

# “ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”

## CAPÍTULO 8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

**ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC S.A.S E.S.P**

BOGOTÁ D.C., ABRIL 2024

UT PLARE GEOESTUDIOS

CL 185 # 45-03 OF. 611 TORRE EMPRESARIAL CC SANTAFÉ

TEL: +57 6017427172

CEL: +57 3153228891



---

## Identificación del documento

---

Título del documento: "ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO "ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV"

---

Subtítulo del documento CAPÍTULO 8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

---

Proyecto No. UTPG07 MOD. LICENCIA ATLÁNTICO

---

Fecha [ABRIL 2024](#)

---

Versión [02](#)

---

Autor UT PLARE GEOESTUDIOS / [HS&E S.A.S.](#)

---

Nombre del Cliente ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC S.A.S. E.S.P.

---

---

## Historia del Documento

---

Aprobado para publicación

---

Versión	Revisión	Autor	Revisado por	Nombre	Fecha	Comentarios
01	01	UT PLARE GEOESTUDIOS	ANGELA ALBARRACÍN			
<a href="#">02</a>		<a href="#">HS&amp;E S.A.S.</a>				

---

---

---

---

## TABLA DE CONTENIDO

<b>8</b>	<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>3</b>
<b>8.3</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL .....</b>	<b>3</b>
8.3.1	Metodología de Evaluación económica en el proceso de evaluación de impacto ambiental .....	4
8.3.1.1	Análisis de Internalización .....	5
8.3.2	Identificación de impactos ambientales relevantes .....	6
8.3.3	Cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos .....	8
8.3.4	Análisis de internalización de impactos .....	13
8.3.5	Valoración económica de impactos no internalizados.....	15
8.3.5.1	Valoración económica del impacto Alteración en la calidad del suelo .....	15
8.3.5.2	Valoración económica del impacto Cambio en el uso del suelo .....	18
8.3.5.3	Valoración económica del impacto Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo .....	21
8.3.5.4	Valoración económica del impacto Alteración a cobertura vegetal: Alteración de la estructura ecológica del paisaje y fragmentación de la cobertura vegetal .....	23
8.3.5.5	Valoración económica de los impactos Alteración de la estructura ecológica del paisaje, Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Cambio de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres en alguna categoría amenaza o vedada, endémicas o de interés, Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas. ....	25
8.3.6	Valoración económica de beneficios .....	30
8.3.7	Análisis beneficio costo .....	31
8.3.7.1	Flujo económico del proyecto .....	32
8.3.7.2	Cálculo de criterios de decisión .....	33
8.3.7.3	Análisis de sensibilidad.....	33
8.3.8	Bibliografía .....	35

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 8.3-1	Actividades objeto de la presente modificación.....	3
Tabla 8.3-2	Estructura del análisis de internalización de impactos negativos .....	5
Tabla 8.3-3	Identificación de los impactos relevantes en proceso de modificación de licencia .....	6
Tabla 8.3-4	Cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos .....	10
Tabla 8.3-5	costos asociados al relleno del suelo.....	16
Tabla 8.3-6	costos asociados al uso de humus y de microrrizas .....	16
Tabla 8.3-7	costos asociados a la estabilización del terreno .....	17
Tabla 8.3-8	costos asociados a la fertilización y siembra de gramíneas .....	17
Tabla 8.3-9	costos asociados a la estabilización del terreno .....	18
Tabla 8.3-10	Área de uso del suelo en modificación de licencia .....	19

Tabla 8.3-11	Supuestos iniciales de productividad. ganadería doble propósito en el AI .....	20
Tabla 8.3-12	Estimación de productividad ganadería doble propósito en el AI .....	20
Tabla 8.3-13	Estimación precio de la tierra en la zona del proyecto .....	21
Tabla 8.3-14	Estimación de costo de oportunidad por cambio de uso del suelo .....	21
Tabla 8.3-15	Actualización de tarifas por metro cúbico de agua, mediante tasa de inflación .....	23
Tabla 8.3-16	Estimaciones de agua demandada por actividad ganadera .....	23
Tabla 8.3-17	Estimación del costo por cambio en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo .....	23
Tabla 8.3-18	Cuantificación promedio de carbono por tipo de cobertura .....	24
Tabla 8.3-19	Estimación del costo por pérdida de captura de carbono .....	24
Tabla 8.3-20	Volumen comercial estimado por tipo de cobertura .....	25
Tabla 8.3-21	Valoración económica servicio de aprovisionamiento de madera .....	25
Tabla 8.3-22	Valor económico total alteración a la estructura ecológica del paisaje y fragmentación de la cobertura vegetal .....	25
Tabla 8.3-23	Estudios seleccionados para transferencia de beneficios .....	28
Tabla 8.3-24	Ajuste de valores del estudio .....	30
Tabla 8.3-25	Valoración económica por impacto a SSEE de soporte a la biodiversidad .....	30
Tabla 8.3-26	Valoración reducción de emisiones de gases de efecto invernadero .....	32
Tabla 8.3-27	Flujo económico del proyecto .....	32
Tabla 8.3-28	Análisis de sensibilidad e indicadores .....	34

### **LISTADO DE FIGURAS**

Figura 8.3-1	Estructura general del proceso de Evaluación Económica Ambiental – EEA.....	5
Figura 8.3-2	Proceso metodológico para el análisis costo beneficio de los impactos residuales del proyecto.....	6
Figura 8.3-3	Proceso de aplicación de la transferencia de beneficios .....	26

## 8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

### 8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Como se ha mencionado en diferentes apartados, mediante este documento se busca presentar la información técnica soporte para solicitar la modificación de la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución 01270 del 19 de julio de 2021, en el sentido de presentar e incluir los diseños finales de las obras de drenaje transversal - ODT de las ocupaciones de cauce ya licenciadas, e incluir nuevas ocupaciones de cauce por ronda hídrica de las áreas de trabajo temporales para la construcción de las torres y por cruce de vallado, solicitar dos (2) zonas para disposición de material sobrante de excavación (ZODME), la inclusión al interior del área de la servidumbre de la línea de evacuación de 500 kV de tres (3) plazas de tendido y la ampliación de las áreas de trabajo de las torres, caracterizando dicha área de servidumbre y modificando el permiso de aprovechamiento forestal. En la **Tabla 8.3-1** se relacionan las actividades a realizar y su correspondiente descripción.

**TABLA 8.3-1 ACTIVIDADES OBJETO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN**

PROYECTO MACRO	PROYECTO, OBRA U ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Generación de energía solar “ Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 kV	<b>PARQUE SOLAR</b>	
	Modificar las ocupaciones de cauce OC1, OC5, OC8, OC10, OC17, OC18 y OC19 por modificación de estructura de drenaje	Cambio en el detalle y especificaciones de ingeniería, se aclara que se elaborará zanja y cajón de hormigón para paso de vía. Esta actividad incluye la ampliación de las áreas de ocupación de cauce aprobadas: Área 4, área 5 y Área 8 (La descripción detallada se presenta en el Capítulo 7 – Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales).
	Inclusión de Ocupaciones de Cauce por cruce de Vallado.	Solicitud de nuevas OC por cruce de vallado: OCNV31, OCNV32, OCNV33, OCNV34 y OCNV35
	Inclusión de Ocupación de Cauce por construcción de la vía sur	Solicitud de nueva OC por construcción de vía sur OCN20 Corresponde a obra de paso sobre el Arroyo Cajón,. La obra proyectada de drenaje para la ocupación es un cajón de hormigón con 4 cajones de dimensiones de 2,00 m de ancho por 2,00 m de altura cada uno
	Construcción vía de acceso sur	Solicitar la aprobación para la construcción de la vía sur con longitud de 840,00 m, que inicia desde el cruce de la vía Sabanalarga – Usiacurí, y conecta con la Subestación Elevadora. Esta vía se construirá dentro de la servidumbre de la línea de evacuación de 500 kV, la cual permitirá acceder al área del parque por el sector sur, facilitando el acceso de todos los vehículos de obra y transporte de equipos, maquinaria y materiales
Inclusión de dos (2) áreas para ZODMES.	Solicitud de aprobación de las áreas de dos (2) ZODMES ubicados en los bloques A y B, en los cuales se dispondría el material producto de excavación para las obras del parque y línea de evacuación que no pudiera ser aprovechado.	

