$37.200.000 y IV) Por último, el restablecimiento de la cobertura vegetal por un costo total de \$151.862.713. Contemplando lo anterior, los costos de operación alcanzan un valor total de \$375.567.993.



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Los costos de personal incluyen la contratación de un ingeniero supervisor de las obras de estabilización, un ingeniero forestal para las actividades de restablecimiento de la cobertura forestal y un técnico auxiliar. Adicionalmente, tres obreros y un conductor, alcanzando un total de costos para personal de \$172.820.868. Finalmente, el costo de transacción, que se asumen como el 20% de la sumatoria de los costos de personal y operación, se totaliza en \$109.677.772 (ver Tabla 8.6-9).

Tabla 8.6-9 Costo del programa TCE-S-Geo Manejo de la estabilidad geotécnica

ACTIVIDAD	CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
COSTOS OPERACIÓN					
Identificación e inventario de zonas inestables en las áreas de intervención del proyecto	Camioneta Inspecciones	Viaje	\$ 224.000	18	\$ 4.032.000
	Levantamiento de información de inspecciones	Actas	\$ 5.000	18	\$ 90.000
	Subtotal				\$ 4.122.000
Implementación de obras geotécnicas	Diseño de obras de estabilización geotécnica	Global	\$ 15.000.000	2	\$ 30.000.000
	Camioneta diseños	Viaje	\$ 224.000	4	\$ 896.000
	Trinchos y canales	Global	\$ 72.000.000	2	\$ 144.000.000
	Volqueta 6 m3	Mes	\$ 7.487.280	1	\$ 7.487.280
	Subtotal				\$ 182.383.280
Medidas complementarias	Delimitación del área de intervención	Global	\$ 1.500.000	18	\$ 27.000.000
	Señalización	Unidad	\$ 200.000	51	\$ 10.200.000
	Subtotal				\$ 37.200.000
Restablecimiento de la cobertura vegetal	Insumos y materiales para el almacenamiento del descapote y excavaciones	Global	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
	Transporte del descapote y excavaciones	m3	\$ 1.295	2.206	\$ 2.856.446
	Adecuación y mantenimientos (equipos y materiales) para el relleno de excavaciones	Global	\$ 7.000.000	18	\$ 126.000.000
	Transporte de relleno	m3	\$ 1.295	1.754	\$ 2.271.611
	Mecanización para restablecimiento de la cobertura vegetal	Global/ha	\$ 1.130.000	1	\$ 1.648.896
	Insumos y materiales para restablecimiento de la cobertura vegetal	Global/ha	\$ 2.800.000	1	\$ 4.085.760
	Subtotal				\$ 151.862.713
<i>Total costos operación</i>					\$ 375.567.993
COSTOS PERSONAL					
1	Obrero 1	Mes	\$ 1.541.667,50	4	\$ 6.166.670
2	Obrero 2	Mes	\$ 1.541.667,50	4	\$ 6.166.670
3	Obrero 3	Mes	\$ 1.541.667,50	15	\$ 23.125.013
2	Conductor	Mes	\$ 1.850.001,00	15	\$ 27.750.015
3	Ingeniero supervisor	Mes	\$ 5.457.500,00	5	\$ 27.287.500

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

ACTIVIDAD	CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
4	Ingeniero Forestal	Mes	\$ 5.457.500,00	10	\$ 54.575.000
5	Técnico y/o profesional auxiliar	Mes	\$ 1.850.000,00	15	\$ 27.750.000
<i>Total costos de personal</i>					\$ 172.820.868
COSTOS TRANSACCIONAL					
1	20% de los Costos operación + Costos personal				\$ 109.677.772

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para la definición del flujo de los costos durante las etapas de construcción y pre-construcción del proyecto, se estimó que para el Año 1 se pueden realizar el 80% de las actividades y el restante en el Año 2, obteniendo un valor presente neto con una Tasa Social de Descuento – TSD del 9%, de \$ \$338.867.847 para los costos de operación, \$155.932.977 para los costos de personal y \$98.960.165 para los costos de transacción (ver Tabla 8.6-10).

Tabla 8.6-10 Costo alteración de la estabilidad geotécnica

IMPACTO NEGATIVO	MEDIDA DE PMA	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		CTI	COI	CPI
Alteración de la estabilidad geotécnica	TCE-S-Geo Manejo de la estabilidad geotécnica	\$ 98.960.165	\$ 338.867.847	\$ 155.932.977

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas

El impacto “Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas” calificado en la Evaluación Ambiental con -39, con una significancia ambiental “moderada” en la actividad de energización y transmisión de energía, se presenta en la etapa de operación del proyecto Modificación No. 2 debido al establecimiento de elementos aéreos de la línea eléctrica que producen un efecto corona, definido como un fenómeno natural que se presenta en las líneas de transporte y distribución de energía eléctrica provocado por la ionización del aire que rodea a un conductor de alto voltaje (en las líneas de transmisión); este supone una pérdida en su capacidad de transporte de energía (Gómez & Gualpa, 2021).

El proceso de internalización se realizó partiendo de las acciones definidas en el Programa de Manejo del Recurso Aire - Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam; en esta se establecen medidas preventivas para evitar la generación del efecto corona que puede afectar negativamente a la atmosfera. El programa contempla actividades específicas que permitirán evitar la ocurrencia del impacto por medio de un sistema de control de emisión de ruido con aisladores eléctricos y anillos anticorona, reduciendo los niveles de emisión de ruido a fin de que no superen los límites permisibles establecidos en la legislación vigente, y complementario a este se realizarán mantenimientos semestrales de carácter preventivo (Ver Capítulo 10.1.1, Programa de Manejo del Recurso Aire – a. Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam).

Los costos ambientales que se ven asociados al impacto se discriminan según el personal requerido para desarrollar los mantenimientos en la etapa operativa para atenuaciones de ruido, este incluye cuadrillero eléctrico, liniero eléctrico, oficial eléctrico, auxiliar eléctrico y conductor teniendo un costo estimado de \$103.034.224, así mismo en los costos de operación se contemplan materiales, equipos, y transporte requerido para las jornadas de mantenimiento preventivo que se realizaran en el año con un total de \$14.726.711 y finalmente los costos de transacción para los cuales se asume el 20% de la sumatoria de los costos de personal y operación dando un resultado de \$23.552.187. Estos costos tienen un horizonte de acción durante la etapa de operación, iniciando

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

en el Año 3 en donde se contempla el costo de mantenimiento que se realizara dos veces al año durante el periodo de tiempo mencionado (ver Tabla 8.6-11).

Tabla 8.6-11 Costo Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam

ACTIVIDAD	CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
COSTOS DE OPERACIÓN					
Materiales y equipos	Seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración	(COP\$/100KM-SEMESTRAL)	\$ 2.948,2	2,3	\$ 13.617.959
	Dotación de personal y elementos de seguridad	Unidad/persona	\$ 541.361,3	4	\$ 2.165.445
	conductor ACAR	Unidad	\$ 462.422,40	17	\$ 7.861.181
Transporte	Grúa de 10 Ton	Unidad/hora	\$ 211.403	54,96	\$ 11.618.690
	Camabaja	Unidad/hora	\$ 181.580	54,96	\$ 9.979.625
	Volqueta 6 m3	Unidad/hora	\$ 65.902	54,96	\$ 3.621.952
	Camioneta	Viaje/Km	\$ 236.589	228,96	\$ 54.169.372
Total costos operación					\$ 103.034.224
COSTOS PERSONAL					
1	Conductor	Mes	\$ 1.850.001	2	\$ 3.700.002
2	Cuadrillero eléctrico	Mes	\$ 1.696.417	2	\$ 3.392.833
3	Liniero eléctrico	Mes	\$ 1.272.313	2	\$ 2.544.625
4	Oficial eléctrico	Mes	\$ 1.272.313	2	\$ 2.544.625
5	Auxiliar eléctrico	Mes	\$ 1.272.313	2	\$ 2.544.625
Total costos personal					\$ 14.726.711
COSTOS TRANSACCIONAL					
1	20% de los Costos operación + Costos personal				\$ 23.552.187

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Finalmente, para la definición del flujo de costos del presente impacto durante los años en los que se realizan las actividades periódicas, se obtiene un valor presente neto con una Tasa Social de Descuento (TDS) del 9% de \$384.836.185 para costos de transacción, \$1.683.550.562 para costos de operación y \$240.630.362 para costos de personal (ver Tabla 8.6-12).

Tabla 8.6-12 Costo generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas

IMPACTO NEGATIVO	MEDIDA DE PMA	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		CTI	COI	CPI
Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas	<i>TCE-OM-Cam - Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido</i>	\$ 384.836.185	\$ 1.683.550.562	\$ 240.630.362

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas

El impacto de afectación de especies de fauna endémica o amenazada corresponde como se indica a la posible intervención generada a especies de fauna endémicas o amenazadas por la ejecución de obras, actividades o proyectos que se desarrollan en el área de influencia del proyecto, por lo cual se hace necesaria la planificación de monitoreos, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con el fin prevenir la afectación.

La actividad de remoción de la cobertura vegetal, asociada al proyecto fue calificada con - 39 bajo la categoría “Moderado”, considerando que se genera una alteración del hábitat y con ello el estrés sobre los individuos que presentan connotación de endemismo o amenaza. Es necesario mencionar que, la intervención a las coberturas según el capítulo de Fragmentación del presente EIA describe que no se presentarán cambios en las condiciones de los parches ni fragmentación del hábitat.

Para el impacto de “afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas” fueron identificadas dos fichas de manejo, TCE-F-Fau - Manejo de Fauna y TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre. La primera (TCE-F-Fau - Manejo de Fauna) establece acciones encaminadas a la prevención de la afectación de individuos de la fauna silvestre y/o la modificación de sus hábitats que se localicen en las áreas de intervención del proyecto o en áreas aledañas a éstas. Las acciones a desarrollar comprenden, 1- Monitoreo de fauna y rutas migratorias, 2- Ahuyentamiento de fauna silvestre, 3- Rescate y reubicación de individuos, 4- Manejo de nidos de aves, 5- Monitoreo de especies endémicas, vulnerables y amenazadas, 6- Charlas de educación ambiental sobre el manejo de fauna silvestre, 7- Instalación de dispositivos antiescalamiento en las torres construidas dentro de coberturas boscosas y vegetación secundaria.

Esta ficha asociada a las etapas de pre-construcción y construcción contiene costos de operación que comprenden el recorrido en camioneta para los 8,37Km que corresponden a la longitud de la línea y los costos de monitoreos, ahuyentamientos y capacitaciones de educación ambiental para un total de \$26.274.880, también se incluyen costos de personal que ascienden a \$15.418.421,72 y se asume que los costos de transacción son el 20% de la sumatoria de los costos de operación y de personal, para un total de \$8.338.660 (ver Tabla 8.6-13).

Tabla 8.6-13 Costo TCE-F-Fau - Manejo de Fauna

CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR	
COSTOS OPERACIÓN					
1	Camioneta	Viaje/Km	\$ 224.000	8,37	\$ 1.874.880,00
2	Monitoreos, ahuyentamiento, rescate y/o reubicación, materiales y equipos/dispositivos	Unidad	\$ 24.000.000	1	\$ 24.000.000,00



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
3 Capacitaciones educación ambiental	Unidad	\$ 400.000	1	\$ 400.000,00
Total costos operación				\$ 26.274.880,00
COSTOS PERSONAL				
1 Biólogo, ecólogo o afín con conocimiento de fauna – avifauna+ aux. técnico	Mes	\$ 7.209.211	1	\$ 7.209.210,86
2 Equipo de Veterinario+ aux veterinaria	Mes	\$ 7.209.211	1	\$ 7.209.210,86
3 Auxiliar de campo	Mes	\$ 1.000.000	1	\$ 1.000.000,00
Total costos personal				\$ 15.418.421,72
COSTOS TRANSACCIONAL				
1 20% de los Costos operación + Costos personal				\$ 8.338.660

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

La segunda ficha TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, permite la internalización mediante acciones de carácter preventivo, establecidas con el propósito de evitar la afectación a las especies de la fauna silvestre presente en la servidumbre de la línea de transmisión, durante la etapa de Operación y Mantenimiento, para lo cual se establecieron acciones de 1- Monitoreo de fauna silvestre, 2- Monitoreo de especies amenazadas, vulnerables o endémicas, 3- Ahuyentamiento de individuos, 4- Rescate y reubicación de fauna y 5- Atención a incidentes. Dicha ficha, relaciona costos operacionales que incluyen el transporte y actividades de monitoreo, ahuyentamiento, rescate, sus equipos y materiales con un valor de \$25.874.880; seguido del costo de personal para un equipo conformado por un biólogo y un veterinario cada uno con su auxiliar, y un auxiliar de campo adicional, costos que ascienden a \$15.418.421,72 y, finalmente considera los costos de transacción que corresponden al 20% de la sumatoria de los costos de operación y personal totalizados en \$ 8.258.660,34 (ver Tabla 8.6-14).

Tabla 8.6-14 Costo TCE-OM-Fau - Manejo de Fauna

CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
COSTOS OPERACIÓN				
1 Camioneta	Viaje/Km	\$ 224,000	8,37	\$ 1.874.880,00
2 Monitoreos, ahuyentamiento, rescate y/o reubicación, materiales y equipos/dispositivos	Unidad	\$ 24,748,309	1	\$ 24.000.000,00
3 Total costos operación				\$ 25.874.880,00
COSTOS PERSONAL				
1 Biólogo, ecólogo o afín con conocimiento de fauna – avifauna+ aux. técnico	Mes	\$ 7.209.210,86	1	\$ 7.209.210,86
2 Equipo de Veterinario+ aux veterinaria	Mes	\$ 7.209.210,86	1	\$ 7.209.210,86
3 Auxiliar de campo	Mes	\$ 1.000.000,00	1	\$ 1.000.000,00
4 Total costos personal				\$ 15.418.421,72
COSTOS TRANSACCIONAL				
1 20% de los Costos operación + Costos personal				\$ 8.258.660,34

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Los costos de las medidas de manejo, se proyectaron en un horizonte de 26 años, contemplando 15 meses asociados a las etapas de pre construcción y construcción. Para la ficha TCE-F-Fau - Manejo de Fauna de acuerdo a la realización semestral de las actividades, se establecieron costos para el Año 1 que considera la realización de dos monitoreos, dos capacitaciones ambientales y el transporte de ida y vuelta y, para el Año 2 la realización de un monitoreo, una capacitación y el transporte de ida y vuelta, dando como resultado un Valor Presente Neto con una TSD del 9% de \$75.344.026 para costos operativos, de \$192.005.843 para costos de personal y de \$53.469.974 para costos de transacción. Para la medida de manejo TCE-OM-Fau - Manejo de

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

fauna silvestre, con el cronograma propuesto al interior de la ficha de manejo, se considera que la ejecución de los costos es uniforme, iniciando en el año dos (2) dado que todas las actividades se desarrollan anualmente con la misma intensidad; de esta manera se obtiene el Valor Presente Neto con una TSD del 9% de los costos de operación donde se incluyen transporte, monitoreos, ahuyentamiento, rescate y/o reubicación, materiales y equipos/dispositivos, que ascienden a \$3.278.358.334, en tanto que los costos de personal se totalizan en \$1.667.324.859 y los costos de transacción corresponden al 20% de los costos de personal y costos de operación, resultando un costo de \$ 989.136.639 (ver Tabla 8.6-15).

Tabla 8.6-15 Costo anual Afectación de especies de fauna endémica o amenazada

IMPACTO NEGATIVO	MEDIDA DE PMA	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI		
		CTI	COI	CPI
Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas	TCE-F-Fau - Manejo de Fauna	\$ 53.469.974	\$ 75.344.026	\$ 192.005.843
	TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre	\$ 989.136.639	\$ 3.278.358.334	\$ 1.667.324.859

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Ahuyentamiento de fauna silvestre

El impacto de ahuyentamiento de fauna silvestre corresponde a la generación de condiciones capaces de producir estrés ambiental y con ello el desplazamiento temporal de individuos faunísticos en cuanto a dos aspectos, el primero corresponde al desplazamiento de la fauna debido a la intervención de su hábitat, generando la migración a otros sitios, el segundo hace referencia a la perturbación de la dinámica normal en el hábitat.

El impacto podrá presentarse en la etapa constructiva, en la actividad de remoción de cobertura vegetal que se contempla también durante la conformación de corredores de accesos nuevos con una calificación de -41 y una significancia ambiental de “Moderado”. Respecto al Plan de Manejo Ambiental, se identificaron dos fichas de manejo, TCE-F-Fau - Manejo de Fauna, asociada a las etapas de pre construcción y construcción, y la ficha TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

La ficha TCE-F-Fau - Manejo de Fauna contiene medidas de carácter preventivo como el monitoreo de fauna y rutas migratorias, ahuyentamiento de fauna silvestre, rescate y reubicación de individuos y manejo de nidos de aves. Específicamente el ahuyentamiento de fauna silvestre contempla un conjunto técnicas previas a la etapa de construcción del proyecto para establecer las condiciones del área y así encaminar correctamente el desplazamiento de los individuos ahuyentados, hacia ecosistemas naturales más cercanos y lo más retirado posible de centros poblados, vías o ecosistemas transformados. Para complementar las acciones de ahuyentamiento, se establecen procedimientos de rescate y reubicación con registros de verificación que incluyen acciones específicas por grupo faunístico.

Por otro lado, la ficha TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, con medidas de carácter preventivo, establece monitoreos de fauna y acciones de ahuyentamiento de fauna en la etapa operativa, complementarias a la etapa de construcción, que contemplan jornadas de ahuyentamiento y señalización asociadas a la prohibición de la caza, así como procedimientos de rescate y reubicación.

Teniendo en cuenta que el impacto se desarrolla por la actividad de remoción de cobertura vegetal, la cual también es el origen del impacto anteriormente descrito “Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas”, y con el fin de evitar duplicidad en la información, los costos asociados al manejo de fauna por las fichas TCE-F-Fau y TCE-OM-Fau se presentan en la internalización de dicho impacto.



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Cambio en el estado de la infraestructura vial

El impacto se presentará en la etapa de construcción por la movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte vehicular, en el que una mayor movilización de vehículos del proyecto puede afectar las condiciones de la vía por el posible desgaste en el afirmado ocasionando incomodidades en los transeúntes locales, por lo que en la Evaluación Ambiental se califica con -49 y una significancia ambiental Moderada.

El impacto podrá ser internalizado mediante la ficha de Manejo Implementación de actas de vecindad a vías e infraestructura que puedan ser afectadas por actividades del proyecto - TCE-So-Act, la cual contiene medidas de carácter preventivo durante la etapa constructiva como lo son la adecuación y mantenimiento de la infraestructura vial susceptible a la afectación en el que se especifica la reparación de pasos defectuosos o baches presentados en las vías existentes a utilizar por el proyecto, también se relacionan programas de limpieza de las obras de drenaje para evitar comprometer el uso y estabilidad de las vías, y adecuaciones adicionales con el fin de contribuir al buen estado y mantenimiento de las mismas. Estas acciones son complementadas por la identificación de la infraestructura social y privada susceptible de afectación previo a la etapa de construcción del proyecto, con el fin de identificar e inventariar los puntos críticos que requieren adecuación.

Los costos contemplados para la medida de manejo, se proyectaron para un horizonte de 26 años, en el que se tuvo en cuenta 15 meses para la etapa pre-constructiva y constructiva. A partir de la longitud de las vías existentes a utilizar por el proyecto que suman 21,32 km, los costos de operación contemplan camionetas, adecuación y mantenimiento (equipos y materiales), así como el levantamiento de actas para un total de \$155.277.917. Para los costos de personal se tuvo en cuenta un equipo conformado por un obrero, un ingeniero supervisor, un topógrafo, un profesional social y técnico y/o profesional HSEQ que para los 15 meses contemplados se totaliza un costo de \$207.115.358 y, finalmente con un costo transaccional de \$72.478.655 que corresponde al 20% de la sumatoria de los costos de operación y personal (ver Tabla 8.6-16).