PROYECTO MACRO	PROYECTO, OBRA U ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Generación de energía solar “ Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 kV	<b>LÍNEA DE EVACUACIÓN</b>	
	Área de servidumbre (Autorizada mediante la Resolución 01270 del 19 de julio de 2021- Artículo 2, numeral 1)	Describir y caracterizar el área de servidumbre y modificar el permiso de aprovechamiento forestal correspondiente a esta área
	Inclusión de tres (3) Plazas o patios de tendido	Solicitar aprobación de las áreas de tendido con el fin de ubicar maquinaria, material y elementos para el tendido de los conductores de línea.
	Modificación de áreas de trabajo de torres	Ajustar especificación aprobada en el sentido ampliar a un área de 2400,00 m <sup>2</sup> (40 m x 60 m) las áreas de trabajo.
	Inclusión de Ocupaciones de Cauce (OC) por las áreas de trabajo temporales para la construcción de las torres.	Solicitud de nuevas OC en ronda hídrica de las áreas de trabajo temporales para la construcción de las torres: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Torre 4 - OCNT 21</li> <li>- Torre 6 - OCNT 22</li> <li>- Torre 7 - OCNT 23, OCNT 24</li> <li>- Torre 9 - OCNT 25</li> </ul>

*Fuente: U.T. PLARE-GEOESTUDIOS, 2023*

### **8.3.1 Metodología de Evaluación económica en el proceso de evaluación de impacto ambiental**

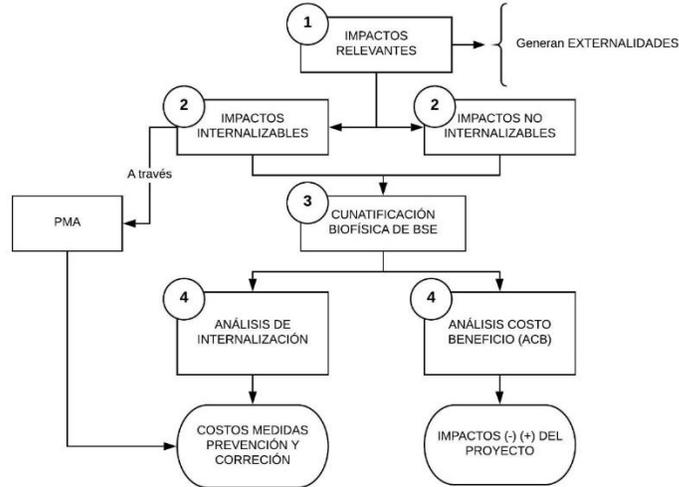
Para la Evaluación Económica Ambiental EEA, se procedió a validar la pertinencia de ajustar el procedimiento evaluado y aprobado mediante la Resolución 01270 de 19 de julio de 2021, partiendo del análisis de los impactos significativos, internalización a través del Plan de Manejo Ambiental y por último, valoración económica ambiental de impactos no internalizados e indicadores económicos.

De identificar la necesidad del ajuste, la metodología será la utilizada en el EIA, 2021, que se describe a continuación:

La evaluación económica de impactos para proyectos sujetos a licenciamiento ambiental tiene como propósito estimar el valor monetario de las externalidades positivas y negativas generadas por el proyecto e incluirlos en el análisis de evaluación económica con miras a determinar la viabilidad económica-ambiental del mismo. Esta herramienta es útil en la planificación y puesta en marcha de proyectos de infraestructura y desarrollo, pues orienta los procesos de control y minimización de los impactos ambientales que generan dichas actividades, garantizando la mejora en el bienestar social.

Se fundamenta en los lineamientos establecidos en el manual “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental” aprobado mediante la Resolución 1669 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Tal y como lo plantea dicho manual, la estrategia de Evaluación Económica Ambiental se sustenta principalmente en la selección de los impactos significativos, la jerarquización de los mismos, su cuantificación biofísica, el análisis económico a partir de la internalización o de la valoración económica y el desarrollo del análisis costo beneficio- ACB. La siguiente figura se muestra el esquema metodológico que se empleará para el presente Estudio de Impacto Ambiental.

**FIGURA 8.3-1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PROCESO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL – EEA**



*Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, modificado por UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.*

### 8.3.1.1 Análisis de Internalización

Para el análisis de internalización, se abordarán aquellos impactos ambientales para el escenario con proyecto (CP) que podrán ser manejados a través de medidas de carácter preventivo y correctivo aplicando la estructura relacionada en la **Tabla 8.3-2**.

**TABLA 8.3-2 ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS**

Impacto (negativo)	Tipo SSEE	Indicador línea base		Cuantificación ( $\Delta$ SSEE)	Medida de PMA			Costos ambientales anuales		
		Nombre	valor		Nombre	valor indicador	tipo	CTi	COi	CPi

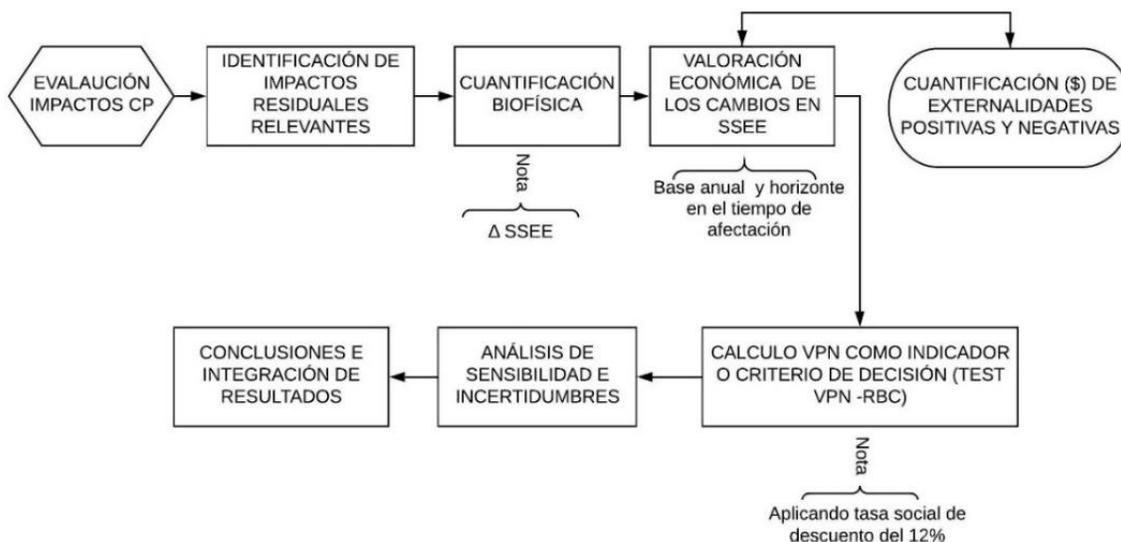
*Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, adoptado UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

#### 8.3.1.1.1 *Análisis costo beneficio ACB*

El análisis costo beneficio se aplica para los impactos residuales que quedan luego de aplicarse medidas de mitigación o compensación. Los costos son los valores del impacto negativo es decir las externalidades negativas y los beneficios, el valor o bienestar socioambiental que aporta el proyecto (externalidades positivas) dado el caso que el mismo llegue a desarrollarse.

En la **Figura 8.3-2** se presenta la secuencia lógica para abordar el análisis costo beneficio para los impactos residuales relevantes del proyecto.

**FIGURA 8.3-2 PROCESO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LOS IMPACTOS RESIDUALES DEL PROYECTO**



*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023 con información de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA.*

Teniendo en cuenta la anterior metodología, se realiza a continuación, la evaluación económica ambiental de impactos para la modificación de licencia ambiental del proyecto.

### 8.3.2 Identificación de impactos ambientales relevantes

En el marco de la licencia ambiental para el proyecto de generación solar fotovoltaica denominado “Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación de 500 kV” ubicado en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga y Usiacurí, departamento del Atlántico, se identificaron como significativos o relevantes los impactos con calificación ambiental máxima moderada, ya que para la modificación de licencia no se presentan impactos severos o críticos:

**TABLA 8.3-3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS RELEVANTES EN PROCESO DE MODIFICACIÓN DE LICENCIA**

NO	IMPACTO AMBIENTAL	OBRA / ACTIVIDAD BAJO ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN	NATURALEZA	IMPORTANCIA AMBIENTAL MÁXIMA
1	Alteración de la geoforma del terreno	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
2	Alteración de las condiciones geotécnicas	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado

NO	IMPACTO AMBIENTAL	OBRA / ACTIVIDAD BAJO ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN	NATURALEZA	IMPORTANCIA AMBIENTAL MÁXIMA
3	Alteración de la calidad del suelo	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
4	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o régimen sedimentológico - Cambio en el régimen hidrológico	Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
5	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
6	Alteración a cobertura vegetal / Alteración de la estructura ecológica del paisaje	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado
		Tramo de línea subterráneo	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
7	Alteración a comunidades de flora - Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado
		Tramo de línea subterráneo	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
8	Alteración a cobertura vegetal - Fragmentación de la cobertura vegetal	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
9	Alteración a comunidades de fauna terrestre - Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas, casi endémica o de interés	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
10	Alteración a comunidades de fauna terrestre (incluyendo fauna voladora) - Aves - Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico - Aumento de colisión de aves o quirópteros con infraestructura del proyecto	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
11	Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres - Fauna	Construcción de vía de acceso sur	(-)	Moderado
		ZODME´s	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado
		Tramo de línea subterráneo	(-)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
12	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(-)	Moderado
		Operación	(-)	Moderado
13	Cambio en el uso del suelo - Afectación predial	Gestión sobre derechos de ocupación de tierras y constitución de servidumbres para obras objeto de modificación	(-)	Moderado
		Línea de evacuación	(-)	Moderado

NO	IMPACTO AMBIENTAL	OBRA / ACTIVIDAD BAJO ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN	NATURALEZA	IMPORTANCIA AMBIENTAL MÁXIMA
14	Cambio en el uso del suelo	Gestión sobre derechos de ocupación de tierras y constitución de servidumbres para obras objeto de modificación	(-)	Moderado
15	Modificación de las actividades económicas de la zona - Cambios en el empleo	Construcción de vía de acceso sur	(+)	Moderado
		Ocupaciones de cauce - OC objeto de la modificación	(+)	Moderado
16	Generación y/o alteración de conflictos sociales - Generación de expectativas	Asociados a actividades de desmonte y desmantelamiento de infraestructura objeto de la modificación y restauración de áreas intervenidas según aplique	(-)	Moderado

Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023

Vale la pena mencionar que se identificaron impactos relevantes que se catalogan como homologados de acuerdo con el documento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA (ANLA, 2021), teniendo en cuenta la **Tabla 8.3-3** de Identificación de impactos con proyecto asociados al alcance de la modificación; donde se relacionan los impactos evaluados en el EIA bajo el cual se obtuvo la presente licencia ambiental y su correspondiente nombre homologado (**ver Anexo\_4. Evaluación Ambiental/4.1.2 \_Modif\_Matriz\_Imp\_ConProy\_V3**).

De otra parte, se identifican impactos que no se tuvieron en cuenta para la evaluación económica presentada en el EIA bajo el cual se obtuvo la licencia y que, por su carácter relevante en la presente evaluación, se considerarán para análisis de internalización y/o análisis beneficio-costos, según corresponda. Estos impactos son:

- Alteración de la geoforma del terreno
- Alteración de las condiciones geotécnicas
- Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo
- Alteración en la calidad del suelo
- Alteración a comunidades de fauna terrestre (incluyendo fauna voladora) - Aves - Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico - Aumento de colisión de aves o quirópteros con infraestructura del proyecto
- Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o régimen sedimentológico - Cambio en el régimen hidrológico
- Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática

### 8.3.3 Cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos – SE son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. Estos servicios han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano, lo que significa que las acciones que históricamente se han realizado para la conservación de la

biodiversidad, no son actividades ajenas al desarrollo, sino que por el contrario, han contribuido significativamente a la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo, así como el bienestar de nuestras sociedades (MinAmbiente, 2015). En términos generales se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos:

- **Servicios base o de soporte:** Son los procesos ecosistémicos y estructurales que hacen que sea posible la generación de servicios de regulación, aprovisionamiento y culturales. Por tanto, su efecto sobre el bienestar de las personas y la sociedad se manifiesta a través del impacto en la provisión de otros bienes y servicios ambientales. Hacen parte de ellos la producción primaria, el reciclado de nutrientes, la formación de suelo, la polinización, el control biológico y la provisión de hábitat para la biodiversidad.
- **Servicios de aprovisionamiento:** Son recursos tangibles y finitos que se contabilizan y consumen, los cuales en su mayoría presentan un mercado estructurado. Pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de alimentos, materias primas, combustible y fibras, recursos medicinales, recursos ornamentales, recursos genéticos y agua.
- **Servicios de regulación:** Servicios que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente. Entre ellos se encuentran la regulación de gases atmosféricos, del clima, de disturbios ambientales, del ciclo hidrológico, el mantenimiento de la calidad del agua, el control de la erosión y retención de sedimentos y el tratamiento de residuos.
- **Servicios culturales:** Corresponden a servicios no materiales que el hombre obtiene de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y el disfrute estético. Son producto de percepciones individuales o colectivas que nacen según el contexto sociocultural de un área específica. Intervienen en la forma en que el hombre interactúa con el entorno y con las demás personas. Están muy ligados a los valores humanos, su identidad y su comportamiento. Entre ellos se encuentran la recreación, la calidad escénica, la inspiración cultural y artística, la inspiración espiritual e histórica y la ciencia y educación.

Cada una de estas categorías, involucra funciones de los ecosistemas que garantizan en el largo plazo el bienestar de la sociedad, ya que ella se apropia directa o indirectamente de los servicios provistos. Ahora bien, la determinación del cambio en los servicios ecosistémicos (SE) requiere que se exprese el impacto en unidades medibles, teniendo en cuenta que, si el impacto refleja un cambio en alguna variable considerada, deberá ser expresado en las mismas unidades de la variable que se está observando (por ejemplo, impactos sobre áreas). Mientras que si el impacto se vincula con la producción de un bien; se deberá expresar en una unidad que relacione el área, la producción y la unidad de tiempo en la cual se evidencia la afectación.

En la siguiente tabla se relaciona la identificación de los servicios ecosistémicos impactados por la modificación de la licencia del proyecto "Atlántico Photovoltaic De 199,5 MW Junto a su línea de Evacuación De 500 kV", así como su cuantificación.

**TABLA 8.3-4 CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE LOS CAMBIOS EN LOS BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	DEFINICIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	UNIDAD DE MEDIDA	CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO	FUENTE
Alteración a la geoforma del terreno	Soporte: formación del suelo	Es un proceso extremadamente lento que ocurre de la desintegración de rocas, acumulación de material orgánico y liberación de minerales.	Área de suelo a intervenir	435,17 ha	Capítulo 5.1. Tabla “Unidades geológicas para el área de intervención”
Alteración de las condiciones geotécnicas	Soporte: formación del suelo	Permite la productividad de la agricultura y el funcionamiento general de los ecosistemas.	Área de suelo a intervenir	435,17 ha	Capítulo 5.1. Tabla “Unidades geológicas para el área de intervención”
Alteración de la calidad del suelo	Reciclado de nutrientes	Formación y mantenimiento de la fertilidad del suelo a través del ciclo de nutrientes.	Área de suelo a intervenir	435,17 ha	Capítulo 5.1. Tabla “Unidades geológicas para el área de intervención”
Cambio en el uso del suelo	Aprovisionamiento Alimentos y materias primas	Producción de alimentos y producción primaria bruta extractable de materia prima. Comprende madera y demás derivados de los tejidos leñosos	Área de suelo orgánico a remover (suelo impactado por cambio en el uso)	113,68 ha	Diferencial a partir del área de pastos arbolados autorizada mediante licencia y el área solicitada en modificación
Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Aprovisionamiento de agua dulce	La vegetación y el suelo filtran algunos contaminantes del agua, mientras la topografía y estructuras subterráneas de los ecosistemas determinan la capacidad de almacenamiento de lagos, arroyos y arrecifes. Servicios: proveer agua para el consumo humano, usos domésticos, industriales o para la agricultura.	Volumen de agua para actividades de ganadería	2.920,29 m <sup>3</sup>	Calculado a partir de la capacidad de carga de ganadería en impacto "cambio de uso del suelo"
Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o régimen sedimentológico - Cambio en el régimen hidrológico	Regulación del agua	Los sistemas naturales influyen el ciclo hidrológico y el flujo de agua superficial bajo condiciones normales. Servicios: proporciona el mantenimiento de irrigación natural, drenaje, aportación fluvial, canales de circulación y medios de transporte.	Ocupaciones de cauce nuevas a solicitar	11	Capítulo Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales. Ocupaciones de cauce a solicitar