Tabla 8.6-16 Costos de la ficha Manejo implementación de actas de vecindad a vías e infraestructura que puedan ser afectadas por actividades del proyecto - TCE-So-Act

	CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
COSTOS OPERACIÓN					
1	Camioneta	Viaje/Km	\$ 224.000	21,32	\$ 4.775.794,24
2	Adecuación y mantenimientos (equipos y materiales).	Mantenimiento/Km	\$ 7.055.746,92	21,32	\$ 150.432.123
3	Levantamiento de información	Actas	\$ 5.000,00	10	\$ 70.000,00
	<i>Total costos operación</i>				\$ 155.277.917
COSTOS PERSONAL					
1	Obrero	Mes	\$ 1.541.667,50	15	\$ 23.125.013
2	Ingeniero supervisor	Mes	\$ 5.457.500,00	15	\$ 81.862.500
3	Topógrafo	Mes	\$ 2.960.000,00	15	\$ 44.400.000
4	Técnico y/o profesionales HSEQ para obra	Mes	\$ 1.850.000,00	15	\$ 27.750.000
5	Profesional social	Mes	\$ 1.998.523,00	15	\$ 29.977.845
	<i>Total costos personal</i>				\$ 207.115.358
COSTOS TRANSACCIONAL					
1	<i>20% de los Costos operación + Costos personal</i>				\$ 72.478.655

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Teniendo en cuenta que las acciones de las fichas que permiten internalizar el impacto se desarrollan en la etapa pre-constructiva y constructiva, se estimó que para el año 1 se pueden realizar el 80% de las actividades y el restante en el año 2, obteniendo un valor presente neto con una Tasa Social de Descuento – TSD del 9%, de \$140.104.307 para los costos de operación, \$186.876.242 para los costos de personal y \$65.396.110 para los costos de transacción (ver Tabla 8.6-17).

Tabla 8.6-17 Costo del cambio en el estado de la infraestructura vial

IMPACTO NEGATIVO	MEDIDA DE PMA	COSTOS AMBIENTALES TOTALES		
		CTI	COI	CPI
Cambio en el estado de la infraestructura vial	Manejo implementación de actas de vecindad a vías e infraestructura que puedan ser afectadas por actividades del proyecto - TCE-So-Act	\$ 65.396.110	\$ 140.104.307	\$ 186.876.242

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular

El impacto “Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular” bajo el escenario con proyecto posiblemente se manifestará por la actividad de movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte vehicular en el que presenta una calificación negativa de -35, una significancia ambiental “Irrelevante” calificado como sinérgico. En términos generales, se puede considerar que un aumento en la circulación de vehículos en las vías del área de influencia posiblemente deriva en un aumento en la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito, como consecuencia del inicio de las actividades de construcción.

A partir del análisis de los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental, se evidencian acciones en el Programa TCE-So-Vía Manejo de la seguridad vial durante la construcción, las cuales se pueden desarrollar en las etapas de pre-construcción y construcción para internalizar el impacto, mediante la implementación de actividades que posiblemente eviten el riesgo de accidentalidad por el aumento del flujo vehicular. En el programa se plantea la formulación y ejecución del “Plan estratégico de seguridad vial (PESV)” y los “Planes de movilización específicos para personal, equipos y maquinaria”, con la finalidad de que estos se constituyan como una herramienta para promover conductas seguras e implementar infraestructura (señalización, controles de velocidad y/o semaforización) en puntos críticos, para prevenir riesgos y evitar la accidentalidad para todos los actores viales.

Adicionalmente y de forma complementaria, deberán desarrollarse socializaciones de las medidas expuestas en el PESV con el personal del proyecto, centros educativos, comunidades de los centros poblados, inspecciones de policía y cabeceras municipales, ubicadas en las unidades territoriales del área de influencia que se encuentren cercanas a las vías terciarias necesarias para la movilización de material, equipos y personal, durante la etapa de construcción del proyecto. Por último, se contempla la instalación de un punto de atención a PQRS.

Los costos ambientales asociados al impacto incluyen costos de operación, que se distribuyen en cuatro actividades: **I)** Formulación del Plan estratégico de seguridad vial y de los planes de movilización específicos para personal, equipos y maquinaria, contemplando un rubro de transporte para el estudio de las rutas y diagnóstico del área con un costo total de \$1.792.000, **II)** Socialización del PESV con instituciones educativas, inspecciones de policía y comunidad de las unidades territoriales que hacen parte del área de influencia del proyecto, con una frecuencia de tres meses durante la etapa de pre-construcción y construcción, para un total de cinco (5) campañas, los costos se discriminan por insumos y materiales, refrigerios, material didáctico (incluyendo instalación de vallas, carteles y cartillas) y, por último, un rubro destinado al transporte del personal, dos viajes por cada campaña, alcanzando un costo de 26.060.000, **III)** Socialización con una frecuencia trimestral del PESV y de los planes de movilización específicos para personal, equipos y maquinaria, para todo el personal que se

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

encuentre vinculado al proyecto durante la etapa de pre-construcción y construcción, en el cual se contempla un rubro por insumos y materiales de \$1.000.000 y, **VI)** Por último, la adecuación de un punto de atención PQRS por un costo de \$4.675.000. Contemplando lo anterior, los costos de operación alcanzan un valor total de \$33.527.000.

De otra parte, se estimaron los costos de personal, los cuales incluyen la contratación de un especialista de tránsito, un conductor con una dedicación de 6 meses, un profesional social y un técnico y/o profesional en HSEQ para obra con dedicación completa, alcanzando un total de costos para personal de \$102.667.872. Para la estimación de los costos de transacción, se asume un 20% del total de costos compuesto por el personal y la operación, obteniendo un valor de \$102.667.872 (ver Tabla 8.6-18).

Tabla 8.6-18 Costos de la ficha Manejo de la seguridad vial durante la construcción – TCE-So-Vía

ACTIVIDAD	CONCEPTO	UNIDAD	VR UNITARIO	CANT	VALOR
COSTOS OPERACIÓN					
Plan estratégico de seguridad vial	Camioneta	Viaje	\$ 224.000	8	\$ 1.792.000
Socialización personal del proyecto e instituciones educativas	Insumos y materiales (esferos, marcadores, formatos, papel)	Global	\$ 800.000	5	\$ 4.000.000
	Refrigerio	Global	\$ 420.000	5	\$ 2.100.000
	Material didáctico (cartillas, vallas, videos)	Global	\$ 2.200.000	5	\$ 11.000.000
	Camioneta	Viaje	\$ 896.000	10	\$ 8.960.000
Subtotal					\$ 26.060.000
Socialización personal del proyecto	Insumos y materiales (esferos, marcadores, formatos, papel)	Global	\$ 200.000	5	\$ 1.000.000
Punto de atención PQRS	Mobiliario oficina	UND	\$ 1.175.000	1	\$ 1.175.000
	Materiales	UND	\$ 500.000	1	\$ 500.000
	Equipos	UND	\$ 3.000.000	1	\$ 3.000.000
Subtotal					\$ 4.675.000
Total costos operación					\$ 33.527.000
COSTOS PERSONAL					
1	Conductor	Mes	\$ 1.850.001	6	\$ 11.100.006
2	Especialista de tránsito	Mes	\$ 7.209.211	6	\$ 43.255.266
3	Técnico y/o profesional HSEQ para obra	Mes	\$ 1.110.000	15	\$ 16.650.000
4	Profesional social	Mes	\$ 2.110.840	15	\$ 31.662.600
Total costos personal					\$ 102.667.872
COSTOS TRANSACCIONAL					
1	20% de los Costos operación + Costos personal				\$ 27.238.974

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para la definición del flujo de los costos durante las etapas de construcción y pre-construcción del proyecto, se estimó que para el Año 1 se pueden realizar el 80% de las actividades y el restante en el Año 2, obteniendo un

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

valor presente neto con una Tasa Social de Descuento – TSD del 9%, de \$30.250.774 para los costos de operación, COP \$92.635.265 para los costos de personal y COP \$24.577.207 para los costos de transacción. (ver Tabla 8.6-19).

Tabla 8.6-19 Costo riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular

IMPACTO NEGATIVO	MEDIDA DE PMA	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		CTI	COI	CPI
Riesgo de accidentalidad por el cambio en el flujo vehicular	<i>Manejo de la seguridad vial durante la construcción TCE-So-Vía</i>	\$24.577.207	\$30.250.774	\$92.635.265

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021 – INFORMACIÓN
ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Tabla 8.6-20 Análisis de internalización impactos significativos negativos

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
Alteración de las capas del suelo	Soporte	Área de excavación y explanación	0	1,95	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
Alteración de la estabilidad geotécnica	Soporte	Área de excavación y explanación	0	1,95	TCE-S-Geo-Manejo de la estabilidad geotécnica -	Cantidad de zonas estabilizadas geotécnicamente en las áreas de intervención del proyecto / Cantidad de zonas inestables identificadas en las áreas de intervención del proyecto) *100	100	\$ 98.960.165	\$ 338.867.847	\$ 155.932.977

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
<i>Pérdida del suelo orgánico y erosión</i>	Soporte	Área de excavación y explanación	0	1,38	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas	Regulación	Niveles de presión sonora (dB)	61,8	62,3	Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam	(N° PQRSF atendidas por relación a niveles de presión sonora molestos durante actividades operativas de la LT /N° PQRSF presentadas por relación a niveles de presión sonora molestos durante actividades operativas de la LT) x 100	100	\$ 384.836.185	\$ 1.683.550.562	\$ 240.630.362
<i>Cambio en la percepción y calidad paisajística</i>	Soporte	Población afectada (hab.)	0	25	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
Afectación de la cobertura vegetal	Soporte	Área de intervención (ha)	0	3,16	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
Afectación de áreas de sensibilidad ambiental	Soporte	Área de intervención (ha)	0	3,16	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
Ahuyentamiento de fauna silvestre	Soporte	Población de especie indicadora potencialmente afectada	0	2,11 ind/km2	TCE-F-Fau- Manejo de Fauna	(Riqueza de fauna observada / Riqueza de fauna estimada) X 100	100	\$ 53.469.974	\$ 75.344.026	\$ 192.005.843
Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas					TCE-OM-Fau- Manejo de fauna silvestre		100	\$ 989.136.639	\$ 3.278.358.334	\$ 1.667.324.859
Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación	Soporte	Áreas de importancia para la conservación a intervenir (ha)	0	2,35	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
<i>Pérdida de la conectividad ecológica</i>	Soporte	Áreas de importancia para la conservación a intervenir (ha)	0	2,35	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
<i>Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario.</i>	<i>Cultural</i>	<i>Área de cultivos y ganadería a intervenir por el proyecto (ha)</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>N.A.</i>	<i>N.A.</i>	<i>N.A.</i>	<i>N. A.</i>	<i>N. A.</i>	<i>N. A.</i>
Cambio en el estado de la infraestructura vial	Cultural	Longitud de vías a utilizar por el proyecto	0	21,32 Km	Manejo implementación de actas de vecindad a vías e infraestructura que puedan ser afectadas por actividades del proyecto - TCE-So-Act	N° de actas de vecindad cerradas/ N° de actas de vecindad realizadas	100	\$ 65.396.110	\$ 140.104.307	\$ 186.876.242
Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular	Cultural	Longitud de las vías terciarias del proyecto	Km de vía	1,70 Km	TCE-So-Vía Manejo de la seguridad durante la construcción	N° de personas lesionadas o fallecidas por accidentes de tránsito/N° de personas involucradas en	100	\$ 24.577.207	\$ 30.250.774	\$ 92.635.265

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
						accidentes de tránsito ³				
<i>Cambio temporal en el nivel de ingresos</i>	N.A.	Demanda de MONC	0	822	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
<i>Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales</i>	N.A.	Demanda de MONC	0	822	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
<i>Generación de expectativas</i>	N.A.	Demanda de MONC	0	822	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
<i>Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales</i>	N.A.	Personal a ser transportado por las actividades del proyecto	0	27	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.
<i>Cambio en el estado de la infraestructura vial</i>	N.A.	Velocidad por de desplazamiento	20	25	N.A.	N.A.	N.A.	N. A.	N. A.	N. A.

³ Dado que la Ficha de manejo ambiental TCE-So-Vía -Manejo de la seguridad vial durante la construcción solo contempla indicadores de cumplimiento, se incluye para la internalización un indicador de eficacia de las medidas de manejo.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016



IMPACTO NEGATIVO	SERVICIO ECOSISTÉMICO AMBIENTAL	INDICADOR LÍNEA BASE- EIA		CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO	MEDIDA DE PMA		% INTERNALIZACIÓN	COSTOS AMBIENTALES TOTALES - ECI*		
		NOMBRE	VALOR	VALOR	NOMBRE	INDICADOR		CTI	COI	CPI
		en las vías que requieren adecuación (Km/h)								
VALORES TOTALES								1.616.376.280	\$5.546.475.850	\$ 2.535.405.548
VALOR TOTAL ECI								\$ 9.698.257.678		

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

8.6.2.4 Construcción del flujo de caja de inversiones

Se realiza el flujo de caja de inversiones (*Tabla 8.6-21*) para los *seis (6)* impactos significativos internalizados, teniendo en cuenta los costos en *periodos anuales* de inversión para el desarrollo de las actividades mencionadas en las fichas de manejo y la temporalidad establecida en cada medida. Se calculó la estimación del Valor Presente Neto Ambiental con una Tasa Social de Descuento del 9 % *en cada impacto, para obtener como resultado un valor presente neto en pesos constantes de 2022.*

Tabla 8.6-21 Flujo de caja de las inversiones

IMPACTO NEGATIVO	Costos anuales																										VPN TSD 9%			
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25		AÑO 26		
Afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas	\$ -	\$ 271.082.591	\$ 766.709.575	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 681.023.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 623.423.545	\$ 6.255.639.674	
Ahuyentamiento de fauna silvestre	-	271.082.591	766.709.575	681.023.545	681.023.545	681.023.545	681.023.545	681.023.545	681.023.545	681.023.545	681.023.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	623.423.545	6.255.639.674
Generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 282.626.244	\$ 2.309.017.108
Alteración de la estabilidad geotécnica	\$ -	\$ 526.453.306	\$ 131.613.327	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 593.760.989



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

IMPACTO NEGATIVO	Costos anuales																										VPN TSD 9%		
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25		AÑO 26	
Cambio en el estado de la infraestructura vial	\$ -	\$ 347.897.544	\$ 86.974.386	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 392.376.659
Riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular	\$ -	\$ 130.747.077	\$ 32.686.769	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 147.463.246	

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

8.6.2.5 Valoración monetaria de impactos no internalizables

A partir de la identificación de los impactos de carácter positivo y negativo *significativos* no internalizables, se procedió a desarrollar la valoración monetaria a partir de las metodologías expuestas en el numeral 8.4.1. del presente documento.

Para la valoración monetaria, se identificaron trece (13) impactos significativos (ver Tabla 8.6-22), tres (3) del medio abiótico, cuatro (4) del medio biótico) y seis (6) del medio socioeconómico; para cada uno de los impactos se identificaron los tipos de valor afectable (Valor Económico Total -VET, Valor de uso directo y valor de no uso) y las metodologías de valoración económica aplicables en cada caso (ver Tabla 8.6-22).

Tabla 8.6-22 Impactos no internalizables

IMPACTOS AMBIENTALES		VALORES DE USO AFECTADOS / MÉTODO SELECCIONADO			
		VALOR DE USO DIRECTO	VALOR DE USO INDIRECTO	VALOR DE OPCIÓN	VALOR DE NO USO
MEDIO ABIÓTICO					
1	Alteración de las capas del suelo	Gastos de prevención, restauración y reemplazo	Gastos de prevención, restauración y reemplazo		



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

IMPACTOS AMBIENTALES		VALORES DE USO AFECTADOS / MÉTODO SELECCIONADO			
		VALOR DE USO DIRECTO	VALOR DE USO INDIRECTO	VALOR DE OPCIÓN	VALOR DE NO USO
2	<i>Pérdida del suelo orgánico y erosión</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>		
3	<i>Cambio en la percepción y calidad paisajística</i>	<i>Transferencia de beneficios</i>			
MEDIO BIÓTICO					
4	<i>Afectación de la cobertura vegetal</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>	<i>Precios de mercado</i>		<i>Precios de mercado</i>
5	<i>Afectación de áreas de sensibilidad ambiental</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>	<i>Precios de mercado</i>		<i>Precios de mercado</i>
6	<i>Pérdida de la conectividad ecológica</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>			
7	<i>Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación</i>	<i>Gastos de prevención, restauración y reemplazo</i>			
MEDIO SOCIECONÓMICO					
8	<i>Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario</i>	<i>Cambio en la productividad</i>	<i>Costo de oportunidad</i>		
9	<i>Cambio temporal en el nivel de ingresos</i>	<i>Costo de oportunidad</i>			
10	<i>Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales</i>	<i>Costo de oportunidad</i>			
11	<i>Generación de expectativas</i>		<i>Precios de mercado</i>		
12	<i>Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales</i>	<i>Precios de mercado</i>			
13	<i>Cambio en el estado de la infraestructura vial</i>		<i>Costo de oportunidad</i>		

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Valoración económica de los impactos positivos

Teniendo en cuenta las metodologías descritas en el numeral 8.6.1, se realiza la valoración económica para los impactos positivos de “*Generación de expectativas*”, “*Cambio temporal en el nivel de ingresos*”, “*Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales*”, “*Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios sociales*” y “*Cambio en el estado de la infraestructura vial*”.

a. Cambio temporal en el nivel de ingresos

El impacto “*Cambio temporal en el nivel de ingresos*” corresponde a una variación de los ingresos mensuales en la población localizada en el área de influencia del proyecto, debido a la búsqueda de nuevas alternativas de ingresos o a la afectación de los ingresos habituales. Puesto que, con la llegada y ejecución del proyecto, este genera nuevas oportunidades laborales para los habitantes de la zona, para satisfacer la demanda en adquisición

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

de bienes y servicios, transporte y movilización de maquinaria, materiales equipos y personal durante la ejecución del proyecto. En la Evaluación Ambiental con una calificación de 41 el impacto obtuvo una significancia ambiental de Medianamente importante por la actividad de contratación de mano de obra (calificada y no calificada).

La tasación económica del impacto se realiza a partir de la estimación del diferencial salarial de ingresos, considerando el salario local mensual que devengan los pobladores en el área de influencia, frente al salario a pagar por parte de la empresa en el marco de la contratación de Mano de Obra No calificada, la cual está definida en el Anexo 8.6-3 Mano de obra, allí se discriminan los cargos y tiempo de contratación, permitiendo estimar la cantidad de contratos a término mensual que realizaría La Empresa.

Se estima una demanda de 822 contratos de MONC a término mensual, para los cuales se oferta un pago de 1 SMMLV+ Auxilio de Transporte y prestaciones de Ley como cesantías y vacaciones, lo cual significa un valor \$ 1.242.172 para 2022; por otro lado, se tiene que de acuerdo a la descripción del impacto, el salario local se encuentra en un valor entre \$30.000 y \$35.000 el jornal, siendo este el sustento de la gran mayoría de los habitantes del AI debido a la gran representatividad de actividades del sector primario por lo que se promedia en \$32.500. Con este valor de jornal promedio, se calculan los ingresos mensuales actuales de quienes desarrollarían las actividades de MONC, el cual se obtiene de llevar el valor del jornal promedio por la cantidad de días hábiles promedio de un mes, que son 24 días, obteniendo un salario local mensual de \$780.000 en pesos de 2022.

Con los cálculos presentados anteriormente, se obtiene el resultado de diferencial salarial en \$ 462.172 que, llevado a la cantidad de contratos a término mensual, resulta en un valor del impacto de \$ 379.905.384, valor que considerado para el primer año donde se desarrollan las actividades de construcción, resulta en un VPN con una TSD del 9% de TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CINCUENTA \$ **348.537.050** pesos constantes de 2022 (ver Tabla 8.6-23).