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL  
PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE  
EVACUACIÓN DE 500 KV”**

IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	DEFINICIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	UNIDAD DE MEDIDA	CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO	FUENTE
Alteración a cobertura vegetal: Alteración de la estructura ecológica del paisaje y fragmentación de la cobertura vegetal	Regulación de gases atmosféricos	Regulación de la composición química de la atmósfera y capacidad fijadora de CO <sub>2</sub> , con impacto directo en el mantenimiento de la calidad del aire.	Cantidad de dióxido de carbono equivalente liberado a la atmósfera	127,1349	Cálculos a partir de inventario forestal Capítulo Demanda, uso y aprovechamiento, y biomasa calculada
	(Sumidero de carbono)				
	Aprovisionamiento de productos maderables	Producción de alimentos y producción primaria bruta extractable de materia prima. Comprende madera y demás derivados de los tejidos leñosos	Volumen comercial total (m <sup>3</sup> )	84,320	
Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	SE hábitat para la fauna	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestres. Incluye Hábitats adecuados para la reproducción.	Área de aprovechamiento forestal con corresponden a coberturas arbóreas	15,005942 ha	Capítulo Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales. Tabla Relación de número de árboles, área basal, y volúmenes por cobertura de la tierra
Alteración a comunidades de flora - Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas	Soporte: biodiversidad	Variabilidad entre organismos vivos de todos los medios, incluidos, entre otros, terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos. Esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas.	Número de especies de flora que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, protección y/o endemismo.	44	Capítulo 5.2. Tabla Especies con algún grado de amenaza o veda en el área de intervención
Alteración a cobertura vegetal / Alteración de la estructura ecológica del paisaje	Soporte: biodiversidad	Variabilidad entre organismos vivos de todos los medios, incluidos, entre otros, terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos. Esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas.	Área de aprovechamiento forestal correspondiente a coberturas arbóreas	15,005942 ha	Capítulo Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales. Tabla Relación de número de árboles, área basal, y volúmenes por cobertura de la tierra

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL  
PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE  
EVACUACIÓN DE 500 KV”**

IMPACTO AMBIENTAL	SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	DEFINICIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO IMPACTADO	UNIDAD DE MEDIDA	CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO	FUENTE
Alteración a comunidades de fauna terrestre - Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas, casi endémica o de interés	Soporte: biodiversidad y polinización	Variabilidad entre organismos vivos de todos los medios, incluidos, entre otros, terrestres y ecosistemas acuáticos. Esto incluye la diversidad dentro de las especies y ecosistemas.	Número de especies de fauna de especial interés que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, protección y/o endemismo.	1 Anfibio 13 Reptiles 40 Aves 21 Mamíferos	Capítulo 5.2. Componente fauna
Alteración a comunidades de fauna terrestre (incluyendo fauna voladora) - Aves - Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico - Aumento de colisión de aves o quirópteros con infraestructura del proyecto	Soporte: biodiversidad y polinización	Provee hábitat para varios ciclos de vida de las plantas y los animales, lo que mantiene biológica y genéticamente la diversidad y la evolución.	Número de especies de fauna propensas a afectación por choque eléctrico	137	Capítulo 5.2. Tabla Especies de aves registradas para el área de intervención
Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Soporte: biodiversidad	Provee espacio vital para plantas y animales, permitiendo la diversidad biológica y genética.	Cantidad de especies de ictiofauna identificadas	7 macroinvertebrados 11 Perifiton 13 Zooplancton 17 Fitoplancton 16 Peces	Capítulo 5.2. Resultados para componente de Ecosistemas acuáticos
Afectación predial	No está asociado al cambio de las condiciones de un servicio ecosistémico		Predios a intervenir	11 predios con contrato de arrendamiento 10 predios con contrato de servidumbre	Capítulo 5.3. Tabla Predios del AI según su relación con el proyecto y su municipio
Modificación de las actividades económicas de la zona - Cambios en el empleo	No está asociado al cambio de las condiciones de un servicio ecosistémico		Número de empleos directos a generar por el proyecto por etapa	<b>Construcción y montaje:</b> 452 (empleos directos en el pico máximo de contratación) <b>Operación:</b> 20 empleos directos	<b>Datos obtenidos de la EIA presentada en el marco de la Licencia ambiental</b>
Generación y/o alteración de conflictos sociales - Generación de expectativas	No está asociado al cambio de las condiciones de un servicio ecosistémico		Población en unidades prediales habitadas	77 habitantes	Capítulo 5.3. Tabla Poblamiento en unidades prediales

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

Las cuantificaciones presentadas en la tabla anterior se basan en lo consolidado en los Capítulos de 5.1 Caracterización Abiótica, 5.2 Caracterización Biótica y 5.3 Caracterización Socioeconómica, así como lo relacionado en el Capítulo 7 Uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales.

#### 8.3.4 Análisis de internalización de impactos

Tomando como referencia los resultados de evaluación ambiental, asociado a los impactos significativos a generar con la modificación de licencia, en este apartado se identifican los impactos que con la implementación de dichas medidas son prevenidos y controlados completamente y, por tanto, disminuyen su grado de afectación a un nivel inferior, lo que supone menores riesgos y daños sobre ambiente y/o el bienestar de las personas.

Para lograr la identificación de los impactos que se incluyen en estas categorías es necesario considerar las siguientes definiciones

- Impactos con costos internalizables: aquellos impactos ambientales cuyas obras, actividades o acciones previenen o corrigen los posibles efectos negativos que pueda generar el proyecto sobre el entorno humano y natural.
- Impactos con costos no internalizables: impactos cuyas medidas reducen los impactos adversos de una acción propuesta sobre el ambiente afectado y también aquellos para los cuales se requieren obras, actividades o acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones y localidades; esto por los efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos o satisfactoriamente o sustituidos.

El análisis de internalización se basa en las siguientes actividades, las cuales permiten desarrollar dicho análisis de manera ordenada para diferenciar los impactos internalizados y no internalizados.

- Relación del impacto con la o las fichas de manejo que fueron diseñadas para su solución, con lo que se puede evidenciar la atención de las medidas de manejo para cada impacto y el posible alcance conjugado de todas las medidas.
- Relación de acciones de manejo y las metas potenciales de la medida de manejo.
- Relación del tipo de medida de manejo que se implementa.
- Relación del indicador de eficiencia o cumplimiento de la medida de manejo y su fórmula de medición.
- Estimación de los costos unitarios o totales de las medidas de manejo.

En el **Anexo\_5. Valoración Económica/ Análisis Internalización Modif**, se presentan las tablas del análisis de internalización individual de impactos, el cual relaciona, las medidas de manejo, objetivos, actividades, indicadores, metas y costos asociados para cada uno de los impactos identificados como relevantes, y que en conjunto justifican los esfuerzos de internalización que se implementarán en el desarrollo del proyecto; así como los resultados de internalización, en forma de flujo económico, donde se estima el valor presente neto de las medidas que previenen y/o corrigen los impactos mencionados.

En este orden de ideas, teniendo en cuenta las medidas de manejo presentadas en el Capítulo 10\_ Plan de Manejo Ambiental, para los impactos calificados como moderados, se determina la internalización de los impactos que presentan más de una medida de carácter preventivo y/o correctivo; es decir, que presentan una mayor eficacia para no permitir que el impacto ocurra.

Los impactos que se internalizan a partir del análisis son:

- Alteración de la geoforma del terreno
- Alteración de las condiciones geotécnicas
- Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o régimen sedimentológico - Cambio en el régimen hidrológico
- Alteración a comunidades de fauna terrestre (incluyendo fauna voladora) - Aves - Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico - Aumento de colisión de aves o quirópteros con infraestructura del proyecto
- Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática
- Afectación predial
- Generación y/o alteración de conflictos sociales - Generación de expectativas.

De otra parte, los impactos negativos que no se internalizan y, por lo tanto, son seleccionados para su valoración económica y posterior análisis son:

- Cambio en el uso del suelo.
- Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.
- Alteración a cobertura vegetal- Alteración de la estructura ecológica del paisaje
- Alteración a cobertura vegetal: fragmentación de la cobertura vegetal.
- Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres.
- Alteración a comunidades de flora - Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas.
- Alteración a comunidades de fauna terrestre - Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas, casi endémica o de interés.

Igualmente, se mantienen los impactos positivos Cambios en el empleo (generación temporal de empleo) y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, calificados como moderados en la evaluación ambiental que se enmarca en lo autorizado para la Licencia Ambiental mediante Resolución 1270 de 2021 y que, de igual manera para su modificación, van a generar un aumento en la calidad de vida de las comunidades. Estos impactos se valorarán como beneficios que se incluirá en el flujo económico; con el cual se establece el comparativo con los Costos (valoraciones de los impactos negativos) en el posterior análisis de indicadores de viabilidad económica ambiental, como el valor presente neto y la relación Beneficio-Costo.

### 8.3.5 Valoración económica de impactos no internalizados

A continuación, se presenta la valoración de los impactos no internalizables mencionados anteriormente. Es de tener en cuenta que, considerando las similitudes en cuanto a los servicios ecosistémicos identificados para cada impacto y su cuantificación biofísica, es posible realizar algunas valoraciones económicas para impactos agrupados.

#### 8.3.5.1 Valoración económica del impacto Alteración en la calidad del suelo

Para realizar la valoración económica del impacto, se consideró las actividades en las que se descapota y afecta directamente el suelo, para la cual se calcula que se intervienen 435,17 hectáreas con un volumen de 233.500 m<sup>3</sup> para actividades lineales y un área de 231 hectáreas para actividades puntuales con un volumen de descapote de 465.225 m<sup>3</sup>, descrito en el capítulo 2. Descripción del proyecto.

Debido a que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes, es necesario recuperarlo para lograr una calidad de suelo óptima que favorezca la salud animal y vegetal (Bernal, 2018). Para la recuperación es necesario que se realicen tratamientos que incluyan agentes biológicos y físicos, con el objeto de proveer los elementos necesarios para que el recurso continúe con sus funcionalidades, antes las actividades que deben desarrollarse se resaltan tres (3) procesos que son:

- A. Estabilización, se refiere a un método que asegura la preservación de la calidad del suelo,
- B. Enriquecimiento, implica el uso de microorganismos para recuperar las características físicas del suelo
- C. Consolidación, se relaciona con técnicas que posibilitan la fijación de elementos como el nitrógeno y el potasio, fundamentales para el desarrollo de las plantas (Xiong, 2016).

Dado lo anterior, para tasar el impacto se empleó la metodología de costos de reemplazo que plantea hipotéticamente la recuperación del suelo. En primer lugar, se estimaron los costos para el relleno del suelo, teniendo en cuenta los valores asociados con el transporte, tierra común, las herramientas, un compactador y la mano de obra, presentados en el Análisis de Precios Unitarios del INVIAS para el departamento del Casanare del año 2021 (ver ANEXOS\CAP\_5\5.2 Valoracion\_Econ\_Amb/ 5.2-5 APUS Cesar 2021), llevados a pesos del año 2023 con el IPC (ANEXOS\CAP\_5\5.2 Valoracion\_Econ\_Amb/ 5.2-6 Variación anual del IPC) obteniendo un total de \$46.096/m<sup>3</sup> a pesos del año 2023. Teniendo en cuenta que en el impacto de Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos se estimó un costo relacionado con el relleno del suelo para las actividades puntuales, para evitar sobre estimaciones se calcula el valor por hectárea de acuerdo con el área de las actividades lineales en las que se estima un volumen de relleno por hectárea de 756 m<sup>3</sup>, representando un total de \$34.848.576 pesos del año 2023 (ver Tabla 5-34).

**TABLA 8.3-5 COSTOS ASOCIADOS AL RELLENO DEL SUELO**

RELLENO DEL SUELO						
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP 2021)	Valor unitario (COP 2022)	Valor unitario (COP 2023)	TOTAL (COP 2023)
Tierra común	0,5	m3	\$ 46.172	\$ 46.915	\$ 49.552	\$ 24.776
Herramientas	1		\$ 469	\$ 477	\$ 504	\$ 504
Compactador	1		\$ 5.151	\$ 5.234	\$ 5.528	\$ 5.528
Transporte	1		\$ 1.152	\$ 1.171	\$ 1.237	\$ 1.237
Mano de obra	1		\$ 9.389	\$ 9.540	\$ 10.076	\$ 10.076
<b>TOTAL (\$2023/m3)</b>					<b>\$ 42.121</b>	
<b>VOLUMEN DE RELLENO (m3/Ha)</b>					<b>150</b>	
<b>TOTAL (\$/ha)</b>					<b>\$ 6.300.485</b>	

*Fuente: HE&E S.A.S, 2024*

Por otro lado, se tasan los costos para enriquecer el suelo, en el que se tienen en cuenta la aplicación de humus y micorrizas, este tratamiento biológico optimiza las condiciones ambientales de la zona. Para el año 2023 el paquete de 40 kilogramos tiene un costo de \$55.000 y el paquete de micorrizas de un (1) kilogramo tiene un precio de \$7.598 pesos para el año 2023. En esta actividad se estima usar cuatro (4) toneladas de humus de lombriz orgánico que tienen un precio para el año 2023 de \$5.500.000 y 460 Kilogramos de micorrizas de alto rendimiento, ya que se considera la aplicación de 20 a 30 gramos por kilogramo de suelo, totalizando un precio de \$34.095 pesos del año 2023, obteniendo un costo total de \$5.534.095 pesos año 2023 por hectárea (ver Tabla 8.3-6).

**TABLA 8.3-6 COSTOS ASOCIADOS AL USO DE HUMUS Y DE MICRORRIZAS**

USO DE HUMUS Y MICROORGANISMOS				
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP 2023)	TOTAL (COP 2023)
Humus	4	Ton	\$ 1.375.000	\$ 5.500.000
Micorrizas	4	Kg	\$ 7.598	\$ 34.095
<b>TOTAL (\$2023/ha)</b>				<b>\$ 5.534.095</b>

*Fuente: HE&E S.A.S, 2024*

De igual manera, se calculan los costos de estabilización de suelos, donde se requieren trinchos para el control de pendientes en las zonas que lo necesite, considerando un precio unitario de \$39.633 pesos año 2023 y un precio total de \$3.963.300 en pesos del año 2023. También, se considera la inducción de gramíneas que aportarían volumen de forraje y mejorarían la estructura del suelo (Calistro, 2015), con un precio unitario de \$51.607 para el año 2023 y un costo total de \$51.607.000 pesos del año 2023, tasando la estabilización de suelos en \$55.570.300 por hectáreas en pesos de 2023 (ver Tabla 8.3-7)

**TABLA 8.3-7 COSTOS ASOCIADOS A LA ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO**

ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO						
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP 2021)	Valor unitario (COP 2022)	Valor unitario (COP 2023)	TOTAL (COP 2023)
Trinchos para control de pendiente (1m)	100	Trincho	\$ 36.929	\$ 37.524	\$ 39.633	\$ 3.963.300
Inducción de gramíneas	1000	m2	\$ 48.087	\$ 48.861	\$ 51.607	\$ 51.607.000
<b>TOTAL (\$2023/ha)</b>						<b>\$ 55.570.300</b>