Tabla 8.6-23 Valor del impacto cambio temporal en el nivel de ingresos

CONCEPTO	VALOR
Mano de obra no calificada (Cantidad)	822
Pago sin proyecto (\$/ contrato mensual)	\$ 780.000
Pago con el proyecto (\$/ contrato mensual)	\$ 1.242.172
Diferencial salarial (sin y con proyecto) contrato	\$ 462.172
Total, Diferencial salarial (sin y con proyecto)	\$ 379.905.384
VPN del impacto Cambio temporal en el nivel de ingresos	\$ 348.537.050

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

b. Cambio temporal en las relaciones comunitarias y sociales

El impacto denominado “Cambio temporal en las relaciones comunitarias y sociales” bajo el escenario con proyecto de Modificación No. 2 se identifica con una calificación positiva de 42 en la actividad de contratación de mano de obra, lo cual lo clasifica como Medianamente Importante.

Considerando que la ejecución del proyecto promoverá procesos participativos donde se vinculará a las comunidades y organizaciones sociales constituidas y con representatividad en el área de influencia, dando lugar a que las comunidades y personas directamente afectadas conozcan los mecanismos de participación y por ende hagan uso de estos. Las actividades del proyecto pueden generar un cambio temporal en las relaciones que lleven a la incorporación o vinculación a través de empleos que ofrezca el proyecto de las comunidades y la consecuente generación de expectativas a causa de las dinámicas que se van desarrollando en torno a la construcción del Proyecto.

Por lo anteriormente descrito, se considera que el impacto positivo manifestará en la contratación de mano de obra, beneficio que se encuentra tasado monetariamente en el impacto de cambio temporal del nivel de ingresos y por tanto se plantea que dicho valor reflejaría la tasación monetaria del impacto cambio en las relaciones comunitaria y sociales.

c. Generación de expectativas

El impacto denominado “Generación de expectativas” bajo el escenario con proyecto de Modificación No. 2, se identifica con una calificación positiva de **40,00** lo cual lo clasifica como un impacto “Medianamente importante”.

El impacto Generación de expectativas, se encuentra definido como aquellas percepciones positivas y/o negativas de las comunidades frente al proyecto y que tiene incidencia en el AI social. Así mismo, estas percepciones o ideas se pueden generar por la llegada o presencia de un actor nuevo (en este caso TCE y contratistas) a su espacio geográfico. Estas condiciones, originan expectativas, ideas o imaginarios que determinan las relaciones entre los pobladores del área de influencia y su territorio. Las expectativas generalmente se crean o generan a partir de experiencias anteriores que las comunidades han tenido con actividades, proyectos o actores similares, experiencias que conocen de otros territorios y paradigmas que se han creado alrededor de las unidades territoriales.

Las actividades como: “Información, comunicación y participación a las comunidades al inicio del proyecto”, “Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)”, “Adecuación y mantenimiento de vías usadas por el proyecto” y “Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte en semoviente”, fueron evaluadas como de naturaleza positiva. Siendo así, frente a la contratación de mano de obra, la expectativa generada por la comunidad siempre se encuentra asociada a poder acceder a los beneficios laborales que una compañía ofrece en áreas rurales, generando una expectativa positiva.

Considerando que el impacto de generación de expectativas se relaciona con actividades de “Información, comunicación y participación a las comunidades al inicio del proyecto”, “Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)”, “Adecuación y mantenimiento de vías usadas por el proyecto” y “Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte en semoviente; y teniendo en cuenta que de ellas el beneficio relevante relacionado en los impactos significativos es el asociado con “Contratación de mano de obra (calificada y no calificada), es decir, la mayor relevancia del impacto podría manifestarse al desarrollar la actividad de contratación de mano de obra, siendo allí donde se materializan las expectativas positivas para quienes resultan contratados, se asume que dicho beneficio se recoge en la valoración económica del impacto de cambio temporal en el nivel de ingresos.

e. Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales

El impacto corresponde a los cambios que se presentan en la prestación de bienes y servicios locales respecto a las fuentes tradicionales de generación de ingresos para quienes habitan en el AI socioeconómica, debido a las nuevas oportunidades de ingresos como resultado de la ejecución del proyecto, principalmente, durante la etapa de construcción.

Es de carácter positivo asociado a las actividades de movilización de personal y contratación de mano de obra por el aumento de la población ocupada (laborando) y el aumento de personal del proyecto que producirá la necesidad de usar bienes y servicios locales y por ende, un incremento en la demanda de éstos que se reflejan en los ingresos temporales de la población. Para calcular el beneficio generado por el proyecto, y de acuerdo con el Capítulo 3. Descripción del proyecto, esta actividad consiste en el desplazamiento y/o movilización de camionetas u otro tipo de vehículo, que cumplan condiciones aptas para la actividad, así la brigada encargada de



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

construir las excavaciones y cimentaciones ingresará primero durante siete (7) días promedio por sitio de torre y se compone de aproximadamente diez (10) trabajadores; posteriormente transcurrirá un periodo de tiempo, estimado en 15 a 20 días para ingresar la brigada de armado de torre y vestida de la misma, que desarrolla la actividad en cinco (5) días aproximadamente por sitio de torre y está compuesta por aproximadamente 12 trabajadores, finalmente cuando un conjunto de torres se haya vestido, se iniciara la fase de tendido del cable, que durara aproximadamente tres días en la actividad y se compone de 5 trabajadores promedio.

A partir del personal promedio que se movilizará en la etapa constructiva, exceptuando actividades de mantenimiento, y del tiempo estimado, se calculan los precios de transporte, en el que se asume una camioneta con 4 personas en \$405.000 por día, calculando que, para el año de construcción (Año 1) se obtiene un beneficio de \$225.281.250. Por otro lado, se considera también la alimentación como parte de un servicio demandado en la zona por la movilización del personal, en el que con un costo de alimentación de \$45.000 por día, se estima un beneficio de \$100.125.000, totalizado en \$325.406.250. Valor que con una TSD del 9% el VPN del impacto se totaliza en DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO (\$298.537.844) pesos contantes del año 2022 (ver Tabla 8.6-24).

Tabla 8.6-24 Valor del impacto cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales

ACTIVIDAD	N° TRABAJADORES	DÍAS PROMEDIO	DÍAS TOTAL (17 TORRES)	VALOR
TRANSPORTE				
Excavaciones y cimentaciones	10	7	119	\$ 120.487.500
Armado de torre y vestida	12	5	85	\$ 103.275.000
Tendido de cable	5		3	\$ 1.518.75
Subtotal				\$ 225.281.250
ALIMENTACIÓN				
Excavaciones y cimentaciones	10	7	119	\$ 53.550.000
Armado de torre y vestida	12	5	85	\$ 45.900.000
Tendido de cable	5		3	\$ 1.518.75
Subtotal				\$ 100.125.000
TOTAL				\$ 325.406.250
VPN IMPACTO CAMBIO TEMPORAL EN LA DINÁMICA DE BIENES Y SERVICIOS LOCALES				\$ 298.537.844

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

f. Cambio en el estado de la infraestructura vial

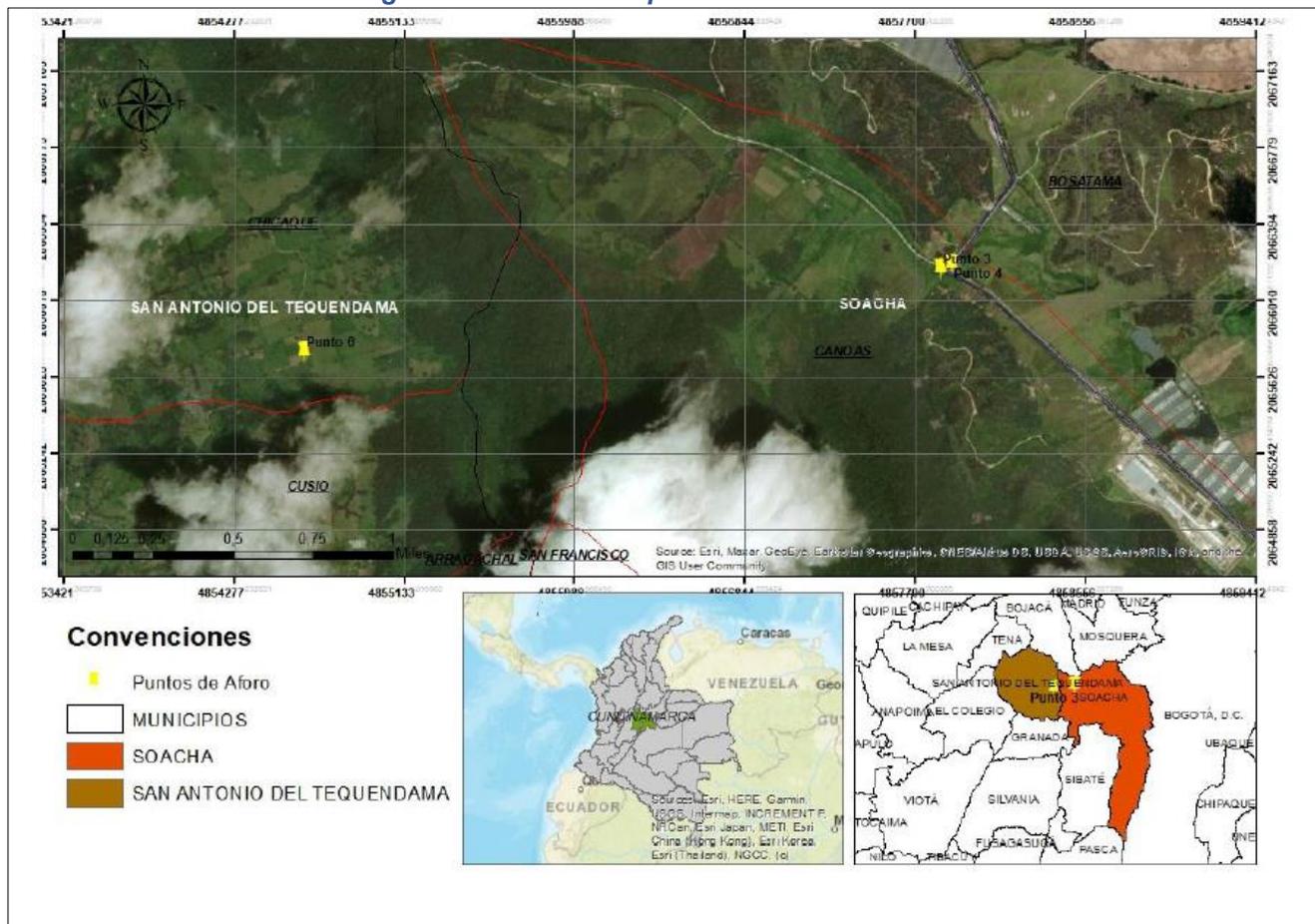
El impacto “Cambio en el estado de la infraestructura vial” de acuerdo con la Evaluación Ambiental se cataloga como un impacto positivo, con una calificación de 37 y significancia ambiental “medianamente importante”, derivado de la actividad de adecuación y mantenimiento de vías usadas por el proyecto, la cual produce un beneficio dotacional del que harán uso los habitantes de las veredas del área de influencia de la Modificación No.2 y todas las personas externas que se movilicen por esta zona. La adecuación y mantenimiento de las vías será un beneficio permanente para la población, el cual perdurará posterior a la operación del proyecto y tendrá lugar previo a la etapa de construcción, permitiendo una mejor movilización de vehículos dentro del área de influencia.

La valoración económica del impacto parte de calcular el costo de oportunidad del tiempo que ahorran los habitantes y transeúntes del área de influencia socioeconómica, considerando el hecho de que la adecuación y los mantenimientos mejorarán las especificaciones técnicas de las vías, en el sentido de pasar de una velocidad

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

promedio de 20 km/h⁴ a una de 25 km/h. Con el fin de estimar el beneficio por el ahorro en tiempo de desplazamiento, se consideró la información del Tránsito Promedio Diario -TPD consignado en el aforo vehicular de tres (punto 3, 4 y 6) al interior de los municipios de Soacha y San Antonio del Tequendama en día hábil (DH) y no hábil (DNH) por jornadas de 24 horas, el cual fue desarrollado en el marco del EIA de la Modificación 2 (ver Figura 8.6-5).

Figura 8.6-5 Ubicación puntos de aforo vehicular



Se consideró únicamente la información de dos (2) de los tres (3) puntos de aforo analizados (punto 3 y 6), ya que el punto 4 se ubicó sobre una vía Colectora departamental primaria, y debido a que las actividades de adecuación y mantenimiento se contempla para vías terciarias, caminos y/o senderos existentes que serán usados por las obras y actividades objeto de la Modificación No.2, esta información de flujo de tránsito en vía primaria no puede ser utilizada para estimar beneficios de ahorro en tiempo por mantenimiento de vías de otros órdenes sujetas a velocidades distintas.

⁴ Tomado de la información consignada en el capítulo 3: Descripción del proyecto.



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Partiendo del hecho que el costo de oportunidad del tiempo varía de acuerdo a la dedicación del mismo para actividades laborales o de descanso, siendo mayor para los días no hábiles (domingos y días feriados), para cada una de los dos (2) puntos de aforo se estimó el número de vehículos promedio que transitan por la zona de estudio en días hábiles y días no hábiles, discriminándolos según su tipo en motocicletas, automóviles, buses, camionetas y camiones de carga pesada (ver Tabla 8.6-25).

Tabla 8.6-25 Tránsito promedio diario de vehículos

PUNTO MUESTREO	TRÁFICO	VEHÍCULO	NÚMERO PROMEDIO DE VEHÍCULOS DÍA HÁBIL	NÚMERO PROMEDIO DE VEHÍCULOS DÍA NO HÁBIL
Punto 3 DH	Tráfico liviano	Motos	41	80
		Bicicletas	0	0
		Automóviles	148	212
		Camionetas	30	43
	Tráfico pesado	Microbuses	0	0
		Buses	41	35
		C2P	0	0
		C2G	8	0
		14	0	0
		CA	5	0
Punto 6 DH	Tráfico Liviano	Motos	1	5
		Bicicletas	0	0
		Automóviles	0	0
		Camionetas	3	0
	Tráfico pesado	Microbuses	0	0
		Buses	0	0
		C2P	0	0
		C2G	0	0
		14	0	0
		CA	0	0

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Identificados los tipos de vehículo que circulan en las áreas analizadas y la cantidad de cada uno según su tipo, se definieron a partir del capítulo de Descripción del proyecto⁵, las vías existentes en el área de influencia socioeconómica que se van a utilizar para el acceso a los sitios de torre a modificar y plazas de tendido, identificando 29⁶ vías a las que durante la etapa de construcción del proyecto se les realizará un análisis de puntos críticos o tramos que requieren adecuación o mantenimiento (ver Tabla 8.6-26).

5 Capítulo 3. Descripción del proyecto- numeral 3.2.3.1.2.2

6 Se excluyen vías de orden primario



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Tabla 8.6-26 Vías de acceso a la infraestructura de la modificación 2

TORRE	ID VIA	LONG.	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS FIN	
		(m)	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
ST440N4	ACC-T434-CUND	1.871,54	4851529,7	2066396,48	4852421,48	2066034,05
	ACC-T638-CUND	3.878,40	4852421,48	2066034,05	4854604,1	2064541,46
	ACC-T639-CUND	3.170,52	4854604,1	2064541,46	4854643,5	2066152,47
	ACC-T639A-CUND	218,19	4854643,5	2066152,47	4854837,66	2066103,65
ST442N4	V-ACC-P-B-MONTE	1.329,05	4857912,9	2066156,64	4856796,62	2066814,87
	V-ACC-MONSERRAT-CUND	1.670,91	4856796,62	2066814,87	4855770,37	2066413,23
	V-ACC-MONSERRAT-CUND	52,12	4855770,37	2066413,23	4855754,72	2066461,95
	ACCESO-ST442N4	19,7	4855754,72	2066461,95	4855725	2066475
ST443N	V-ACC-P-B-MONTE	1.329,05	4857912,9	2066156,64	4856796,62	2066814,87
	V-ACC-MONSERRAT-CUND	1.670,91	4856796,62	2066814,87	4855770,37	2066413,23
	V-ACC-MONSERRAT-CUND	48,3	4855770,37	2066413,23	4855790,24	2066457,01
	ACCESO-ST443N	287,43	4855790,24	2066457,01	4856091,61	2066426,93
ST444N	V-ACC-P-B-MONTE	1.329,05	4857912,9	2066156,64	4856796,62	2066814,87
	V-ACC-MONSERRAT-CUND	569,6	4856796,62	2066814,87	4856493,12	2066341,36
	ACCESO-ST444N	128,7	4856493,12	2066341,36	4856369,67	2066365,02
ST445N	V-ACC-P-B-MONTE	888,4	4857912,9	2066156,64	4857202,31	2066665,91
	ACCESO-ST445N	603,06	4857202,31	2066665,91	4857042,56	2066262,43
ST446N	V-ACC-P-B-MONTE	888,4	4857912,9	2066156,64	4857547,84	2066429,25
	ACCESO-ST446N	394,62	4857547,84	2066429,25	4857489,71	2066241,64
ST447N	ACC-T024-CUND	3.583,47	4860056,76	2064382,93	4857785,8	2065791,87
	ACC-T024-CUND	152,018	4857785,8	2065791,87	4857789,27	2065839,38
	ACCESO-ST447N	248	4857789,27	2065839,38	4858008,42	2065914,72
ST448N3	ACC-T024-CUND	3.247,08	4860056,76	2064382,93	4857983,59	2065703,12
	ACCESO-ST448N3	215,89	4857983,59	2065703,12	4858156,1	2065730
ST449N	ACC-T024-CUND	3.247,08	4860056,76	2064382,93	4858594,75	2065101,39
	ACC-T449-CUND	194,04	4858594,75	2065101,39	4858428,86	2065017,47
	ACCESO-ST449N	6,56	4858428,86	2065017,47	4858371,19	2065069,78

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

TORRE	ID VIA	LONG.	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS FIN	
		(m)	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
ST450NN	ACC-T024-CUND	1028,46	4860056,76	2064382,93	4858876	2064969,43
	ACCESO-ST450NN	289,06	4858876	2064969,43	4858839,45	2064737,46
ST450ANN	ACC-T024-CUND	989,56	4860056,76	2064382,93	4859358,94	2064442,88
	ACC-T450ANN	229,89	4859358,94	2064442,88	4859358,94	2064428,33
ST451N	ACC-T024-CUND	877,72	4859428,8	2064488	4859428,8	2064488
	V-ACC-T451N	787,34	4859428,8	2064488	4859203,64	2063843,83
	ACCESO-ST451N	105,2	4859203,64	2063843,83	4859258,98	2063953,4
ST452N	ACC-T024-CUND	586,46	4860056,76	2064382,93	4859826,37	2064222,87
	V-ACC-T452N	1551,44	4859826,37	2064222,87	4859088,6	2063526,31
	ACCESO-ST452N	3,36	4859088,6	2063526,31	4859101,85	2063573,97
ST453N	ACC-582-CUND	4916,97	4854843,94	2063283,52	4856966,88	2062641,72
	V-ACC-EMGESA	4654,35	4856966,88	2062641,72	4858236,7	2063051,7
	ACC-T453N-454N	598,7	4858236,7	2063051,7	4858513,12	2063286,71
	ACCESO-ST453N	176,1	4858513,12	2063286,71	4858706,49	2063291,06
ST454N	ACC-582-CUND	4916,97	4854843,94	2063283,52	4856966,88	2062641,72
	V-ACC-EMGESA	4654,35	4856966,88	2062641,72	4858236,7	2063051,7
	ACC-T453N-454N	598,7	4858236,7	2063051,7	4858513,12	2063286,71
	ACCESO-ST454NN	116,66	4858513,12	2063286,71	4858383,68	2063268,66
ST455	ACC-582-CUND	4916,97	4854843,94	2063283,52	4856966,88	2062641,72
	V-ACC-EMGESA	4654,35	4856966,88	2062641,72	4858236,7	2063051,7
	V-PARALELA-SUBESTA	396,74	4858236,7	2063051,7	4857935,87	2063298,98
	ACC-T455-CUND	127,03	4857935,87	2063298,98	4857829,63	2063268,25
TOTAL LONGITUD (m)		68.418,46	-	-	-	-
TOTAL LONGITUD (Km)		68,41	-	-	-	-

Fuente: Capítulo 3. Descripción del Proyecto



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Teniendo en cuenta que la totalidad de la longitud de las vías identificadas no serán objeto de mantenimiento o adecuaciones, y que esta longitud se definirá en la etapa de construcción, para efecto de la presente valoración se consideró un tercio de la longitud total de las vías terciarias caminos o senderos propensas a mantenimiento; de esta forma, de la longitud total (68,41 km) se asume una longitud promedio de adecuación de 22,8 km.