*Fuente: HE&E S.A.S, 2024*

Finalmente, para la fijación de nutrientes esenciales de los suelos, tales como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que influyen en el rendimiento y la calidad de los productos (Perdomo & Barbazán), se establecen actividades que son la preparación del terreno, siembra e insumos tomando como referencia los costos presentados en la cartilla de manejo de pasturas del año 2018, llevados a pesos del año 2023 mediante el IPC y el IPP

Para la preparación del terreno se consideraron los costos asociados con la mano de obra para adecuación del terreno, para la aplicación de herbicidas, de enmiendas y mecanización de herbicidas, obteniendo un costo de \$ 1.287.778 en pesos del año 2023 por hectárea. Otro aspecto que se consideró fue la siembra, allí se tuvo en cuenta la mano de obra para el control de malezas, para siembra y para resiembra, totalizando un precio para la siembra de \$ 169.445 por hectárea en pesos del año 2023. Por último, en los insumos se incluyen fertilizantes, enmiendas, fertilizante úrea, herbicida y semillas de mombasa, empleando \$ 1.956.944 por hectárea en pesos del año 2023 en insumos. Por ende, el costo total de la fertilización y siembra de gramíneas es de \$3.414.167 por hectárea en pesos del año 2023 (ver Tabla 8.3-8).

**TABLA 8.3-8 COSTOS ASOCIADOS A LA FERTILIZACIÓN Y SIEMPRE DE GRAMÍNEAS**

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP 2018)	Valor unitario (COP 2023)	TOTAL (COP 2023)
Preparación de terreno					
Mano de obra para adecuación del terreno	2	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 67.778
Mecanización	1	ha	\$ 800.000	\$ 1.084.444	\$ 1.084.444
Mano de obra para aplicación herbicidas	3	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 101.667
Mano de obra para aplicación enmiendas	1	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 33.889
<b>SUBTOTAL (\$2023/ha)</b>					<b>\$ 1.287.778</b>
Siembra					

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP 2018)	Valor unitario (COP 2023)	TOTAL (COP 2023)
Mano de obra para control de malezas	2	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 67.778
Mano de obra para siembra	2	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 67.778
Mano de obra para resiembra	1	Jornales	\$ 25.000	\$ 33.889	\$ 33.889
<b>SUBTOTAL (\$2023/ha)</b>					<b>\$ 169.445</b>
<b>Insumos</b>					
Enmiendas	10	Bulto * 50Kg	\$ 32.000	\$ 65.642	\$ 656.420
Fertilizante	2	Bulto * 50Kg	\$ 84.600	\$ 173.540	\$ 347.080
Herbicida	1	Galón	\$ 62.400	\$ 128.001	\$ 128.001
Fertilizante (urea)	1	Bulto * 50Kg	\$ 64.000	\$ 131.283	\$ 131.283
Semilla Mombasa	8	Kilogramo	\$ 42.300	\$ 86.770	\$ 694.160
<b>SUBTOTAL (\$2023/ha)</b>					<b>\$ 1.956.944</b>
<b>TOTAL (\$2023/ha)</b>					<b>\$ 3.414.167</b>

*Fuente: HE&E S.A.S, 2024*

Es así como se estiman los costos en pesos del año 2023 por hectárea para las actividades lineales de \$ 6.300.485 para el relleno del suelo y un costo para la estabilización del terreno \$ 3.963.300. Para las actividades lineales y puntuales un costo por la fertilización del suelo (humus, micorrizas) en \$ 5.534.095 pesos año 2023, y para la introducción de agentes fijadores de nitrógeno y fósforo \$ 3.414.167 en pesos del año 2023, totalizando todo en un costo de \$ 13.712.047 (ver Tabla 8.3-9).

**TABLA 8.3-9 COSTOS ASOCIADOS A LA ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO**

COMPONENTE		COSTOS
<b>Actividades lineales</b>	Relleno de suelo	\$ 6.300.485
	Estabilización del terreno	\$ 3.963.300
<b>Actividades lineales y puntuales</b>	Fertilización del suelo (humus, micorrizas)	\$ 5.534.095
	Introducción de agentes fijadores de nitrógeno y fósforo	\$ 3.414.167
<b>TOTAL (\$2023/ha)</b>		<b>\$ 13.712.047</b>

*Fuente: HE&E S.A.S, 2024*

**8.3.5.2 Valoración económica del impacto Cambio en el uso del suelo**

La valoración que se plantea para el cambio en el uso del suelo se abordará desde las pérdidas que puedan generarse en el cambio de las actividades económicas asociadas a este, teniendo en cuenta sus usos actuales; es decir, en la pérdida de la productividad ganadera de las zonas a intervenir, entendiendo que las mayores pérdidas económicas probables se dan por el costo de oportunidad en el uso de la tierra. Se abordará el pastoreo

semi-intensivo de producción ganadera, ya que es la actividad que representa mayor extensión de tierra en su uso actual. Se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \text{Valor económico total cambio en uso del suelo} \\ &= [\text{pérdida de productividad}] + [\text{costo de oportunidad del suelo}] \\ & \quad + [\text{pérdida de empleos en actividades tradicionales}] \end{aligned}$$

Como parámetros iniciales se tiene que, de acuerdo con la caracterización de la actividad ganadera descrita en el componente socioeconómico, la capacidad de carga identificada en el área de influencia es de 1.7 cabezas de ganado por hectárea. El peso promedio por cabeza de ganado para producción de carne se estima en 414 Kg y, en cuanto a producción de leche, se estima un promedio de 4.2 litros por vaca por día (Fedegan, 2014).

El área a tener en cuenta para el cambio del uso se obtiene de la diferencia entre lo autorizado mediante Resolución ANLA 1270 de 2021 y el área que se presenta para modificación. Este caso aplica solamente para el área de pastos arbolados, ya que es el área que presenta un diferencial entre los dos escenarios; esto corresponde a 113,68 hectáreas a tener en cuenta para valorar el cambio en el uso del suelo. En la **Tabla 8.3-10** se presenta el cálculo de lo indicado anteriormente.

**TABLA 8.3-10    ÁREA DE USO DEL SUELO EN MODIFICACIÓN DE LICENCIA**

GRUPO DE USO	COBERTURA	ÁREA PARA MODIFICACIÓN	ÁREA AUTORIZADA MEDIANTE RESOL. ANLA 1270/ 2021 (Ha)	DIFERENCIAL
Ganadería	Pastos limpios	75,36	256,3	-180,94
	Pastos arbolados	253,47	139,79	113,68

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

A partir de estos supuestos, se estima el costo de oportunidad por el uso del suelo para ganadería de doble propósito en el área de intervención.

**TABLA 8.3-11 SUPUESTOS INICIALES DE PRODUCTIVIDAD. GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL AI**

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
Capacidad de carga ganadería	UGG/ ha	1,7
Área de uso del suelo para ganadería	ha	113,68
Censo ganadero área de intervención	UGG	193
Peso promedio por animal	Kg	414
Producción de leche por vaca	Lt./ día	4,2
Costo de producción carne (2023)	COP/ Kg	\$ 2.685,79
Costo de producción leche (2023)	COP/ Kg	\$ 838,39

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de Fedegan, 2023.*

A continuación, se estiman los resultados de producción de carne y leche en el área de intervención, teniendo en cuenta las ganancias por carne y leche, así como los costos correspondientes de producción en ambos casos. Es de aclarar que dentro de la estructura de costos de producción está incluida la mano de obra, que representa el 41,3% del costo total, esto es \$88.747.406 por año para la producción de carne y \$51.290.828 por año para la producción de leche.