Con la información anterior se calculó el tiempo de desplazamiento ahorrado por el aumento de la velocidad vial, a partir de la longitud total promedio de kilómetros de vías a adecuar, la velocidad promedio de desplazamiento actual (20 km/h) y la velocidad proyectada de diseño tras los mantenimientos y adecuaciones generados por el proyecto (25 km/h); valor que amplificado por el número de vehículos que transitan diariamente según su tipo (motos, automóviles, bus, camionetas y camiones de carga pesada) en días hábiles y no hábiles según el caso, el promedio de ocupantes de cada vehículo, el promedio de viajes al día (uno de entrada y otro de salida) y el total de días de tránsito (295 para días hábiles y 70 para días no hábiles) permitió obtener un tiempo de ahorro en los días hábiles de 99.303 horas y 24.146 horas en días no hábiles (ver Tabla 8.6-27).

Tabla 8.6-27 Tiempo de ahorro en desplazamiento por mejora en la infraestructura y movilidad vial

CONCEPTO	VALOR
Longitud promedio de adecuaciones en las vías (km)	22,81
Velocidad actual (km/h)	20
Velocidad proyectada (km/h)	25
Recorrido actual (horas)	1,14
Recorrido situación con proyecto (horas)	0,91
Ahorro de tiempo recorrido en las vías	0,23
Motos promedio al día (DH)	21,00
Motos promedio al día (DNH)	42,50
Automóviles promedio al día (DH)	74
Automóviles promedio al día (DNH)	106
Buses/colectivos promedio al día (DH)	20,5
Buses/colectivos promedio al día (DNH)	17,5
Camionetas promedio al día (DH)	16,5
Camionetas promedio al día (DNH)	21,5
Camiones pesados promedio día (DH)	6,5
Camiones pesados promedio día (DNH)	0
Ocupantes promedio en recorrido en moto	1,5
Ocupantes promedio en automóvil	2
Ocupantes promedio en bus/colectivo	25
Ocupantes promedio camioneta	2
Ocupantes promedio camión	2
promedio Viajes/día	2
Días de tránsito (DH)	295
Días de tránsito (DNH)	70
Ahorro de tiempo moto (DH)	4.238,52



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

CONCEPTO	VALOR
Ahorro de tiempo moto (DNH)	2.035,45
Ahorro de tiempo automóvil (DH)	19.914,33
Ahorro de tiempo automóvil (DNH)	6.768,87
Ahorro de tiempo buses/colectivos (DH)	68.960,11
Ahorro de tiempo buses/colectivos (DNH)	13.968,77
Ahorro de tiempo Camionetas (DH)	4.440,36
Ahorro de tiempo Camionetas (DNH)	1.372,93
Ahorro de tiempo Camiones (DH)	1.749,23
Ahorro de tiempo Camiones (DNH)	0,00
TOTAL AHORRO DE TIEMPO DH (Horas)	99.303
TOTAL AHORRO DE TIEMPO DNH (Horas)	24.146

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Considerando el salario mínimo legal vigente 2022 para Colombia⁷, se establece el costo de oportunidad del tiempo por hora en pesos de 2022 para los días hábiles, calculado a partir de la división del salario mínimo entre 30 (días promedio de un mes) y el resultado sobre 8 (horas de trabajo reglamentadas diarias), mientras que para los días no hábiles teniendo en cuenta que el costo de oportunidad del tiempo es mayor, se amplifica el valor de los días hábiles por dos, el cual parte de considerar el valor de una hora ordinaria más un 75% de recargo por festivo y un 25% de recargo diurno.

Cada uno de los valores determinados se amplifican por el tiempo de ahorro en desplazamiento según si es día hábil o no hábil obteniendo así, el costo de oportunidad por ahorro de tiempo en desplazamiento al año para todos los días hábiles (\$413.760.655) y para los no hábiles (\$201.216.799); valores que sumados permiten obtener un costo total de oportunidad por ahorro del tiempo en desplazamiento de \$619.977.454. El valor total determinado se llevó a valor Presente Neto con una tasa social de descuento del 9%, permitiendo obtener así un valor económico para el impacto “Cambio en el estado de la infraestructura vial” de QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MILLONES CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE (\$564.199.499) pesos constantes de 2022 (ver Tabla 8.6-28).

Tabla 8.6-28 Valor total del impacto Cambio en el estado de la infraestructura vial

VALOR DE IMPACTO	
Tiempo de ahorro en desplazamiento (horas al año) DH	99303
Tiempo de ahorro en desplazamiento (horas al año) DNH	24146
Salario mínimo 2022	\$ 1.000.000
Costo de oportunidad del tiempo pesos 2022 (hora) DH	\$ 4.167

⁷<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=174267>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

VALOR DE IMPACTO		
Costo de oportunidad del tiempo pesos 2022 (hora) DNH	\$	8.333
Costo de oportunidad por ahorro de tiempo en desplazamiento al año DH	\$	413.760.655
Costo de oportunidad por ahorro de tiempo en desplazamiento al año DNH	\$	201.216.799
Total valor de ahorro de tiempo año 1	\$	614.977.454
Valor del impacto de cambio en el estado de la infraestructura vial	\$	614.977.454
VPN DEL IMPACTO CAMBIO EN EL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL (TSD 9%)	\$	564.199.499

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

- o Valoración económica de los impactos negativos

La valoración económica se realizó para *ocho (8) impactos de carácter negativo*: “Alteración de las capas del suelo”, “Pérdida del suelo orgánico y erosión”, “Cambio en la percepción y calidad paisajística”, “Afectación de la cobertura vegetal”, “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental”, “Pérdida de la conectividad ecológica”, “Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación”, “Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuaria”.

a. Alteración de las capas del suelo

El impacto “Alteración de las capas del suelo” en la Evaluación Ambiental fue calificado con una significancia ambiental severa para la actividad de excavación y explanación en sitios de torre que puede potenciar un cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo como consecuencia de la intervención directa de la capa orgánica del suelo y la cobertura vegetal.

Esta actividad comprende excavaciones que permitan alcanzar las cotas indicadas en los planos del proyecto para la cimentación de las estructuras a emplazar. Teniendo en cuenta los 16 sitios de torre que contemplan excavaciones superficiales y el sitio de torre 455 que comprende excavación profunda, se estima un volumen total para las líneas eléctricas de 2.115,31 m³ (ver Tabla 8.6-29).

Tabla 8.6-29 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno

INFRAESTRUCTURA	ACTIVIDAD	DESCAPOTE (m ³)	CORTE (m ³)	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ÁREA (ha)
LÍNEA ELÉCTRICA		90,44	N/A	2.115,31	1.754,14	1,38
PLAZAS DE TENDIDO		N/A	14,04	N/A	N/A	0,57
TOTAL		90,44	14,04	2.115,31	1.754,14	1,95

Fuente: SMAYD LTDA., 2022, con base en ingeniería de TCE.

La valoración económica del impacto considera una afectación directa sobre el suelo, en el que para lograr la recuperación, entendida como el restablecimiento de sus principales funciones biológicas, físicas y químicas; se pueden utilizar diferentes métodos y estrategias, entre los que destacan tres (3) procesos: I) Estabilización: Técnicas para garantizar el mantenimiento de la calidad y reduce los riesgos ambientales, II) Enriquecimiento:

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Aplicación de microorganismos que tienen efectos positivos sobre las propiedades físicas del suelo, III) Consolidación: La necesidad del uso de enmiendas que permitan la fijación del Nitrógeno y Potasio, esenciales para el crecimiento de las plantas (Xiong, 2015).

Por lo anterior, se utilizará la metodología de costos de reemplazo que plantea una hipotética recuperación del suelo a partir del volumen de excavación y área potencialmente afectada, en el que se estiman los costos asociados a la reposición del volumen de suelo removido que incluyen actividades como la estabilización, fertilización e introducción de agentes fijadores de nitrógeno en base a los procesos mencionados por Xiong, 2015 para la recuperación del suelo.

Inicialmente se estiman los costos por m³ para el relleno del suelo a partir del Análisis de Precios Unitarios del INVIAS para Cundinamarca en 2021 (Anexo 8.6-4 Bibliografía/Apus_cundinamarca_2021) que tiene en cuenta herramientas, transporte, mano de obra, un compactador manual, un 50% de tierra fértil y 50% de tierra común teniendo en cuenta que solo una parte del suelo contiene materia orgánica; dichos costos fueron indexados a 2022 de acuerdo al IPC anual de 2021 (5,62%), para un total de \$ 63.063.357 para el volumen de relleno por hectárea susceptible a intervenir por el proyecto (ver Tabla 8.6-30).

Tabla 8.6-30 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno

CONCEPTO	UNIDAD	CANT	VR UNITARIO (PESOS 2021)	VR UNITARIO (PESOS 2022)	TOTAL (PESOS 2022)
Relleno de suelo					
Herramientas	m ³	1	\$ 469,43	\$ 495,81	\$ 496
Transporte	m ³	1	\$ 1.683,47	\$ 1.778,08	\$ 1.778
Mano de obra	m ³	1	\$ 9.388,57	\$ 9.916,21	\$ 9.916
Tierra fértil	m ³	0,5	\$ 60.926,00	\$ 64.350,04	\$ 32.175
Tierra común	m ³	0,5	\$ 17.846,00	\$ 18.848,95	\$ 9.424
Compactador manual	m ³	1	\$ 4.114,92	\$ 4.346,18	\$ 4.346
Total \$/m3					\$ 58.135
Volumen de relleno m3/ha					1.084,77
Total \$/ha					\$ 63.063.357

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En segundo lugar, se tiene en cuenta la estabilización mediante el establecimiento de trinchos para control de pendientes de 1 m por ha en zonas que lo requieran, e inducción de gramíneas con raíces que de acuerdo a Vetiver (1995), se caracterizan por reducir la velocidad del agua contenida en el suelo ayudando a la disminución de procesos erosivos. A partir del Análisis de Precios Unitarios de INVIAS para Cundinamarca (Anexo 8.6-4 Bibliografía/Apus_cundinamarca_2021), para la estabilización de taludes de acuerdo al IPC anual de 2021 (5,6%) se estima un costo total de \$ 19.748.736 (ver Tabla 8.6-31).

Tabla 8.6-31 Costos de estabilización

CONCEPTO	UNIDAD	CANT	VR UNITARIO (PESOS 2021)	VR UNITARIO (PESOS 2022)	TOTAL (PESOS 2022)
Estabilización					
Trinchos para control de pendiente (1m)	Trincho	100	\$ 36.929,14	\$ 39.004,56	\$ 3.900.455
Inducción de gramíneas	m ²	1000	\$ 15.005,00	\$ 15.848,28	\$ 15.848.281
Total \$/ha					\$ 19.748.736

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Para la preparación del suelo, una vez corregidos las limitaciones físicas mediante el relleno y estabilización del suelo, se deben tener en cuenta los aspectos químicos a través de la aplicación de enmiendas y elementos nutritivos faltantes o deficientes con el fin de crear un ambiente apto para que los microorganismos benéficos puedan actuar convenientemente (Ruíz, Febles, Díaz, & Díaz, 2015). El uso de biofertilizantes como el humus y las micorrizas, son una alternativa para la mejora de la calidad del suelo que promueven el crecimiento y movilizan los nutrientes del suelo a la planta, ayudando en la absorción de agua y nutrientes (Velasco, Aguirre, & Ortuño, 2016), para calcular el costo de estos ítems se tuvo en cuenta los precios de mercado del año en curso de tiendas agrícolas y agropecuarias totalizados en \$ 7.488.148 (ver Tabla 8.6-32).

Tabla 8.6-32 Costos de aplicación de humus y microorganismos

CONCEPTO	UNIDAD	CANT	VR UNITARIO (PESOS 2022)	VR UNITARIO (PESOS 2022)
Aplicación humus y microorganismos				
Humus	Tn	4	\$ 1.750.000	\$ 7.000.000
Micorrizas	Kg	32,5	\$ 15.000	\$ 488.148
Total \$/ha				\$ 7.488.148

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para la introducción de agentes fijadores de nitrógeno y fósforo, esenciales para el crecimiento de las plantas y el mejoramiento del suelo, se consideran la siembra de especies gramíneas y herbáceas, considerando una menor intensidad de siembra de semillas debido a la acción ya realizada en la etapa de estabilización en la que se tienen en cuenta los valores citados en el CIAT (Anexo 8.6-4 Bibliografía/CIAT 2018) de las actividades de preparación del terreno para el control de la vegetación original y adecuación del terreno en el que se cuantifica un valor de \$ 1.216.031, seguido de la mano de obra para la siembra, re-siembra y control de maleza para un costo de 160.004, y finalmente el costo de los insumos para la ejecución de las actividades que resulta en un valor de \$ 1.860.560, obteniendo así un valor final para la actividad de fertilización y siembra de gramíneas de \$3.236.595 (ver Tabla 8.6-33).

Tabla 8.6-33 Fertilización y siembra de gramíneas

CONCEPTO	UNIDAD	CANT	VR UNITARIO (PESOS 2018)	VR UNITARIO (PESOS 2022)	TOTAL (PESOS 2022)
Preparación de terreno					
Mano de obra adecuación del terreno	Jornales	2	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 64.001,63
Mecanización	ha	1	\$ 800.000,00	\$ 1.024.026,12	\$ 1.024.026,12
Mano de obra aplicación herbicidas	Jornales	3	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 96.002,45
Mano de obra aplicación enmiendas	Jornales	1	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 32.000,82
Subtotal \$/ha					\$ 1.216.031,02
Siembra					
Mano de obra siembra	Jornales	2	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 64.001,63
Mano de obra resiembra	Jornales	1	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 32.000,82
Mano de obra control de malezas	Jornales	2	\$ 25.000,00	\$ 32.000,82	\$ 64.001,63
Subtotal \$/ha					\$ 160.004,08
Insumos					
Enmiendas	Bulto X 50K	10	\$ 32.000,00	\$ 62.408,74	\$ 624.087,38
Fertilizante	Bulto X 50K	2	\$ 84.600,00	\$ 164.993,10	\$ 329.986,20
Herbicida	Galón	1	\$ 62.400,00	\$ 121.697,04	\$ 121.697,04



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

CONCEPTO	UNIDAD	CANT	VR UNITARIO (PESOS 2018)	VR UNITARIO (PESOS 2022)	TOTAL (PESOS 2022)
Fertilizante (urea)	Bulto X 50K	1	\$ 64.000,00	\$ 124.817,48	\$ 124.817,48
Semilla Mombasa	Kilo	8	\$ 42.300,00	\$ 82.496,55	\$ 659.972,41
Subtotal \$/ha					\$ 1.860.560,51
TOTAL/ha					\$ 3.236.595

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Se proyecta que se intervendrá un total de 1,95 ha en las que se harán excavaciones que conllevan a la remoción del suelo, estimando un costo anual de \$ 182.396.834, el cual se manifestará en la etapa de construcción del proyecto que se proyecta en el Año 1, de forma que llevado a VPN con una TSD del 9% permite obtener un valor total para el impacto de CIENTO SESENTA Y SIETE MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO (\$167.336.545) pesos constantes de 2022 (ver Tabla 8.6-34).

**Tabla 8.6-34 VPN de los impactos de alteración
de las capas del suelo y pérdida del suelo orgánico por erosión**

COMPONENTE	COSTOS
1. Relleno del suelo	\$ 63.063.357,00
2. Estabilización del terreno	\$ 19.748.737,00
3. Fertilización del suelo (Mantillo, humus, micorrizas)	\$ 7.488.148,00
4. Introducción de agentes fijadores de nitrógeno y fosforo	\$ 3.236.596,00
TOTAL	\$ 93.536.838,00
Valor impacto Año 1 (1,95 ha)	182.396.834
VPN DEL IMPACTO ALTERACIÓN DE LAS CAPAS DEL SUELO / PÉRDIDA DEL SUELO ORGÁNICO POR EROSIÓN	\$167.336.545

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

b. Pérdida del suelo orgánico y erosión

El impacto “Pérdida del suelo orgánico por erosión” corresponde a la potencial generación de proceso como la erosión que constituye el desplazamiento de las capas superficiales del suelo. De acuerdo a la Evaluación Ambiental, el impacto cuenta con una calificación de -51,7 y una significancia ambiental moderada para la actividad de excavación y explanación en sitios de torre debido a la exposición del suelo a variaciones en la dinámica de los procesos erosivos y denudativos.

La actividad de excavación y explanación en sitios de torre comprende la excavación de suelo y por ende la extracción del recurso, estimado en 2.115,31 m³ (ver Tabla 8.6-35). Por lo que, la valoración del impacto se considera la metodología de costos de remplazo que plantea una hipotética recuperación del suelo a partir de procesos físicos y químicos que permiten una recuperación del recurso.

Tabla 8.6-35 Volúmenes estimados de descapote, corte, excavación y relleno

INFRAESTRUCTURA	ACTIVIDAD	DESCAPOTE (m ³)	CORTE (m ³)	EXCAVACIÓN (m ³)	RELLENO (m ³)	ÁREA (ha)
LÍNEA ELÉCTRICA		90,44	N/A	2.115,31	1.754,14	1,38
PLAZAS DE TENDIDO		N/A	14,04	N/A	N/A	0,57
TOTAL		90,44	14,04	2.115,31	1.754,14	1,95

Fuente: SMAYD LTDA., 2022, con base en ingeniería de TCE

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

La recuperación del suelo comprende procesos físicos y químicos que permitan, en lo posible volver a las condiciones iniciales. Los procesos físicos comprenden la estabilidad y obras que permitan aumentar su resistencia mecánica, por otro lado, los procesos químicos mejoran la calidad del recurso y promueven el movimiento de nutrientes y microorganismos del suelo (Ruíz, Febles, Díaz, & Díaz, 2015). Por lo que se estiman los costos a partir de las actividades de relleno del suelo, estabilización del terreno, fertilización del suelo e introducción de agentes fijadores de nitrógeno y se considera que el costo total del impacto se incluye en la valoración del impacto de “Alteración de las capas del suelo” que se manifestaría por la misma actividad.

c. Cambio en la percepción y calidad paisajística

El impacto cambio en la percepción y calidad paisajística se asocia con la actividad de montaje y vestida de estructuras calificado en un nivel de significancia “severo” y se materializa con una intensidad alta, una extensión parcial, momento inmediato y con connotación permanente. La afectación en el paisaje permanece por un largo periodo de tiempo debido a la permanencia durante la vida útil del proyecto en los Sitios de Torre o el montaje de la infraestructura en los lugares establecidos cambiando así la percepción del paisaje por la intrusión de elementos discordantes respecto a la calidad visual del paisaje, entendiéndose como la calidad de las vistas directas que desde él se divisan y del horizonte escénico que lo enmarca.

Para determinar la valoración económica del impacto cambio en la percepción y calidad paisajística se propone la metodología de transferencia de beneficios, considerando el procedimiento metodológico establecido en el documento “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental” (MADS & ANLA, 2017), a partir del desarrollo de cinco (5) pasos metodológicos, los cuales se describen a continuación:

- Paso 1 y 2: Identificación de estudios relacionados y evaluación de valores a transferir

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica de artículos que con aplicación de metodologías de valoración directa, específicamente de valoración contingente. Se identificaron tres (3) artículos relacionados con la Disponibilidad a Pagar – DAP por la conservación del paisaje, de los cuales el artículo denominado: Valoración económica de los servicios hidrológicos y de biodiversidad del Cerro La Judía para determinar la viabilidad de implementar un mecanismo de pago es el único que proporciona una aproximación al valor económico que permite relacionarlo con la pérdida del bienestar de la población (ver Tabla 8.6-36).

Tabla 8.6-36 Estudios relacionados con la conflictividad por actividades de empresas de hidrocarburos

No	AUTOR / AÑO	ARTÍCULO	TEMA	RELACIÓN DE VALORES	
1	UPME / 2017	Metodología para cuantificar costos y beneficios ambientales del desarrollo de las obras de transmisión	Realiza una recopilación de los métodos de valoración más acertados para los impactos asociados a la ejecución de proyecto de transmisión eléctrica.	Conexión Antioquia-Medellín-Ancón Sur y Líneas de Transmisión Asociadas (Resolución de la ANLA No. 00441 del 24 de abril de 2017)	DAP por persona Edad de Trabajar/ Año: \$16.391
			Referencia tres resultados de Valoración económica contingente, aceptados por la Autoridad Ambiental, con lo cual plantea un modelo para obtener una aproximación al valor de la pérdida de la calidad del paisaje	Línea de Transmisión Montería-Urabá a 230 Kv y Subestación Asociada (Resolución de la ANLA No. 00331 del 31 de marzo de 2017)	DAP por persona Edad de Trabajar/ Año: \$12.512
				Líneas de transmisión asociadas a la Conexión	DAP por persona Edad



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

No	AUTOR / AÑO	ARTÍCULO	TEMA	RELACIÓN DE VALORES
				Ituango Cerromatoso de Trabajar/ (Resolución de la ANLA No. Año: \$31.286 00714 del 23 de junio de 2017)
2	IAvH / 2009	Valoración económica de los servicios hidrológicos y de biodiversidad del Cerro La Judía para determinar la viabilidad de implementar un mecanismo de pago por servicios ambientales	El proyecto de “Valoración de los servicios hídricos y de biodiversidad provistos por el Cerro La Judía” pretende, mediante la aplicación de la metodología de valoración contingente y haciendo uso de herramientas participativas, estimar de una manera integral el flujo de beneficios derivados de los ecosistemas.	DAP por Hogar/mensual: \$7.800
3	Escobar, L. A., & Erazo, A. / 2006	Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje	Análisis comparativo de los beneficios estimados de la conservación de la reserva natural del Bosque de Yotoco (BY), empleando el método de valoración contingente y coste de viaje, con el fin de determinar, con estos dos métodos alternativos, una aproximación al valor social de la conservación de un ecosistema estratégico. La aplicación de estos métodos permitió obtener el valor económico del Bosque asociado al disfrute paisajístico, ante un cambio de calidad, siendo el valor obtenido con coste de viaje \$4.395 y con valoración contingente \$4.981 por visitante, corroborando así la utilidad de dichos métodos en la valoración de los servicios ambientales brindados por el BY	DAP visitante: \$4.981

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

▪ Paso 3: Selección de estudios

De acuerdo con la revisión bibliográfica, se seleccionó el estudio denominado “Valoración económica de los servicios hidrológicos y de biodiversidad del Cerro La Judía para determinar la viabilidad de implementar un mecanismo de pago por servicios ambientales” realizado por el Instituto Alexander Von Humboldt para la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga. El estudio desarrolla la valoración económica de los servicios hidrológicos y de biodiversidad del Cerro La Judía en el departamento de Santander, y relacionan los diferentes tipos de servicios ecosistémicos a ser valorados, dentro de los cuales se encuentran los espacios de recreación y observación del paisaje.

El estudio se desarrolla en el ecosistema de Bosque muy húmedo Alto Andino (Bmh-AA), Bosque húmedo Andino (Bh-A) y Bosque húmedo Subandino (Bh-SA), siendo correspondiente con el ecosistema objeto de la transferencia de beneficios y, también se desarrolla en zonas que se encuentran en condiciones socioeconómicas similares.

Los estudios “Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje” y “Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje” se desarrollan a partir de métodos directos, sin embargo, no corresponden al ecosistema objeto de estudio o bien, los valores obtenidos no tienen posibilidad de ser transferidos debido a que se enmarcan en poblaciones de visitantes y no, en población permanente que se encontraría expuesta a la manifestación del impacto.

▪ Paso 4: Aplicación de la transferencia

Considerando que el impacto se manifestaría en el área de influencia del proyecto, se relaciona la Disponibilidad A Pagar mensual por hogar con la cantidad de familias presentes en el área de Influencia. El estudio arrojó una DAP mensual de \$ 7.800, considerando las variables de pago, alimentos, edad e ingresos; todas estadísticamente significativas, es decir, que logran explicar la probabilidad de decisión del encuestado.

Con el fin de aplicar la transferencia de beneficios, se realiza la evaluación de las características de la población entrevistada frente a la población del área de influencia, encontrando que:

- Las actividades productivas que se desarrollan en el área del Cerro La Judía, corresponden principalmente a las actividades agrícolas y pecuarias, siendo coincidente con las actividades productivas representativas en el municipio de San Antonio de Tequendama, en el cual las actividades agropecuarias representan el mayor ingreso del municipio (43,45%), para el municipio de Soacha las actividades productivas más representativas son las relacionadas con el comercio (57%).
- En el área de estudio del Cerro la Juida, existe una estructura de la propiedad tipo minifundio, donde el la mayor cantidad de pedios presentan una extensión menor de 3 hectáreas, siendo esta una característica representativa en los municipios San Antonio de Tequendama y Soacha, donde las propiedades de menos de 3 hectáreas son las más representativas en la zona, con un 99% para la vereda de Chicaque, 60% para la vereda Cusio y 52% para la vereda Cascajal, encontrando que la vereda Canoas cuenta con la mayor representatividad de predios en la categoría de mediana propiedad (ver Tabla 8.6-37).

Tabla 8.6-37 Tipo de propiedad en las veredas del AI del proyecto

Unidad Territorial	Microfundio < 3 ha	Minifundio 3-10 ha	Pequeña Propiedad 10-20 ha	Mediana Propiedad 20-200 ha	Gran Propiedad > 200 ha
Chicaque	99%	0,5%	0,25%	0,25%	0%
Cusio	60%	10%	30%	0%	0%
Cascajal	52%	20%	0%	28%	0%
Canoas	0%	0%	40%	50%	10%

Fuente: Capítulo 5.3 Caracterización Socioeconómica del AI. 5.3.4. Componente Económico

- El nivel de educación máximo alcanzado de los entrevistados es de aproximadamente 40% en el nivel educativo de secundaria, el 30% el nivel de primaria y el 15% el nivel universitario, encontrando de modo general niveles de cercanía con la caracterización socioeconómica de los municipios del AI del proyecto, donde el nivel educativo que recoge el mayor porcentaje de la población es el de educación media primaria incompleta (24,08%) para el municipio de San Antonio de Tequendama y completa y media completa para el municipio de Soacha (28,59%), seguido de educación media completa para para el municipio de San Antonio de Tequendama (19,38%) y primaria incompleta para el municipio de Soacha



(12,76%) y, finalmente, frente a otros niveles de educación superior, el mayor porcentaje corresponde al nivel universitario con 5,26% para el municipio de San Antonio de Tequendama y, técnico y universitario para municipio de Soacha con un 7,95% y 7,84% correspondientemente (ver Tabla 8.6-38).

Tabla 8.6-38 Nivel educativo más alto alcanzado en los municipios de San Antonio de Tequendama y Soacha

NIVEL EDUCATIVO	San Antonio del Tequendama			Soacha		
	CABECERA	RESTO	TOTAL	CABECERA	RESTO	TOTAL
Preescolar	3,30%	1,99%	2,09%	2,46%	2,01%	2,46%
Primaria Completa	14,23%	18,31%	17,98%	11,49%	15,51%	11,52%
Primaria Incompleta	16,26%	24,78%	24,08%	12,69%	21,13%	12,76%
Secundaria Completa	3,56%	4,03%	3,99%	4,93%	5,80%	4,94%
Secundaria Incompleta	11,56%	12,84%	12,74%	12,76%	15,71%	12,79%
Media Completa	24,27%	18,95%	19,38%	28,66%	18,97%	28,59%
Media Incompleta	2,29%	3,39%	3,30%	2,90%	2,94%	2,90%
Normal Completa	0,13%	0,07%	0,07%	0,04%	0,04%	0,04%
Normal Incompleta	0,25%	0,31%	0,31%	0,33%	0,45%	0,33%
Técnico	4,57%	2,99%	3,12%	7,98%	4,20%	7,95%
Tecnólogo	2,16%	1,20%	1,28%	3,49%	1,79%	3,48%
Universitario	9,66%	4,91%	5,29%	7,87%	3,65%	7,84%
Posgrado	2,41%	0,98%	1,09%	0,84%	0,38%	0,84%
Ninguno	3,30%	4,68%	4,57%	1,83%	3,78%	1,84%
Sin dato	2,05%	0,57%	0,71%	1,73%	3,64%	1,72%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Capítulo 5.3 Caracterización Socioeconómica del AI. 5.3.3. Componente Espacial

- d) Respecto a los ingresos, se considera que, al tener en cuenta que en el AI las actividades productivas con mayor representatividad en la zona, son las de tipo agropecuario, como bien se mencionó en el literal a y se encuentran en relación con las actividades productivas relacionadas en el Cerro La Judía (caso de estudio) se asume que los ingresos de las actividades agropecuarias poseen tendencias similares en las zonas rurales del país y podría asumirse un ingreso medio equivalente dentro del AI.
- e) En el AI del proyecto, la caracterización demográfica arrojó que el 59,7% de la población se encuentra en las edades entre 18 y 65 años⁸, y realizando el contraste con la información correspondiente a los predios del área de intervención, se encuentra que predomina la población en edad para trabajar (PET) con un porcentaje cercano al 70% (ver Tabla 8.6-39), siendo correspondiente a la información socioeconómica de las personas participantes en el estudio realizado para el Cerro La Judía, en el que el mayor porcentaje de la población se encuentra entre los 40 y 50 años, correspondiente a la PET.

Tabla 8.6-39 Población por edad y sexo en los predios de influencia

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL	NOMBRE DEL PREDIO	NOMBRE	EDAD	SEXO	
					H	M
	Chicaque	Las Acacias	Blanca Imelda Rodriguez	57		X

⁸ Capítulo 5.3 Caracterización socioeconómica del AI. 5.3.2 Componente Demográfico



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

MUNICIPIO	UNIDAD TERRITORIAL	NOMBRE DEL PREDIO	NOMBRE	EDAD	SEXO	
					H	M
San Antonio del Tequendama			Rafael Ardila Bohórquez	60	X	
		Campo libre	No aplica.	-	-	-
		El Vergel	Olga Miriam Ojeda	49		X
			Rafael Jiménez Fabra	67	X	
		Lo y CS Getsemaní	No aplica	-	-	-
		Balconcitos San Isidro La Represa	Juan Manuel Cepeda Bermúdez	13	X	
			Andres Camilo Cepeda	11	X	
			Jhon Fredy Cepeda Bermúdez	10	X	
			Wilson Cepeda Cruz	47	X	
		El Porvenir	No aplica	-	-	-
Soacha	Cascajal	Monserate	SIN INF.	-	-	-
		La Planada	SIN INF.	-	-	-
		La Constancia	SIN INF.	-	-	-
		Tibaque Lindo	SIN INF.	-	-	-
		La Mano del Chilco	SIN INF.	-	-	-
		Lote La Loma	Patricia Moncda	43		X
	Fidel Hurtado		47	X		
	Daniela Hurtado		25		X	
	Melani Samantha Hurtado		3		X	
	Mayerly Hurtado		21		X	
	Canoas	Bosques de Canoas	Hector Alfonso Alarcon Cañón	47	X	
			Luz Mila Rey	44		X
			Kevin Alonso Alarcon Rey	6	X	
		Aguazuque	SIN INF.	-	-	-

Fuente: Capítulo 5.3 Caracterización Socioeconómica del AI. 5.3.2. Componente Demográfico

Una vez corroborado la correspondencia entre la población del estudio seleccionado y la del área de Influencia del proyecto, se considera la información de DAP mensual para la aplicación de la transferencia de beneficios, por lo que se procede a realizar la actualización correspondiente a 2022, teniendo en cuenta que los valores son tasados en pesos de 2019. De acuerdo al IPC⁹ a corte de diciembre desde el año 2009 al 2021, resultando un valor actualizado de \$12.450,65 pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-40).

Tabla 8.6-40 Actualización del DAP

ACTUALIZACIÓN DEL VALOR	
DAP 2009 (\$)	\$ 7.800,00
DAP 2022 (\$)	\$ 12.450,65

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Paso 5: Cálculo del valor total

Teniendo en cuenta el valor a transferir, correspondiente a la DAP en pesos de 2022, se estima la población a la que posiblemente se afecte su bienestar por la presencia de las torres de transmisión de energía eléctrica en el AI del proyecto. De acuerdo a la información socioeconómica, se estima un total de 329 familias en las veredas de Cusio y Chicaque del municipio de San Antonio del Tequendama, y en las veredas de Cascajal y Canoas del

⁹ DANE (2022). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

municipio de Soacha, de las cuáles, a través de un análisis de visibilidad se definieron aproximadamente 25 familias que podrían verse afectadas por la operación del proyecto en términos del paisaje¹⁰.

Una vez relacionado el dato de referencia de la DAP (\$12.450,65) con la cantidad de meses al año en los cuales se manifestaría la afectación, se totaliza un valor anual del impacto en \$ 3.735.196 pesos corrientes de 2022, valor que proyectado durante el tiempo de la operación del proyecto, llevado a VPN con una TSD del 9%, resulta en un valor de TREINTA Y SIETE MILLONES OCHENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO (\$37.086.654) (ver Tabla 8.6-41).

Tabla 8.6-41 Valor económico del impacto Cambio en la percepción y calidad paisajística

CONCEPTO	VALOR
DAP 2022 mensual/Hogar	\$ 12.450,65
Total hogares con DAP	25
Cantidad meses año	12
Valor anual del impacto cambio en la percepción y calidad paisajística	\$ 3.735.196
Valor año 1	\$ 0
Valor año 2	\$ 3.735.196
Valor año 3	\$ 3.735.196
Valor año 4	\$ 3.735.196
Valor año 5	\$ 3.735.196
Valor año 6	\$ 3.735.196
Valor año 7	\$ 3.735.196
Valor año 8	\$ 3.735.196
Valor año 9	\$ 3.735.196
Valor año 10	\$ 3.735.196
Valor año 11	\$ 3.735.196
Valor año 12	\$ 3.735.196
Valor año 13	\$ 3.735.196
Valor año 14	\$ 3.735.196
Valor año 15	\$ 3.735.196
Valor año 16	\$ 3.735.196
Valor año 17	\$ 3.735.196
Valor año 18	\$ 3.735.196
Valor año 19	\$ 3.735.196
Valor año 20	\$ 3.735.196
Valor año 21	\$ 3.735.196
Valor año 22	\$ 3.735.196
Valor año 23	\$ 3.735.196
Valor año 24	\$ 3.735.196
Valor año 25	\$ 3.735.196
Valor año 26	\$ 3.735.196
VPN del impacto cambio en la percepción y calidad del paisaje	\$37.086.654

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

¹⁰ Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia. 5.4 Paisaje

d. Afectación de la cobertura vegetal

El impacto se puede generar por la actividad de remoción de cobertura vegetal con una significancia ambiental de “Severo” y una calificación de -68, debido a la disminución del número de individuos arbóreos en las coberturas del área de intervención del proyecto, sin llegar a alterar las estructuras horizontales y verticales de los remanentes. La afectación se tendrá únicamente en aquellos sitios del proyecto donde requiere la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de la infraestructura tanto fija (sitios de torre) como temporal (brechas o accesos).

Se estimó el valor económico del impacto de “afectación de la cobertura vegetal” teniendo en cuenta el planteamiento metodológico de apreciación de gastos de prevención, restauración y reemplazo, donde se estimó el valor de uso directo a partir del costo de reposición de las coberturas vegetales a intervenir; y el valor de uso indirecto mediante la tasación del servicio ecosistémico de regulación por secuestro de carbono, es decir, por medio de la valoración del precio transable de carbono que equivale al carbono absorbido y secuestrado en la biomasa, y que con la intervención a ejecutar se emitiría por la actividad de la remoción de las coberturas naturales y ,finalmente, el valor de no uso, asociado al reconocimiento social en términos de conservación de las coberturas naturales.

Las coberturas vegetales de intervención se consideran de acuerdo lo referido en el capítulo 7.5 Demanda uso y aprovechamiento de los recursos, donde se solicitan los volúmenes de aprovechamiento forestal para un área de 3,16 ha, incluyendo allí las zonas correspondientes a las áreas de sensibilidad ambiental (2,35 ha) (ver Tabla 8.6-42), con un total de 248,70 m³ requerido.

Tabla 8.6-42 Área total de intervención

APROVECHAMIENTO FORESTAL TOTAL		
COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA (ha)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bosque denso alto	0,10	28,45
Bosque denso bajo	0,16	8,74
Pastos arbolados	0,16	11,85
Pastos limpios	0,01	0,44
Plantación forestal de latifoliadas	2,45	193,01
Vegetación secundaria alta	0,17	5,47
Vegetación secundaria baja	0,09	0,74
Total general	3,16	248,70

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

▪ Coberturas vegetales naturales

Los costos de reposición de las coberturas naturales se estimaron a partir de los gastos incurridos en la restauración de una cobertura boscosa en un estado sucesional inicial, teniendo en cuenta que dicha cobertura abarcaría todas las demás respecto a la funcionalidad ecosistémica, partiendo de que las otras coberturas presentan estados de desarrollo menores del bosque o bien corresponden a formaciones naturales de transición asociadas. Por lo tanto, para desarrollar la estimación del valor de reposición se tuvo en cuenta los costos planteados por la CAR en el año 2014 para el establecimiento de corredores de conectividad en el marco del plan de manejo ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. “Thomas van der Hammen”; de donde se tomaron los valores actualizados a pesos 2022 a partir del cálculo el valor del salario mínimo legal vigente.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

Para obtener la estimación de los valores de establecimiento y mantenimiento, se ejecutó en primera instancia la equivalencia en salarios mínimos legales vigentes para el año de cálculo, con el fin de traer estos a valores 2022, utilizando así el valor del salario mínimo estipulado por el Ministerio del Trabajo mediante el Decreto 1724 de 2021 (\$1.000.000).

De esta manera se tiene que, de acuerdo con la relación definida, el valor de establecimiento, administración y mantenimiento acción que ocurre en el primer año (10,16 smlmv), es de \$10.160.000 por hectárea, el valor de aislamiento (2,95 smlmv) corresponde a \$2.950.000, el valor de mantenimiento para el segundo año (3,02 smlmv) de \$3.020.000 y un valor de mantenimiento para el tercer año (3,02 smlmv) de \$3.020.000; todos estos a pesos corrientes 2022. Estos valores al ser descontados en el tiempo con una TSD del 9% arrojan que el costo de reposición de una hectárea de coberturas naturales en valor presente neto corresponde a \$16.901.390,63 a pesos constantes de 2022, lo cual equivale a **\$8.801.653** en pesos constantes de 2022 para las **0,52 hectáreas** bajo coberturas naturales a intervenir por el proyecto (ver Tabla 8.6-43).