**TABLA 8.3-12 ESTIMACIÓN DE PRODUCTIVIDAD GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL AI**

PRODUCCIÓN DE CARNE				
Nº ANIMALES	PESO PROMEDIO (Kg.)	PRECIO ANIMAL EN PIE (Kg.)	VALOR/ ANIMAL (\$)	VALOR TOTAL PESOS (\$)
193	414	\$ 7.951,00	\$ 3.291.714	\$ 636.143.481
		Costo de producción (\$/ Kg)		
		\$ 2.685,79	\$ 1.111.918	\$ 214.884.760
PRODUCCIÓN DE LECHE				
Nº ANIMALES	PROMEDIO LECHE (L/vaca/ año)	PRECIO LECHE (L.)	VALOR/ ANIMAL (\$)	VALOR TOTAL PESOS (\$)
97	1.533	\$ 1.799,88	\$ 2.759.208	\$ 266.616.787
		Costo de producción (\$/ Lt.)		
		\$ 838,39	1.285.247	\$ 124.190.866

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de Fedegan,2023*

Igualmente, para estimar el valor de la tierra, se realizó la consulta de manera virtual, de venta de fincas ganaderas en cercanías al área de influencia del proyecto (departamento del Atlántico), con lo cual se determinó un valor promedio por hectárea de \$851.671.470 Ver Tabla 8.3-13

**TABLA 8.3-13 ESTIMACIÓN PRECIO DE LA TIERRA EN LA ZONA DEL PROYECTO**

Inmueble	Área (ha)	Valor	Valor/ ha/ año
Lote en venta	50	\$ 4.000.000.000	\$ 960.000.000
Finca venta	0,1735	\$ 275.000.000	\$ 1.585.014.409
Finca venta	3	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000
<b>Promedio</b>			<b>\$ 851.671.470</b>

Fuente: ENEL Colombia ESP S.A., 2024

A continuación, se consolidan las estimaciones para el costo de oportunidad por cambio del uso del suelo.

**TABLA 8.3-14 ESTIMACIÓN DE COSTO DE OPORTUNIDAD POR CAMBIO DE USO DEL SUELO**

Productividad actividad ganadera		
Concepto	Unidad	Valor
Producción ganadera	\$/ año	\$ 902.760.268
Costos de producción ganadera	\$/ año	\$ 339.075.626
Valor de la tierra	\$/ año	\$ 851.671.470
<b>Total productividad para actividad ganadera</b>	<b>\$/ año</b>	<b>\$ 1.415.356.112</b>
Área de intervención	ha	113,68
Costo de oportunidad por unidad de área	\$/ ha/ año	\$ 12.450.353

Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023

### 8.3.5.3 Valoración económica del impacto Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo

De acuerdo con lo identificado en la matriz de impactos con proyecto para la modificación de la presente licencia ambiental, *este impacto se da por excavaciones a profundidades mayores a 1 m, donde se pueden llegar a interceptar las líneas de flujo subsuperficial de los acuíferos someros, generando una disminución en la recarga.*

Es de resaltar, que las aguas subterráneas proveen funciones ecológicas esenciales que redundan en servicios ecosistémicos de provisión de gran importancia para la sociedad, como lo es el suministro de agua en cantidad y calidad para desarrollo de actividades productivas, puntualmente para la ganadería.

La estimación y análisis del costo ambiental generado por afectaciones sobre el recurso hídrico implementado para el desarrollo de actividades pecuarias, se fundamenta en el costo global a generarse por el mercado del servicio de acueducto, en función de una aproximación de la tarifa media pagada por metro cúbico de agua, reportada para los municipios de Sabanalarga y Usiacurí; para lo cual se utilizan los reportes del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI, 2016), y las cantidades de agua que se requiere para el sostenimiento de una cabeza de ganado.

De acuerdo con lo anterior, se toma la cantidad de cabezas de ganado estimadas en la valoración económica del impacto “cambio en el uso del suelo”, según la capacidad de carga, dentro del área de intervención con orientación ganadera; esto corresponde a 193 cabezas.

Se cuenta con el supuesto de que, en promedio un bovino de doble propósito adulto consume entre el 10 y el 15% de su peso en agua al día; es así como una cabeza de ganado que pesa en promedio 414 Kg tendrá que ingerir por lo menos 41 litros de agua al día (FEDEGAN, 2014). De esta manera se puede obtener la cantidad de agua que se dejaría de emplear para las actividades ganaderas, debido a la alteración de cauces y el cambio en la disponibilidad del recurso hídrico.

Debido a que no se encuentran reportes actualizados para la tarifa media por metro cúbico de agua de los municipios del área de influencia mencionados, se parte del último año de reporte del que se tiene información (2016) y se actualiza mediante la tasa de inflación desde este año hasta el actual; así las cosas, la tarifa media se estima en \$2.257,27 pesos por m<sup>3</sup>.

**TABLA 8.3-15 ACTUALIZACIÓN DE TARIFAS POR METRO CÚBICO DE AGUA, MEDIANTE TASA DE INFLACIÓN**

AÑO	IPC	TARIFA MEDIA
2016	5,75%	\$ 1.637,08
2017	4,09%	\$ 1.704,04
2018	3,18%	\$ 1.758,22
2019	3,80%	\$ 1.825,04
2020	1,88%	\$ 1.859,35
2021	1,61%	\$ 1.889,28
2022	5,62%	\$ 1.995,46
<b>2023</b>	<b>13,12%</b>	<b>\$ 2.257,27</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de SUI y BanRep.*

A continuación, se relacionan los resultados de la valoración económica.

**TABLA 8.3-16 ESTIMACIONES DE AGUA DEMANDADA POR ACTIVIDAD GANADERA**

ÁREA DESTINADA PARA GANADERÍA EN MODIFICACIÓN DE LICENCIA	CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL/HA	NÚMERO DE CABEZAS TOTALES	PESO PROMEDIO POR CABEZA	CANTIDAD MÍNIMA DE AGUA POR CABEZA		TOTAL DE AGUA CONSUMIDA POR DÍA	TOTAL DE AGUA CONSUMIDA POR AÑO
ha	#	#	Kg	L	m³	m³	m³
113,68	1,7	193	414	41,4	0,0414	8	<b>2.920,29</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de Fedegan, 2014.*

**TABLA 8.3-17 ESTIMACIÓN DEL COSTO POR CAMBIO EN LA OFERTA Y DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO**

TOTAL DE AGUA CONSUMIDA POR AÑO	TARIFA MEDIA POR m³	COSTO TOTAL POR PÉRDIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
m³ / año	\$/ m³	\$/ año
2.920,29	\$ 2.257,27	<b>\$6.591.874</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de SUI y BanRep.*

**8.3.5.4 Valoración económica del impacto Alteración a cobertura vegetal: Alteración de la estructura ecológica del paisaje y fragmentación de la cobertura vegetal**

Para valorar el impacto por fragmentación de la cobertura vegetal se abordará el concepto de Valor Económico Total, teniendo en cuenta que se puede identificar la afectación de más de un servicio ecosistémico a partir de las actividades de remoción. En este sentido, se calcula el servicio de captura de carbono que ofrecen las coberturas vegetales presentes en la zona de estudio, ya que resulta viable representar la pérdida en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico en estas estructuras vegetales, a través de un mercado equivalente establecido; igualmente, se calculará el aprovisionamiento de madera, aproximándose al bienestar que los habitantes del área de influencia pueden estar perdiendo al no tener la posibilidad de aprovecharlo, al tiempo que se deja de contar con estos elementos característicos de la estructura del paisaje natural en el área de influencia.

Una de las funciones más importantes de la biomasa arbórea es la constante captura de carbono atmosférico, mecanismo para disminuir la concentración de gases de efecto

invernadero. Un bosque desarrollado tiene la característica y propiedad de capturar mayores cantidades de carbono en diferentes estratos, razón por la que cuantificar y valorar las concentraciones de carbono permiten inferir la estabilidad de las coberturas, en relación con el ecosistema en que están presentes.

El precio de referencia es el indicado por el impuesto al carbono, creado por el Artículo 221 de la Reforma Tributaria Estructural ley 1819 de 2016 (Presidencia de la República, 2016) y cuyo valor está actualizado mediante Resolución 000012 del 31 de enero de 2023 (DIAN, 2023), que corresponde a COP \$23.394,60 por tonelada de CO<sub>2</sub>.