El valor de conservación se estimó con base en las cuantías estipuladas en el Decreto 900 de 1997 expedido por el MMA, hoy MADS, en donde se fija un incentivo de conservación de coberturas boscosas naturales por hectárea de siete (7) smlmv, que con base en el salario mínimo para el año 2022 (\$1.000.000 COP) asciende a un valor de \$7.000.000, para lo cual se ajustó teniendo en cuenta lo sugerido por la Resolución con un factor regional compuesto por: un factor de acuerdo con el piso térmico donde se ubican la coberturas (valores por encima de los 2.500 m.s.n.m) correspondiente a 1, y un factor del tamaño de predio, para el cual se utilizó como referencia el valor del área de coberturas naturales a intervenir (**0,52 ha**), dando un factor de 2 (predios menores a 3 ha); teniendo así que el factor regional es de 2. Partiendo de lo anterior, este valor se multiplicó por el valor de ajuste regional (2) obteniendo un valor económico de conservación por hectárea de \$14.000.000 a pesos corrientes 2022, lo cual llevado a una conservación periódica durante siete (7) periodos anuales, considerando como el tiempo que tardarían en recuperarse en términos de función las coberturas boscosas; bajo este supuesto el valor de conservación para el área total (**0,51 ha**) correspondería a **\$36.963.800** a pesos constantes de 2022 (ver Tabla 8.6-43).

En cuanto a la tasación del valor de uso indirecto relacionado con el carbono que se emite al realizar la actividad de remoción de coberturas vegetales de tipo natural, se desarrolló a partir de la estimación del valor de las emisiones generadas por esta actividad, por lo tanto, se consideró inicialmente el valor de carbono equivalente, partiendo de la determinación de biomasa, para la cual se tomó como referencia el volumen total de aprovechamiento las coberturas¹¹ (**43,40 m³**) y se asumió el valor promedio de densidad de uno (1) para obtener el valor de biomasa, posteriormente se relacionó un factor de 0,5 dado por la relación volumen-biomasa, según lo establecido por Brown, Gillespie, & Lugo¹², donde se asume que el 50% de la biomasa equivale a carbono contenido, biomasa que al amplificarla por 3,67 (obtenido de la razón de los pesos moleculares 44/12) permite obtener valores de 127,35 tn de Carbono equivalente Ceq por hectárea según lo establecido por Rüginitz, Chacón, & Porro¹³. Para realizar la estimación del valor económico de carbono equivalente secuestrado se usaron los valores reportados en la Resolución 000019 de 2022 en donde se ajustan las tarifas del impuesto al carbono (tarifa de dieciocho mil ochocientos veintinueve pesos (\$18.829) por tonelada de CO₂), así para las **152,93 Tn** de Ceq por hectárea que poseen las cobertura naturales sujetas a aprovechamiento el costo de remover la vegetación por emisiones de carbono significaría un estimado de **\$2.879.461,00** pesos corrientes de 2022/ha,

¹¹ Registrado en el Numeral 7.5. Aprovechamiento Forestal del presente Complemento del EIA.

¹² Brown, S., Gillespie, A., & Lugo, A. (1989). Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data.

¹³ Rüginitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. Lima, Peru: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)/ Consorcio Iniciativa Amazonica (IA).

reflejando la pérdida por el servicio ecosistémico de regulación por secuestro de carbono atmosférico; valor que en VPN descontado a una TSD del 9% para las *0,52 ha* resulta en *\$1.375.709,00* pesos constantes de 2022 (Ver Tabla 8.6-43).

Tabla 8.6-43 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “afectación de la cobertura vegetal” para coberturas naturales

COBERTURAS NATURALES (VEG. SEC ALTA, BAJA; BOSQUE DENSO ALTO, BAJO)		
	CONCEPTO	VALOR
1	Salario mínimo legal mensual vigente (2022)	\$ 1.000.000,00
2	Establecimiento, administración y mantenimiento de la cobertura por un (1) año = (10,16 smlmv)	\$ 10.160.000,00
3	Aislamiento de 200 metros lineales = (2,95 smlmv / ha)	\$ 2.950.000,00
4	Mantenimiento año 2 = (3,02 smlmv)	\$ 3.020.000,00
5	Mantenimiento año 3 = (3,02 smlmv)	\$ 3.020.000,00
6	Valor Presente Neto de los costos de reposición de una (1) hectárea en cobertura natural	\$ 16.901.390,63
7	<i>Valor Presente Neto de los costos de reposición para 0,52 ha en coberturas naturales</i>	<i>\$ 8.801.653</i>
8	Valor base conservación / ha (7 SMMLV)	\$ 7.000.000,00
9	Factor del piso térmico > 2.500 msnm	1
10	Factor del tamaño del predio < 3 ha	2
11	Factor de ajuste regional (Factor piso térmico * Factor tamaño predial)	2
12	Valor de conservación por año para una (1) hectárea de cobertura natural	\$ 14.000.000,00
13	<i>Valor Presente Neto del valor de conservación de (0,51) hectáreas de cobertura natural durante 7años</i>	<i>\$ 36.693.800,00</i>
14	<i>Carbono equivalente en tCO₂e/ha (tCO₂e = Biomasa t * 0,5tC * 3,67 tCo₂e/tC)</i>	<i>152,93</i>
15	Precio tCO ₂ e Resolución 000019 de 2022	\$ 18.829,00
16	<i>Valor estimado de carbono emitido por hectárea por eliminación de la cobertura bosques (pesos 2022)</i>	<i>\$ 2.879.461,00</i>
17	<i>Valor Presente Neto de las tCO₂e que liberan 0,51 ha de coberturas naturales</i>	<i>\$ 1.375.709,00</i>

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

Los costos de reposición de las coberturas seminaturales se estimaron a partir de los gastos incurridos en mano de obra e insumos requeridos para la restauración y manejo de estas coberturas. Para obtener la estimación de los valores de establecimiento y mantenimiento, se planteó en primera instancia la equivalencia en salarios mínimos legales vigentes para el año en el cual se presentan los valores (2018)¹⁴, con el fin de traer estos a

¹⁴ Gutiérrez JF; Hering J; Muñoz JJ; Enciso K; Bravo AM; Hincapié B; Sotelo M; Urrea JL; Burkart S. 2018. Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas - Algunos aspectos clave a considerar. Publicación CIAT No. 471. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 20 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10568/96261>

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

valores 2022, utilizando así el valor del salario mínimo estipulado por el Ministerio del Trabajo mediante el Decreto 1724 de 20216 (\$1.000.000).

De esta manera, se calcula el costo de la preparación del terreno a partir de los conceptos de mano de obra adecuación del terreno, mano de obra aplicación de herbicidas y mano de obra aplicación de enmienda traídos al año 2022, obteniendo un valor de \$1.468.856,11 por ha, seguido a esto, se tuvo en cuenta la mano de obra necesaria para la siembra de cobertura seminatural también traído al año 2022 por un costo de \$282.472,33 por ha. Asimismo, se estimó los costos de insumos por un valor de \$2.831.016,39, valor traído a pesos de 2022 con el IPP anual desde 2018 y finalmente se calculó los costos incurridos por la modificación de la cobertura seminaturales (pastos) por ha en \$ 4.582.344,84 y el valor el cual equivale en VPN descontado a una TSD del 9% para las 0,17 ha con un valor de \$714.678 en pesos constantes 2022 (Ver Tabla 8.6-44).

Respecto, a la tasación del valor de uso indirecto relacionado con el carbono que se emite al realizar la actividad de remoción de coberturas vegetales de tipo seminatural, se desarrolló a partir de la estimación del valor de las emisiones generadas por esta actividad, por lo tanto, se estimó inicialmente el valor de carbono equivalente, partiendo de la determinación de biomasa, para la cual se tomó como referencia el contenido de carbono teórico para pastos de acuerdo al documento del IDEAM¹⁵, Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010, valor referenciado en 6,40 ton/ha.

Para realizar la estimación del valor económico de carbono equivalente secuestrado se usaron los valores reportados en la Resolución 000019 de 2022¹⁶ en donde se ajustan las tarifas del impuesto al carbono (tarifa de dieciocho mil ochocientos veintinueve pesos (\$18.829) por tonelada de CO₂), así que la remoción de la cobertura de pastos resulta en un VPN con una TSD del 9% \$ 18.794 pesos constantes de 2022 por emisiones de carbono estimado para 0,17 ha.

Es necesario tener en cuenta, que dentro de las pasturas, también se encuentran individuos arbóreos que en términos de biomasa presentan carbono contenido, esta biomasa se cuantifica a partir de los volúmenes de aprovechamiento forestal que para esta cobertura resulta un total de 12,29 m³, lo cual llevado al 50% de contenido de carbono y amplificado por el peso de 3,67, resulta en 37,51 tn de carbono equivalente, lo cual llevado a hectárea corresponde a 132,66 tn; considerando el precio comercial por tonelada de carbono en \$18.829, resulta en un costo de \$ 2.497.849,60 pesos corrientes de 2022 por hectárea para las coberturas seminaturales, es decir, que para las 0,17 hectáreas bajo coberturas de pastos equivale a un VPN con una TSD del 9% \$ 389.573 pesos constantes de 2022 (Ver Tabla 8.6-44).

Tabla 8.6-44 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” para coberturas de pastos

COBERTURA SEMINATURALES (PASTOS)		
	CONCEPTO	VALOR
1	Mano de obra adecuación del terreno	\$ 80.000,00
2	Mecanización	\$ 800.000,00

¹⁵ Yepes, A., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque, A.J., Cabrera, E., Galindo, G., Vargas, D., García, M.C y Ordoñez, M.F. 2011. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp. <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Emisiones.pdf/a86b9bd1-0050-4bb9-a54f-c3ad6b3cda26>

¹⁶ Resolución 000019 de 2022.

<https://www.minagricultura.gov.co/Documentos%20Publicos/Lineamientos%20FFA/Resolucion%2019%202022%20Distribucion%20de%20recursos.pdf>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

COBERTURA SEMINATURALES (PASTOS)		
	CONCEPTO	VALOR
3	Mano de obra aplicación de herbicidas	\$ 120.000,00
4	Mano de obra aplicación de enmienda	\$ 40.000,00
5	Total preparación del terreno (2018)	\$ 1.040.000,00
6	Total preparación del terreno (2022)	\$ 1.468.856,11
7	Mano de obra siembra	\$ 80.000,00
8	Mano de obra resiembra	\$ 40.000,00
9	Mano de obra control de maleza	\$ 80.000,00
10	Total siembra (2018)	\$ 200.000,00
11	Total siembra (2022)	\$ 282.472,33
12	Enmiendas 10 bultos * 50k	\$ 320.000,00
13	Fertilizante 2 bultos * 50k	\$ 169.200,00
14	Herbicida 1 galón	\$ 624.000,00
15	Semilla Mombasa 8k	\$ 338.400,00
16	Total insumos (2018)	\$ 1.451.600,00
17	Total Insumos (2022)	\$ 2.831.016,39
18	Total costos de reemplazo de pasturas por ha (2018)	\$ 2.691.600,00
19	Total costos de reemplazo de pasturas por ha (2022)	\$ 4.582.344,84
20	VPN de los costos incurridos por la modificación de la cobertura de pastos (0,17ha)	\$ 714.678,0
21	Precio tCO ₂ e Resolución 000019 de 2022	\$ 18.829,00
22	Contenido de carbono teórico para pastos (tn/ha)	6,40
23	Valor de las tCO ₂ e/ha que se libera en una hectárea de pastos por pérdida de la cobertura	\$ 120.505,60
24	Valor Presente Neto de las tCO ₂ e/ha que se dejan de secuestrar en 0,17 hectáreas de pastos	\$ 18.794,00
Individuos arbóreos en cobertura de pastos		
25	Carbono equivalente en tCO ₂ e/ha (tCO ₂ e = Biomasa t * 0,5tC * 3,67 tCo ₂ e/tC) / área de las coberturas)	132,66
26	Precio tCO ₂ e Resolución 000019 de 2022	\$ 18.829,00
27	Valor estimado de carbono emitido por hectárea por eliminación de la cobertura de individuos arbóreos en pasturas (pesos 2022)	\$ 2.497.849,60
28	Valor Presente Neto de las tCO ₂ e que liberan 0,17 hectárea de pastos	\$ 389.573,00

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

Por último, para la cobertura de plantación forestal de latifoliadas se estimaron los costos de reposición conforme con lo dispuesto en la Resolución 000324 de 2021¹⁷, en donde se dispone el valor de los costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales para la vigencia 2022. Se uso como base el valor promedio de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento de la especie *Eucalyptus globulus* y *Otras especies* para los valores presentados en “Otras regiones”. Dado que, como se presenta en el “Capítulo 7.5 Aprovechamiento forestal” las especies más abundantes corresponden a *Eucalyptus globulus* y *Acacia decurrens*, que representan el 51.91% y 45.88% del total de individuos, respectivamente (Ver Tabla 8.6-45).

De esta manera, se establece el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento por hectárea para *Eucalyptus globulus* y *Otras especies* de \$3.067.488 en pesos corrientes 2022, adicionalmente se plantean cuatro (4) mantenimientos anuales a partir del año dos (2). El valor total de reposición de coberturas equivalente en VPN descontado a una TSD del 9% para las 2,45 ha corresponde a \$ 9.141.354 en pesos constantes 2022 (Ver Tabla 8.6-45).

En cuanto a la tasación del valor de uso indirecto relacionado con el carbono que se emite al realizar la actividad de remoción de cobertura de plantación forestal se desarrolló a partir de la estimación del valor de las emisiones generadas por esta actividad, por lo tanto, se consideró inicialmente el valor de carbono equivalente, partiendo de la determinación de biomasa, para la cual se tomó como referencia el volumen total de aprovechamiento la cobertura (193,01 m³) y se asumió el valor promedio de densidad de uno (1) para obtener el valor de biomasa, posteriormente se relacionó un factor de 0,5 dado por la relación volumen-biomasa¹⁸, asumiendo que el 50% de la biomasa equivale a carbono contenido, biomasa que al amplificarla por 3,67 (obtenido de la razón de los pesos moleculares 44/12) presenta el valor de 144,56 tn de Carbono equivalente Ceq según lo establecido por Rüginitz, Chacón, & Porro¹⁹. Para realizar la estimación del valor económico de carbono equivalente secuestrado se usaron los valores reportados en la Resolución 000019 de 2022 en donde se ajustan las tarifas del impuesto al carbono (\$18.829 por tonelada de CO₂), así las 144,56 tn de Ceq por hectárea que poseen las plantaciones forestales tienen un costo por emisiones de carbono estimado de \$2.721.931 pesos corrientes de 2022/ha, reflejando la pérdida por el servicio ecosistémico de regulación por secuestro de carbono atmosférico; valor que en VPN descontado a una TSD del 9% para las 2,45 ha resulta en \$ 6.118.102 pesos constantes de 2022.

Tabla 8.6-45 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” para la cobertura de plantación forestal

PLANTACIÓN FORESTAL DE LATIFOLIADAS		
	CONCEPTO	VALOR
1	Establecimiento de una (1) ha de plantación forestal de <i>Eucalyptus globulus</i>	\$ 3.423.953,00
2	Establecimiento de una (1) ha plantación forestal de <i>Otras especies</i>	\$ 2.711.023,00
3	Valor estimado de los costos de establecimiento de una (1) hectárea en plantación forestal	\$ 3.067.488,00
4	Mantenimiento de una (1) ha de plantación forestal - Año 2	\$ 389.174,50
5	Mantenimiento de una (1) ha de plantación forestal - Año 3	\$ 376.209,00

¹⁷ Resolución 000324 de 2021 <https://www.forestalmaderero.com/wp-content/uploads/2021/11/RESOLUCION-000324-DE-2021.pdf>

¹⁸ Brown, S., Gillespie, A., & Lugo, A. (1989). Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data.

¹⁹ Rüginitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. Lima, Peru: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)/ Consorcio Iniciativa Amazonica (IA).



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

PLANTACIÓN FORESTAL DE LATIFOLIADAS		
	CONCEPTO	VALOR
6	Mantenimiento de una (1) ha de plantación forestal - Año 4	\$ 223.624,50
7	Mantenimiento de una (1) ha de plantación forestal - Año 5	\$ 216.133,00
8	Valor Presente Neto de los costos de mantenimiento para (1) ha en plantación forestal	\$ 3.731.164,79
9	<i>Valor Presente Neto de los costos de reposición para 2,45 ha en plantación forestal</i>	\$ 9.141.354
10	<i>Carbono equivalente en tCO₂e/ha (tCO₂e = Biomasa t * 0,5tC * 3,67 tCo₂e/tC)</i>	144,56
11	Precio tCO ₂ e Resolución 000019 de 2022	\$ 18.829,00
12	<i>Valor estimado de carbono emitido por hectárea por eliminación de la cobertura bosques (pesos 2022)</i>	\$ 2.721.931,00
13	<i>Valor Presente Neto de las tCO₂eq que liberan 2,47 ha de plantación forestal</i>	\$ 6.118.102,00

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

Con base a lo anterior, se realiza la suma de los costos de reposición, de uso directo e indirecto, por medio del enfoque de Valor Económico Total (VET), obteniendo que el valor de los impactos por eliminar las coberturas naturales y seminaturales, distribuyendo la intervención para cada año de acuerdo con el desarrollo hipotético de las actividades asociadas a la reposición, mantenimiento, conservación y eliminación de la captura de carbono, intervención que se ejecutará en el primer año de desarrollo del proyecto, con lo cual se obtiene un valor para los impactos de “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” y “Afectación de la cobertura vegetal” en VPN a una TSD el 9% en **SESENTA Y TRES MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL SETESCIENTOS SESENTA Y UN (\$63.253.661) pesos constantes de 2022** (Ver Tabla 8.6-46).



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

Tabla 8.6-46 Estimación de los valores económicos de los rubros utilizados en la estimación del impacto

Distribución de los costos en el tiempo									
Actividad	0	1	2	3	4	5	6	7	VPN
COBERTURAS NATURALES (VEG. SEC ALTA, BAJA Y BOSQUE FRAGMENTADO)									
Establecimiento y mantenimiento de la cobertura por un (1) año = (7,29 SMLMV)	\$ 0	\$ 10.160.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 9.321.101,00
Aislamiento de 200 metros lineales = (2,95 SMLMV)	\$ 0	\$ 2.950.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2.706.422,00
Mantenimiento = (3,02 smlmv)	\$ 0	\$ 0,00	\$ 3.020.000,00	\$ 3.020.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 4.873.868,00
Total costos de reemplazo de 0,52 ha	\$ 0	\$ 6.827.229,15	\$ 1.572.710,30	\$ 1.572.710,30	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 8.801.653,00
Conservación 7 años 0,52 ha	\$ 0	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 36.693.800,00
Total costos captura de carbono	\$ 0	\$ 1.499.522,51	\$ 0,00	\$ 1.375.709,00					
TOTAL		\$ 15.617.461,66	\$ 8.863.420,30	\$ 8.863.420,30	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 46.871.161,00
COBERTURAS SEMINATURALES (PASTOS)									
Costos de reposición en pasto	\$ 0	\$ 778.998,62	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 714.678,00
Total costos captura de carbono pastos	\$ 0	\$ 20.485,95	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 18.794,00
Total costos captura de carbono individuos árboles en pastos	\$ 0	\$ 424.634,43	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 389.573,00
TOTAL		\$ 1.224.119,01	\$ 0,00	\$ 1.123.045,00					
PLANTACIÓN FORESTAL DE LATIFOLIADAS									
Establecimiento de una (1) ha de plantación forestal con fines comerciales	\$ 0	\$ 3.067.488,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2.814.209,00

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016



Distribución de los costos en el tiempo									
Mantenimiento de una (1) ha plantación forestal	\$ 0	\$ 0,00	\$ 389.174,50	\$ 376.209,00	\$ 223.624,50	\$ 216.133,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 916.956,00
Total costos de reemplazo de 2,45 ha	\$ 0	\$ 7.515.345,60	\$ 953.477,53	\$ 921.712,05	\$ 547.880,03	\$ 529.525,85	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 9.141.354,00
Total costos captura de carbono	\$ 0	\$ 6.668.730,95	\$ 0,00	\$ 6.118.102,00					
TOTAL	\$ 0	\$ 14.184.076,55	\$ 953.477,53	\$ 921.712,05	\$ 547.880,03	\$ 529.525,85	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 15.259.456,00
VALOR TOTAL IMPACTO	\$ 0	\$ 31.025.657,21	\$ 9.816.897,83	\$ 9.785.132,35	\$ 7.838.590,03	\$ 7.820.235,85	\$ 7.290.710,00	\$ 7.290.710,00	\$ 63.253.661

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

e. Afectación de áreas de sensibilidad ambiental

El impacto “*afectación de áreas de sensibilidad ambiental*” es generado por la eliminación o afectación de las formaciones vegetales localizadas en áreas de manejo especial y alta sensibilidad ambiental, y de acuerdo a la Evaluación Ambiental podría manifestarse por la actividad de remoción de cobertura vegetal, con una calificación de -48 y una significancia ambiental Moderada.

En el área de influencia de la modificación No.2 se identifican dos categorías: las Áreas protegidas constituidas legalmente y las áreas sensibles, identificadas como iniciativas que promueven la preservación y conservación de áreas naturales o componentes de las mismas (Ver Capítulo 5.2 Numeral 5.2.1.3). Las áreas corresponden a AICA, bosque de niebla, DMI Tequendama y Cerro Manjui y RFPP de la cuenca alta rio Bogotá, estas dos últimas sujetas a sustracción (Ver Tabla 8.6-47).

Tabla 8.6-47 Zonas de manejo especial en el Área de influencia de la modificación No. 2 que fueron sujetas a sustracción

ZONA DE MANEJO ESPECIAL		JURISDICCIÓN	INFRAESTRUCTURA OBRAS Y/O ACTIVIDADES OBJETO DE MODIFICACIÓN No. 2
1	Distrito de Manejo Integrado – Sector Salto El Tequendama y Cerro Manjui	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR	ST440N4, ST441N3, ST442N4, ST443N3, ST453N, ST454NN y ST455 con sus respectivos vanos, accesos y brechas. Incluye también acercamientos al conductor CO-58A y la Plaza de tendido PT55A. - Distancia = 2,84 km
2	Reserva Forestal Protectora Productora – Cuenca Alta del Río Bogotá	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.	ST442N4, ST444N, ST450NN y ST452N con sus vanos, accesos y brechas. También incluye un tramo de los accesos a los ST443N, ST447N y ST448N3 y del CO58A. - Distancia = 1,68 km

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Con respecto a la actividad de remoción de la cobertura vegetal las áreas de aprovechamiento en la Reserva EFPP CARB será de 0,610 ha, en el DMI SSTCM de 0,757 ha (se superponen con 0,003 ha de AICA), en el Bosque de niebla a 0,970 ha (se superponen con 0,018 del área de AICA, con 0,209 ha del DMI y 0,155 ha de la RFPP CARB) y en el AICA a 0,018 ha, para un total de área de intervención en áreas protegidas y/o áreas sensibles de 2,35 ha.

Considerando que los impactos de “afectación de áreas de sensibilidad ambiental y afectación de la cobertura vegetal” se manifestaran en tanto se genere la afectación a las coberturas vegetales, se considera apropiado recoger en una misma tasación monetaria el valor de los dos impactos ya mencionados, desarrollado en el impacto de “afectación de la cobertura vegetal”.

f. Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación

El impacto se atribuye a un posible cambio, permanente o temporal, de las coberturas de la tierra establecidas al interior de las áreas de relevancia para la conservación. De acuerdo a la Evaluación Ambiental el impacto posiblemente se manifestará con mayor intensidad en la actividad de remoción de cobertura vegetal con una calificación de -48 y significancia ambiental de moderado a pesar de que solo se manifestará en los sitios de torre.

Las potenciales áreas afectadas por actividades de aprovechamiento corresponden a coberturas de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá – RFPP CARB, del Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama Cerro Manjui – DMI SSTCM, del ecosistema de Bosque de Niebla y el área para la



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

conservaciones de aves AICA Bosques de la falla de Tequendama; distribuidas de la siguiente manera: en la RFPP CARB a 0,610 ha, en el DMI SSTCM a 0,757 ha (se superponen con 0,003 ha de AICA), en el Bosque de niebla a 0,970 ha (se superponen con 0,018 del área de AICA, con 0,209 ha del DMI y 0,155 ha de la RFPP CARB) y en el AICA a 0,018 ha, para un total de área de intervención en áreas protegidas y/o áreas sensibles de 2,35 ha.

Para estimar el costo del impacto se tiene en cuenta programas de conservación para áreas del mismo ecosistema del área de influencia, que incluyen acciones encaminadas a la conservación. Por lo que se tuvo en cuenta los proyectos formulados para el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, específicamente el Proyecto 2.1.3 Fortalecimiento de ecosistemas estratégicos protegidos mediante conservación y preservación de hábitats, del Programa de Ecosistemas Estratégicos y Sensibilidad del Territorio en la Cuenca que hace parte de la línea estratégica de Recuperación y mantenimiento de áreas degradadas y/o potrerizadas; que se implementará en ecosistemas estratégicos que incluyen el DMI – SSTCM.

Se estima que el área donde se realizará dicho proyecto asciende a los 2.450 ha con el objetivo de conservar y preserva hábitats mediante la recuperación y rehabilitación de vegetación nativa al interior de los ecosistemas estratégicos protegidos con el fin de generar conectividad ecológica, e incluye actividades de diagnóstico de ecosistemas, la adecuación de las condiciones de los ecosistemas estratégicos, restauración y generación de la conciencia ecológica en la comunidad, estimando un costo total de \$3.358.197.000 para el año 2018.

A partir del IPC, se estima que el costo del proyecto para el año 2022 es de \$ 3.740.986.468,77, que equivale a \$1.526.933,25 por hectárea. Teniendo en cuenta que el área posible de intervención es de 2,35 ha, el costo de conservación de las áreas estratégicas para el proyecto se estima en \$3.595.927,81; debido a que el proyecto del POMCA se proyecta para 10 años con una distribución porcentual específica en cada uno de ellos, para estimar el costo de la posible manifestación del impacto se tuvo en cuenta la misma distribución porcentual en los 10 primeros años que propone el POMCA, totalizando el VPN del impacto en DOS MILLONES SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SETESCIENTOS TREINTA Y OCHO (\$ 2.645.738) pesos constantes del año 2022 (ver Tabla 8.6-48).

Tabla 8.6-48 VPN de los impactos de cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación y pérdida de la conectividad ecológica

CONCEPTO	UNIDAD
Costo Proyecto: Fortalecimiento de Ecosistemas Estratégicos Protegidos Mediante Conservación y Preservación de Hábitats	\$ 3.740.986.468,77
Área de implementación del programa (ha)	2.450
Inversión promedio por hectárea del proyecto	\$ 1.526.933,25
Área proyecto	2,35
Costo total por el cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación (2022)	\$ 3.595.927,81
Año 1	\$ 147.384
Año 2	\$ 990.589
Año 3	\$ 866.689
Año 4	\$ 686.241
Año 5	\$ 316.718
Año 6	\$ 191.506
Año 7	\$ 147.163
Año 8	\$ 186.247
Año 9	\$ 15.419

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

CONCEPTO	UNIDAD
Año 10	\$ 47.971
VPN DE LOS IMPACTOS DE CAMBIO EN EL USO DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN Y PÉRDIDA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	\$ 2.645.738

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

g. Pérdida de la conectividad ecológica

El impacto se describe como la afectación en la conectividad entre parches de vegetación natural, asociado con los procesos de tala de cobertura vegetal, con una significancia ambiental severa en la actividad de remoción de cobertura vegetal y una calificación de -59.

Debido a que el proyecto posiblemente interviene áreas estratégicas como la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá – RFPP CARB, del Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama Cerro Manjui – DMI SSTCM, del ecosistema de Bosque de Niebla y el área para la conservación de aves AICA Bosques de la falla de Tequendama se estima una afectación en un área de 2,35 ha.

Para calcular el costo del impacto, se tienen en cuenta actividades que permitan generar conectividad mediante acciones de restauración. El área de influencia del proyecto se encuentra en el Orobionoma Azonal Andino Altoandino, por lo que se tuvo en cuenta el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica del Río Bogotá que se desarrolla en los ecosistemas de Orobionomas altos, medios y bajos de los Andes, por lo que se tuvo en cuenta los proyectos formulados (Anexo 8.6-4 Bibliografía/Formulación POMCA). Para estimar los costos del impacto se tuvo en cuenta el Proyecto 2.1.3 Fortalecimiento de ecosistemas estratégicos protegidos mediante conservación y preservación de hábitats con actividades de restauración de áreas que tiene en cuenta siembra de especies nativas con el objetivo de generar conectividad, por lo tanto el costo del impacto es posible incluirlo en el impacto de “Cambio en el uso de áreas para la conservación” debido a que también se genera por la remoción de cobertura vegetal en áreas estratégicas, y el costo de conservación calculado tiene en cuenta acciones que promueven la conservación de ecosistemas estratégicos mejorando la conectividad ecológica entre los fragmentos del bosque.

h. Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario

El impacto se describe en la Evaluación Ambiental del proyecto como una alteración temporal sobre el ciclo de producción agrícola y/o pecuaria al interior del AI, debido a que la puesta en marcha del proyecto principalmente en la fase constructiva, restringe el normal desarrollo de estas actividades agropecuarias que permiten el sostenimiento de las comunidades en la zona. La actividad generadora del impacto corresponde al Tendido del cable, con una calificación de importancia de -41 y una significancia ambiental moderada, atribuida a la intervención puntual sobre áreas destinadas a cultivos o de uso pecuario en las que se establecerá la infraestructura del proyecto requerida para el tendido.

De acuerdo con la caracterización del medio socioeconómico en el que se presenta la información relacionada con los aspectos económicos de los municipios de San Antonio del Tequendama y Soacha que hacen parte del AI del proyecto, la ganadería de doble propósito (productos cárnicos y lácteos) y el establecimiento de cultivos agrícolas como la papa, son las actividades económicas que sobresalen como fuentes de ingreso para los habitantes de la zona; en ese sentido, la valoración económica del impacto se realizó utilizando como vehículo de tasación monetaria los precios de mercado vinculados a las actividades agropecuarias en el AI, a partir del análisis de tres aspectos: I) Pérdida de la productividad potencial del suelo, II) Pérdida en la generación de empleo y III) Costo de oportunidad del suelo.

- I) *Pérdida de la productividad potencial del suelo (Pps): Con base en las actividades económicas tradicionales que se desarrollan en el AI, se estima la potencial pérdida de productividad que tendría lugar debido a la intervención de áreas para la ejecución del proyecto; en ese sentido, se considera la estructura de costos asociada a las actividades productivas tradicionales que se ven afectadas, para estimar el monto aproximado de ingresos que dejan de ser percibidos por la población al interior del AI, utilizando además de la información primaria disponible sobre las actividades económicas, datos oficiales reportados en escala municipal, departamental o regional.*
- II) *Pérdida en la generación de empleo (Pge): Con el cambio de las actividades productivas tradicional a otro uso del suelo vinculado con el proyecto de transmisión eléctrica, se considera que dejaría de generarse cierto número de empleos que se derivaban del desarrollo de estas actividades tradicionales, lo que se ve reflejado económicamente en los ingresos que dejarían de ser percibidos por las personas, calculados a partir de la información laboral de jornal o salario reportado para la zona.*
- III) *Costo de oportunidad del suelo (Co): Corresponde a una aproximación al valor potencial que podría tener el suelo si se destinara a otra actividad diferente a la actual, su estimación se basa en la información asociada al valor de arriendo por unidad de área (ha), teniendo en cuenta que este impacto corresponde a una afectación temporal, según lo descrito en el capítulo de evaluación ambiental del proyecto.*

A partir de los aspectos a considerar para la valoración del impacto, se establece el modelo matemático que permite integrar el análisis de estos aspectos y obtener una aproximación al valor económico del impacto por actividad productiva en una unidad de área fija (ha), como la sumatoria de los costos asociados a la pérdida de la productividad, pérdida en la generación de empleo y el costo de oportunidad del suelo:

$$V_{ij} = Pps + Pge + Co$$

Dónde:

V_{ij} = Valor económico del impacto por actividad económica (\$/ha)

Pps = Pérdida de la productividad potencial del suelo (\$/ha)

Pge = Pérdida en la generación de empleo (\$/ha)

Co = Costo de oportunidad del suelo (\$/ha)

Una vez estimado el valor asociado a cada actividad económica considerada, se obtiene el valor económico total del impacto por Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario, como la sumatoria del valor económico por actividad, amplificado por el área potencial de afectación específica, conforme se presenta a continuación:

$$VET_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} * Ap$$

Donde:

VET_i = Valor económico total del impacto (\$)

V_{ij} = Valor económico del impacto por actividad económica (\$/ha)

Ap = Área de cobertura potencialmente afectada (ha)

La aplicación del modelo previamente mencionado se realiza considerando las dos actividades económicas tradicionales de mayor relevancia (ganadería y cultivos) y las coberturas de la tierra cuyos usos corresponden a dichas actividades como son Pastos limpios, Pastos arbolados y Otros cultivos permanentes, estimando las áreas potencialmente afectables para cada una de estas coberturas por la intervención para la construcción de infraestructura del proyecto requerida para el tendido.

Es importante tener en cuenta que para efectos de este análisis se consideraron las coberturas que se encuentran vinculadas directamente con los ciclos de producción agrícola y/o pecuario, sin incluir las plantaciones forestales, con el fin de evitar una doble contabilidad, toda vez que el desarrollo de la tasación del impacto de Afectación a la cobertura vegetal, se contempla el valor económico asociado a la eliminación de este tipo de cobertura y considera para la cuantificación la relación volumen-biomasa. Por lo tanto, se estima un total de 2,00 ha potencialmente afectables relacionada con las coberturas de otros cultivos transitorios, pastos arbolados y pastos limpio, siendo esta última la más representativa (71,94%) (ver Tabla 8.6-49).

Tabla 8.6-49. Áreas potencialmente afectables de coberturas vegetales asociadas a una actividad productiva

COBERTURA RELACIONADA CON ACTIVIDAD PRODUCTIVA	USOS	AREA POTENCIALMENTE AFECTABLE (ha) ²⁰	% ÁREA AFECTABLE POR USO
Otros cultivos transitorios	Agrícola	0,05	100,00
<i>Subtotal</i>		0,05	100,00
Pastos arbolados	Pecuario	0,55	28,06
Pastos limpios	Pecuario	1,40	71,94
<i>Subtotal</i>		1,95	100,00
<i>Total</i>		2,00	--

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

- Coberturas de uso pecuario – Ganadería

Para este tipo de uso se consideran aquellas coberturas vegetales sobre las cuales se desarrollan principalmente actividades de cría, levante y engorde de bovinos de doble propósito, para la obtención de productos cárnicos y/o para producción de leche, correspondientes a los Pastos arbolados y Pastos limpios, puesto que de acuerdo con la caracterización del medio biótico, las áreas de Pastos enmalezados son zonas con escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono, que han permitido la colonización de especies pioneras que conforman asociaciones de vegetación secundaria baja y que por tanto, no sustentan procesos productivos.

La pérdida de productividad potencial relacionada con las coberturas de pastos limpios y pastos arbolados se estimó considerando las variables asociadas a la producción de carne y leche, además de un valor aproximado derivado de la presencia de individuos arbóreos aprovechables sobre la cobertura de pastos arbolados. En relación con la producción cárnica, la pérdida de productividad potencial se determinó considerando la capacidad de carga para el AI, estimada en 0,65 cabezas de ganado por hectárea, teniendo en cuenta la información consignada en el capítulo de caracterización socioeconómica y la extensión territorial de los predios que presentan traslape con el área de servidumbre; con un incremento promedio anual de peso estimado en 109,68 Kg/cabeza/año a partir de valores medio de ganancia de peso diario reportados para el departamento (FEDEGAN, 2014), mientras que el precio promedio por kilogramo de carne en pie fue obtenido del reporte mensual presentado por FEDEGAN²¹ para el ganado gordo en pie en el país, donde se presentan valores actualizados para el presente año, con base en los cuales se obtuvo una cifra promedio de \$ 7.540/kg en pesos corrientes de 2022 (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/ Precio promedio carne en pie (\$Kg) (2022)).

²⁰ Conforme a la descripción del impacto se consideraron las áreas de intervención sobre coberturas relacionadas con actividades productivas al interior de la servidumbre

²¹ <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

La pérdida de productividad potencial ganadera asociada a la producción de leche, se obtuvo a partir del rendimiento promedio por cabeza en litros diarios para el departamento de Cundinamarca correspondiente a 9,81 que fue llevado a escala anual por unidad de área (ha) a partir de la capacidad de carga previamente estimada (0,65 cabezas/ha), obteniendo de esta forma un rendimiento de 1.824,40 litros anuales por hectárea. El precio promedio de leche asciende a un valor para 2022 de US\$ 0,48²² (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/Precio promedio leche (\$L) (2022)) que traído a pesos corrientes (COP\$) corresponde a \$ 1.938,90 usando una Tasa representativa del Mercado – TRM promedio para lo que va corrido del presente año según lo reportado por el Banco de la república (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/TRM_BanRep). Finalmente, se estimó también la pérdida de productividad por madera para pastos arbolados, asociada al volumen total existente que se presenta para esta cobertura en el capítulo de caracterización del medio biótico (40,62 m³/ha), a partir de dicho valor se consideró un volumen de madera aserrada con potencial de comercialización descontando los desperdicios que se generan durante el proceso de aserrado que se estiman en 50% del volumen total en pie, obteniendo de esta forma que la madera con potencial de comercialización es de 20,31 m³/ha; se consideró el precio de mercado por metro cubico de madera dura correspondiente a \$ 1.027.275,00²³ en pesos corrientes de 2022.

A partir de los valores estimados por la pérdida de productividad potencial basada en las variables y estructura de costos asociadas a la obtención de carne, leche y madera, se realizó la integración de valores para obtener una cifra total de pérdida por hectárea que asciende a \$ 9.925.758 en pesos corrientes de 2022. Cabe acotar que para la integración de la pérdida estimada por concepto de madera aserrada, se aplicó un factor de ponderación, teniendo en cuenta la representatividad de la cobertura de pastos arbolados en relación con el área afectable para ganadería (ver Tabla 8.6-50)

En relación con la pérdida en la generación de empleo, su cálculo se realizó tomando como referencia el número de empleos permanentes que genera la actividad tradicional, estimada en 5,5²⁴ trabajadores en promedio por cada 100 cabezas de ganado, teniendo en cuenta que la actividad en la zona es de doble propósito (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019); a partir de este valor y teniendo en cuenta la capacidad de carga calculada para el AI en cabezas de ganado por hectárea, se estimó que el número de empleos permanentes generados por una hectárea de ganadería en la zona es de 0,04. De acuerdo con el capítulo de caracterización del medio socioeconómico, el valor del jornal en la zona corresponde a \$ 32.500 que corresponde a un salario anual de \$ 9.360.000, considerando 24 días laborales en el mes; de esta forma, al amplificar el salario anual por el número de empleos generados por hectárea para ganadería, se obtiene que el valor por pérdida en la generación de empleos asciende a la cifra de \$332.427 en pesos corrientes de 2022. Finalmente, el costo de oportunidad del suelo para el presente análisis, dado el carácter temporal en la afectación al ciclo productivo, corresponde al monto por arrendamiento de una hectárea en la zona establecido para el año 2020 en \$1.383.815²⁵, cifra que fue indexada mediante IPC a \$ 1.485.117 pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-50).

A partir de las estimaciones monerías realizadas para establecer la pérdida de productividad potencial (carne, leche y madera), la pérdida en la generación de empleo y el costo de oportunidad del suelo por arrendamiento, se aplicó el modelo matemático utilizado para la tasación del impacto por hectárea para las coberturas de Pastos limpios y Pastos arbolados que se asocian con la actividad productiva ganadera, obtenido de esta forma un valor de \$11.743.302 en pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-50).

22 <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/general>

23 Información disponible indicadores del Banco Mundial – IndexMundi: <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=madera-dura&meses=12&moneda=cop>. Consultada el 29 de septiembre de 2022

24 <https://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019>

25 <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/CUNDINAMARCA-2020.pdf>

Tabla 8.6-50. Valor del impacto de Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario por hectárea en coberturas de Pastos limpios y Pastos Arbolados

PASTOS LIMPIOS Y ARBOLADOS			
PRODUCTIVIDAD - GANADERÍA CARNE	a	Capacidad de carga (Cabezas/ha)	0,65
	b	Incremento anual Kg/cabeza/año	109,68
	c	Precio promedio carne en pie (\$/Kg) (2022)	\$ 7.540,00
PRODUCTIVIDAD - GANADERÍA LECHE	d	Rendimiento promedio (L/cabeza/día)	9,81
	e	Rendimiento (L/anual/ha)	1.824,40
	f	Precio promedio leche (\$/L) (2022)	\$ 1.938,90
PRODUCTIVIDAD - MADERA	g	Pastos arbolados volumen madera m3/ha	40,62
	h	Volumen total de madera aserrada (50%) comercializable (m3/ha)	20,31
	i	Precio m3 madera ordinaria aserrada (2022)	\$ 1.027.275,00
	j	Factor de ponderación por área de pastos arbolados	0,28
GENERACIÓN DE EMPLEO	k	No. Empleos permanentes por hectárea al año*	0,04
	l	Salario local promedio mensual	\$ 780.000,00
	m	Salario anual por contrato	\$ 9.360.000,00
Pérdida productividad (Pps) valor ha/año, Pps= (a*b*c)+(e*f)+((h*i)*j)			\$ 9.925.758,00
Pérdida en la generación de empleos valor empleos/año (Pge) Pge=(k*m)			\$ 332.427,00
Costo de oportunidad del suelo ha (Co)			\$ 1.485.117,00
Valor del impacto por ha, Vi = Pps + Pge + Co			\$ 11.743.302,00

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

- Coberturas de uso agrícola – Otros cultivos transitorios

La cuantificación del impacto relacionado con el uso de tipo agrícola, parte de la presencia de otros cultivos transitorios como cobertura vegetal caracterizada en el área a intervenir, representadas por cultivos de ciclo corto con periodo vegetativo no mayor a seis (6) meses, que para el AI del proyecto corresponden a cultivos de papa y zanahoria. Se consideran los costos asociados al cultivo agrícola de papa, dado que es uno de los más importantes de la región, la cual se destaca por ser la mayor productora de este producto en el país, con una participación del 37% del total nacional²⁶.

La pérdida de productividad potencial para las actividades agrícolas se calculó teniendo en cuenta la producción del cultivo por hectárea y el precio promedio de venta por kilogramo en la central mayorista más cercana. Para estimar la producción del cultivo de papa se consultó el boletín Regional para Cundinamarca de FEDEPAPA²⁶,

26 Federación Colombiana de Productores de Papa (FEDEPAPA) - Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP). (2022) Boletín regional N°. 01 Cundinamarca. Bogotá, Colombia <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/CUNDINAMARCA-2020.pdf>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

en el cual se proyecta un rendimiento anual de 22,77 ton/ha, que corresponden a 22.770 kg/ha. Para establecer el precio de venta, se consultaron las estadísticas del día en la página web de FEDEPAPA²⁷, donde se establece un precio de \$1.360/kg de papa pastusa en la central mayorista de Corabastos-Bogotá, dada su importancia como central de alimentos en el departamento. Al relacionar la producción anual por hectárea y el precio de comercialización por kilogramo, se obtiene que la pérdida de productividad anual potencial para los cultivos es de \$30.967.200 por hectárea en pesos corrientes de 2022 (ver Tabla 8.6-51) (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/ Productividad_Cultivo_Papa_2020).

La tasación económica por pérdida en la generación de empleo, se calculó tomando como referencia el número de jornales reportado por el DANE²⁸ en un estudio de caso para la estimación de los costos de producción de papa pastusa en los años 2016 y 2017, donde se reportan 43 jornales por año para actividades como enclado, siembra, deshierbe, entre otros; y 400 contratos para la actividad de cosecha, los cuales corresponden a 40 jornales teniendo en cuenta el valor total de los contratos reportado por el estudio en mención (\$1.200.000) y el valor del jornal (\$30.000), mediante los cuales se obtuvo una proporcionalidad de los jornales requeridos para la cosecha de 40 que sumados a los de las demás actividades totalizan 83 jornales por año. El número de jornales se relaciona con el salario local reportado en el capítulo 5.3.4 COMPONENTE ECONÓMICO (\$32.500), que representa un salario mensual (24 días) de \$780.000 y anual (12 meses) de \$ 9.360.000 pesos corrientes 2022. Por último, al amplificar el salario promedio anual por el número de empleos generados al año se obtiene el valor anual de pérdida en la generación de empleo por hectárea correspondiente a \$ 776.880.000 en pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-51) (ver Anexo 8.6-4 Bibliografía/ Mano_de_obra_Cultivo_Papa). Dado el carácter temporal en la afectación al ciclo productivo, el costo de oportunidad del suelo corresponde al monto por arrendamiento de una hectárea en la zona establecido por Fedepapa para el año 2020 en \$1.383.815²⁹, cifra que fue indexada mediante IPC a \$ 1.485.116 pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-51 Valor económico del impacto por hectárea para la cobertura otros cultivos permanentes Tabla 8.6-51)

El valor económico del impacto por la afectación al ciclo productivo agrícola vinculado con la cobertura de otros cultivos permanentes, se calculó como resultado de la integración de los estimaciones monetarias de productividad potencial y la pérdida en la generación de empleo por cultivo de papa, así como el costos de oportunidad del suelo por arrendamiento debido al carácter temporal identificado para el impacto; de esta forma, el monto total estimado asciende a \$ 809.332.317 por hectárea en pesos de 2022 (ver Tabla 8.6-51 Valor económico del impacto por hectárea para la cobertura otros cultivos permanentes Tabla 8.6-51).

Tabla 8.6-51 Valor económico del impacto por hectárea para la cobertura otros cultivos permanentes

OTROS CULTIVOS TRANSITORIOS			
PRODUCTIVIDAD CULTIVO PAPA	a	Producción (Tn/ha/año)	22,77
	b	Producción (kg/ha/año)	22.770
	c	Precio promedio (\$/kg) (2022)	\$ 1.360
GENERACIÓN DE EMPLEO	d	N° jornales por hectárea por año	83
	e	Salario local promedio mensual	\$ 780.000

27 <https://fedepapa.com/estadisticas/>

28 DANE (2017) El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y un estudio de caso de los costos de producción de papa Pastusa Suprema. Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.

29 <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/CUNDINAMARCA-2020.pdf>



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

OTROS CULTIVOS TRANSITORIOS			
	<i>f</i>	<i>Salario local promedio anual</i>	\$ 9.360.000
Pérdida productividad (Pps) valor ha/año, $Pps = (b*c)$			\$ 30.967.200,00
Pérdida en la generación de empleos valor empleos/año (Pge) $Pge = (d*f)$			\$ 776.880.000,00
Costo de oportunidad del suelo ha (Co)			\$ 1.485.117,00
Valor del impacto por ha, $Vi = Pps + Pge + Co$			\$ 809.332.317,00

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

Una vez establecidos los valores del impacto por hectárea de acuerdo con los diferentes usos reportados para el AI, se cuantifico el valor económico total por la Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario, teniendo en cuenta las áreas potencialmente afectables para cada una de las coberturas que se vinculan con estas actividades productivas, correspondientes a pastos arbolados, pastos limpios y otros cultivos transitorios; en ese sentido, la tasación neta del impacto asciende a una cifra de \$ 60.674.157,00 en pesos corrientes de 2022; sin embargo, el valor final del impacto se obtiene al llevar esta tasación neta al horizonte temporal de las actividades constructivas del proyecto, por ser el momento en el que tiene lugar la actividad generadora del impacto, que de acuerdo con el cronograma de ejecución corresponde al año 1. Con base en lo anterior, se estima el valor económico total del impacto en VPN a una TSD del 9% en CINCUENTA Y CINCO MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO \$ 55.664.364 pesos contantes de 2022 (ver Tabla 8.6-52).

Tabla 8.6-52 Flujo de la valoración del impacto Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario en el horizonte de ejecución del proyecto

USO	VALOR (ha)	AREA POTENCIALMENTE AFECTABLE (ha)* AÑO 1	VALOR NETO DEL IMPACTO	VPN (TSD 9%)
Pecuario	\$ 11.743.302	1,95	\$ 22.899.380	\$ 21.008.606
Agrícola	\$ 809.332.317	0,05	\$ 37.774.777	\$ 34.655.759
Valor del impacto Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario			\$ 60.674.157	\$ 55.664.364

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

8.6.2.6 Construcción de flujo de costos – beneficios

Se realizó un flujo de caja para un periodo de 26 años, teniendo como inicio el año cero (0) para un total de 27 periodos, en relación con la manifestación de los impactos identificados como no internalizables, así como como para los impactos positivos relacionados con los beneficios socioambientales ocasionados por las actividades del proyecto.

Entre los beneficios ambientales se encuentra “Generación de expectativas”, “Cambio temporal en el nivel de ingresos” y “Cambio temporal en las relaciones comunitarias o sociales”, los cuales se distribuyen en 1 año teniendo en cuenta las construcciones de obras del proyecto, es importante mencionar que, *los tres (3) impactos* se recogen en una misma tasación económica, la cual se desarrolla para el impacto de “cambio temporal en el nivel de ingresos, los dos restantes impactos “Cambio temporal en las dinámica de bienes y servicios sociales”



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

y “Cambio en el estado de la infraestructura vial” se valoran por separado. Los costos se relacionan con los impactos de “Cambio en la percepción y calidad paisajística”, “Afectación temporal del ciclo de producción agrícola y/o pecuario”, “Alteración de las capas del suelo” y “Pérdida del suelo orgánico y erosión” cuya valoración económica se recogen en una, así como “Afectación de la cobertura vegetal” junto con “Afectación de áreas de sensibilidad ambiental” y “Pérdida de la conectividad ecológica” junto con el “Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación. (Ver Tabla 8.6-53).

Tabla 8.6-53 Flujo de caja de los impactos no internalizables

IMPACTO	COSTOS ANUALES																												
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	VPN	
Cambio temporal en el nivel de ingresos ³⁰	\$ -	\$ 379.905.384	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 348.537.050
Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios locales	\$ -	\$ 325.406.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 298.537.844

³⁰ Recoge los impactos de “Cambio temporal en las relaciones comunitarias y sociales”, “Generación de expectativas”, “Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios sociales”.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
UPME 07 2016

IMPACTO	COSTOS ANUALES																												
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	VPN	
Cambio en el estado de la infraestructura vial	\$ -	\$ 614.977.454	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 564.199.499
TOTAL, ESTIMACION BENEFICIOS		\$ 1.320.289.088	\$ -	\$ 1.211.274.393																									
	COSTOS AMBIENTALES																												
Cambio en la percepción y calidad paisajística	\$ -	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 3735.196	-\$ 37.086.654	
Alteración de las capas del suelo ³¹	\$ -	-\$ 182.396.834	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 167.336.545	

³¹ El costo recoge el impacto de “pérdida del suelo orgánico y erosión”



Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental:
 Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV
 UPME 07 2016

IMPACTO	COSTOS ANUALES																											
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	VPN
TOTAL NETO	\$ -	\$ 1.042.309.861	-\$ 14.542.682	-\$ 14.387.017	-\$ 12.260.027	-\$ 11.872.150	-\$ 11.217.412	-\$ 11.173.068	-\$ 3.921.442	-\$ 3.750.615	-\$ 3.783.167	-\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 3.735.196	\$ 885.287.430

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

8.6.2.7 Evaluación de criterios e indicadores de decisión

Luego de la construcción del flujo de caja ambiental y una vez estimados los costos y beneficios ambientales de la implementación del proyecto, se seleccionaron los criterios e indicadores de decisión que soportaran y generaran bases que permitieran conocer la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Por ello, como uno de los criterios de decisión fue el Valor Presente Neto Ambiental con una Tasa Social de Descuento del 9 % es de \$ 885.287.430 y la Relación Beneficio Costos Ambiental estimada en 3,7 siendo esta mayor a uno, lo cual implica un beneficio superior a los costos socioambientales dada la ejecución del proyecto. (ver Tabla 8.6-54).

Tabla 8.6-54 Criterios de decisión

ASPECTOS DEL FLUJO ECONÓMICO AMBIENTAL	COSTOS	BENEFICIOS
Costos ambientales	-\$ 325.986.963	\$ -
Beneficios ambientales	\$ -	\$ 1.211.274.393
TOTAL	-\$ 325.986.963	\$ 1.211.274.393
Valor Presente Neto Ambiental (VPNA)		\$ 885.287.430
Relación Beneficio Costo Ambiental (RBCA)		3,7

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

8.6.2.8 Análisis de sensibilidad e incertidumbres

Dando respuesta al requerimiento No. 26 del Acta 69 de 2022, literal a se realizó el análisis de sensibilidad e incertidumbres con el fin de conocer la viabilidad o no viabilidad ambiental, por medio de la identificación de las variaciones en los criterios económicos, evaluándolos en diferentes escenarios de tipo crítico.

Esta estimación está en función de supuestos que determinan el comportamiento probable de las diferentes variables, es decir, por medio de esta estimación, es posible conocer cuando la relación beneficio costos sigue siendo óptima, si hubiera cambios ya sea en cantidades de los recursos naturales comprometidos o en los

diferentes valores de los impactos. Teniendo en cuenta la información dada, se tomó como base el indicador de Valor Presente Neto Ambiental \$885.287.430, el cual, se evaluó en diferentes escenarios. En total, se proyectaron 25 escenarios en donde se evalúa la viabilidad para la implementación del proyecto, considerando como más críticos aquellos donde los costos incrementarían o disminuirían un 10% evidenciando que no existe un valor negativo para los escenarios, lo cual refleja que el proyecto presenta una alta holgura en términos de aumento de los costos socioambientales, así como la disminución de los mismos (ver Tabla 8.6-55).

Tabla 8.6-55 Análisis de sensibilidad

		VARIACIÓN COSTOS				
		-10%	-5%	0%	5%	10%
VARIACIÓN BENEFICIOS	10%	\$ 1.039.013.566	\$ 1.022.714.218	\$ 1.006.414.869	\$ 990.115.521	\$ 973.816.173
	5%	\$ 978.449.846	\$ 962.150.498	\$ 945.851.150	\$ 929.551.802	\$ 913.252.454
	0%	\$ 917.886.126	\$ 901.586.778	\$ 885.287.430	\$ 868.988.082	\$ 852.688.734
	-5%	\$ 857.322.407	\$ 841.023.059	\$ 824.723.711	\$ 808.424.362	\$ 792.125.014
	-10%	\$ 796.758.687	\$ 780.459.339	\$ 764.159.991	\$ 747.860.643	\$ 731.561.295

Fuente: SMAYDL TDA.,2022.

8.6.3 Conclusiones

- Producto de la jerarquización de impactos, se identificaron 19 impactos significativos, 14 de carácter negativo de los cuales cuatro (4) se encuentran en la significancia ambiental de severo y diez (10) son sinérgicos; los cinco (5) restantes son de carácter positivo y corresponden a la categoría de medianamente importante, todos pertenecientes al medio socioeconómico.
- De los cinco (5) impactos positivos, los impactos “Cambio temporal en las relaciones comunitarias y sociales”, “Generación de expectativas” y “Cambio temporal en la dinámica de bienes y servicios sociales” se recogen en la valoración correspondiente a la tasación económica del impacto de “Cambio temporal en el nivel de ingresos”, en tanto que para los impactos negativos se valora en una misma tasación económica los impactos de “Afectación de la cobertura vegetal” y Afectación de áreas de sensibilidad ambiental, así como el impacto de “Pérdida del suelo orgánico por erosión” junto con “Alteración de las capas del suelo”; y el impacto de “pérdida de la conectividad ecológica junto con “Cambio en el uso de áreas de importancia para la conservación”.
- Las medidas de manejo TCE-F-Fau - Manejo de Fauna y TCE-OM-Fau - Manejo de fauna silvestre se considera que internalizan el 100% los impactos de “ahuyentamiento de fauna silvestre” y “afectación de especies de fauna endémicas o amenazadas” debido que se contemplan acciones encaminadas a evitar su manifestación por la actividad de remoción de coberturas.
- La medida de Manejo de campos electromagnéticos, radiointerferencias y ruido – TCE-OM-Cam permite la internalización del impacto “generación de radiointerferencia e inducciones eléctricas”, con un VPN a una Tasa Social de Descuento (TDS) del 9% de \$384.836.185 para costos de transacción, \$1.683.550.562 para costos de operación y \$240.630.362 para costos de personal.
- La medida TCE-S-Geo-Manejo de la estabilidad geotécnica permite la internalización del impacto “alteración de la estabilidad geotécnica” mediante medidas correctivas estimadas con un valor presente neto con una Tasa Social de Descuento – TSD del 9%, de \$ 338.867.847 para los costos de operación, \$155.932.977 para los costos de personal y \$98.960.165 para los costos de transacción

- *La medida TCE-So-Vía Manejo de la seguridad vial durante la construcción permite la internalización del impacto “riesgo de accidentalidad por cambio en el flujo vehicular” mediante acciones de carácter preventivo un valor presente neto con una Tasa Social de Descuento – TSD del 9%, de \$30.250.774 para los costos de operación, COP \$92.635.265 para los costos de personal y COP \$24.577.207 para los costos de transacción.*
- Los indicadores de decisión, *correspondientes al VPN y la RBC, resulta ser mayor a 0 ($RBC = 3,7$), lo cual permite concluir que el proyecto es social y ambientalmente viable toda vez que los beneficios superan a los costos ambientales derivados del proyecto.*
- *En la Licencia Ambiental del proyecto “Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016” se estimó una RBC de 3,32. Para la presente modificación se estima una RBC de 3,7, lo que indica que la modificación del trazado y la ubicación de la infraestructura generará menores externalidades negativas en la zona donde se prevé desarrollar el proyecto.*
- *El análisis de sensibilidad permite concluir de los escenarios analizados, que el proyecto evidencia una favorabilidad ambiental incluso para los escenarios de variación más críticos, lo que implica que la empresa debe dar cumplimiento a cabalidad de las medidas de manejo ambiental propuestas para evitar la manifestación de cualquier externalidad adicional.*

8.6.4 Bibliografía

- CEDE. (2010). Manual para la Valoración económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental . *Centro de Estudios Sobre el Desarrollo Economico de Universidad de los Andes* .
- FEDEGAN. (2014). *BASES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN 2014 – 2018 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA*.
- MADS & ANLA. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. Bogotá D. C, Colombia.
- MADS & ANLA. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. Bogotá D. C, Colombia.
- MADS. (2018). *Guía de aplicación de Valoración Económica Ambiental*. Bogotá D. C, Colombia.
- MADS. (2018). *Guía de aplicación de Valoración Económica Ambiental*. Bogotá D. C, Colombia.
- Ruíz, T. E., Febles, G., Díaz, H., & Díaz, J. (2015). *Influencia del inicio de la preparación del suelo y del número de sucros a sembrar en el establecimiento de mezclas múltiples de leguminosas rastretas asociadas a gramíneas*.
- Velasco, J., Aguirre, G., & Ortuño, N. (2016). *Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (Lactuca sativa var. Crespa) en cultivo de hidroponía*.
- Vetiver. (1995). *La barrera contra la erosión*. Banco Mundial.
- Xiong, J. (2015). *Recuperación y rehabilitación de suelos contaminados con elementos traza mediante la aplicación de enmiendas y el establecimiento de una cubierta vegetal natural o de una planta de crecimiento rápido (Paulownia fortunei)*.