Teniendo en cuenta los datos calculados para el aprovechamiento forestal que corresponde a la modificación de licencia ambiental, determinados en el capítulo de Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales se utilizó la estimación de almacenamiento de carbono promedio de las cuatro coberturas identificadas en el área de influencia, y se estimaron las cantidades de biomasa y la captura de dióxido de carbono correspondiente, así:

**TABLA 8.3-18 CUANTIFICACIÓN PROMEDIO DE CARBONO POR TIPO DE COBERTURA**

Cobertura	Área afectada (ha)	Biomasa total (T)	Carbono (T)	Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) ó potencialmente transferido (T)
3231. Vegetación secundaria alta	1,641035	14,9405	7,4702	27,3909
3232. Vegetación secundaria baja	0,093282	0,8338	0,4169	1,5285
232. Pastos arbolados	11,937652	181,1183	90,5592	332,0502
314. Bosque de galería o ripario	1,333973	57,3773	28,6886	105,1917
<b>Total general</b>	15,005942	254,2699	127,1349	466,1614

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

A partir de esta estimación de captura de carbono que se deja de capturar, se presenta la valoración económica de la pérdida de este servicio ecosistémico:

**TABLA 8.3-19 ESTIMACIÓN DEL COSTO POR PÉRDIDA DE CAPTURA DE CARBONO**

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
CO <sub>2</sub> estimado captura	Ton/ año	466,1614
Tarifa impuesto al carbono (2021)	\$/ Ton	\$ 23.394,60
<b>Valor total captura de CO<sub>2</sub></b>	<b>\$/ año</b>	<b>\$ 10.905.658,78</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de DIAN, 2023.*

Para valorar el servicio ecosistémico de aprovisionamiento de madera, se toman igualmente los datos calculados de aprovechamiento forestal de la modificación de licencia ambiental, con los cuales se obtiene el volumen comercial estimado para remover, en los cuatro tipos de cobertura mencionados anteriormente.

**TABLA 8.3-20 VOLUMEN COMERCIAL ESTIMADO POR TIPO DE COBERTURA**

COBERTURA	VOLUMEN COMERCIAL m <sup>3</sup>
3231. vegetación secundaria alta	6,120
3232. Vegetación secundaria baja	0,430
232. Pastos arbolados	55,640
314. Bosque de galería o ripario	42,860
<b>Total general</b>	<b>105,050</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

Como valor de referencia, se tomará el precio promedio por metro cúbico para madera suave, registrado en los últimos 12 meses, según Indexmundi (IndexMundi, 2022), y actualizado mediante índice de inflación, que para el año 2023 corresponde al 13,12%, con lo cual se estima finalmente en \$1.024.009,18 pesos colombianos. La valoración económica del servicio de aprovisionamiento de madera se calculó así:

**TABLA 8.3-21 VALORACIÓN ECONÓMICA SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO DE MADERA**

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
Total volumen comercial	m <sup>3</sup>	84,32
Precio promedio madera	\$/ m <sup>3</sup>	\$1.024.009,18
<b>Valor total madera</b>	<b>\$/ año</b>	<b>\$ 86.344.454,46</b>

*Fuente: ENEL Colombia ESP S.A., 2024*

Finalmente, se obtiene el Valor Económico Total por el costo de remover la cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto, así:

**TABLA 8.3-22 VALOR ECONÓMICO TOTAL ALTERACIÓN A LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA DEL PAISAJE Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL**

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
Valor anual madera	\$86.344.454,46	\$86.344.454,46
Valor total captura de CO <sub>2</sub>	\$10.905.658,78	\$10.905.658,78
<b>Valor total</b>		<b>\$97.250.113,24</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

**8.3.5.5 Valoración económica de los impactos Alteración de la estructura ecológica del paisaje, Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Cambio de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres en alguna categoría amenaza o vedada, endémicas o de interés, Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas.**

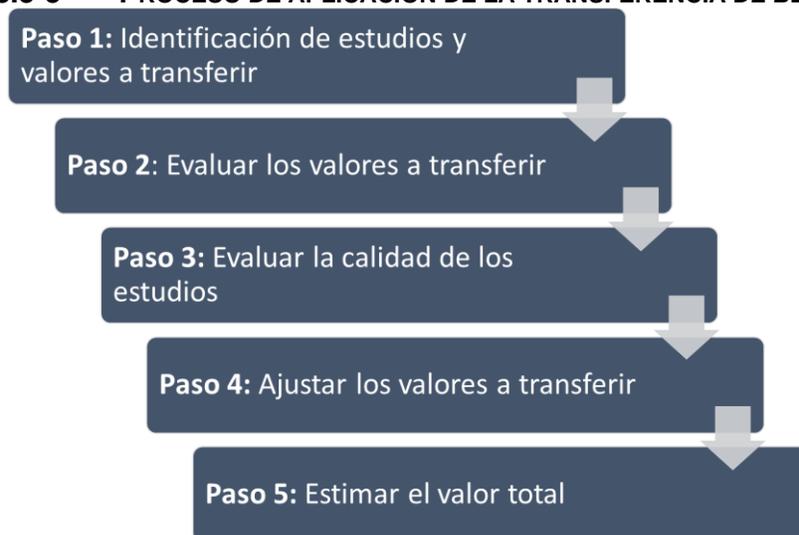
Los impactos Alteración de la estructura ecológica del paisaje, Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Cambio de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres en alguna categoría amenaza o vedada, endémicas o de interés, Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre, endémicas. son provocados por actividades relacionadas con la construcción de la vía de acceso sur, los ZODME, ajustes y modificaciones correspondientes a la línea de evacuación y las ocupaciones de cauce objeto de modificación. Esta movilización e intervención con el ambiente genera alteraciones en las comunidades de fauna y flora, y las alteraciones con su hábitat; por lo que estas

afectaciones se ven directamente asociadas con el servicio ecosistémico de protección de la biodiversidad. Los impactos sobre las coberturas vegetales repercuten en los flujos de materia y energía y estas comunidades; y se fundamenta en los resultados de la caracterización del componente biótico que muestra que existen relaciones entre la disponibilidad de recursos y hábitat determinados por las coberturas vegetales y la presencia, el comportamiento y las dinámicas de las comunidades biológicas.

Para tener una valoración económica más completa del servicio ecosistémico de biodiversidad, de acuerdo con los componentes de flora y fauna identificados para este ejercicio, se aplicará la técnica de transferencia de beneficios, la cual permite hacer uso de estimaciones realizadas en otros estudios publicados, como base para determinar el valor económico de los impactos que se encuentran afectando el servicio ecosistémico de protección a la biodiversidad.

La transferencia de beneficios de media central consiste en transferir los resultados de los cálculos realizados en otros lugares geográficos bajo la condición de equivalencia de las características socioeconómicas y ecosistémicas, por tratarse de un bien o servicio ambiental.

**FIGURA 8.3-3 PROCESO DE APLICACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS**



*Fuente: Adaptado de (MinAmbiente-ANLA, 2017)*

En la figura anterior se presenta el desarrollo de la transferencia de beneficios.

- **Paso 1: Identificación de estudios y valores a transferir.** A partir de las características ecosistémicas del área de influencia del proyecto, se seleccionan los estudios que tengan afinidades en su ubicación geográfica, condiciones socioeconómicas de las comunidades que se ubican a su alrededor y método de valoración acorde con el ejercicio.

A continuación, se presenta la relación de estudios identificados para analizar y aplicar la transferencia de beneficios (ver **Tabla 8.3-23**).

Así, se tiene de esta aproximación a la revisión bibliográfica un total de cuatro (4) posibles estudios que comparten las características al valorar la protección de la biodiversidad. Sin embargo, se debe tener en cuenta el aspecto asociado al bioma, que en el caso de este estudio se puede clasificar como bosque seco tropical.

**TABLA 8.3-23 ESTUDIOS SELECCIONADOS PARA TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS**

NO.	ESTUDIO	AUTORES	AÑO	PAÍS	VALOR	UNIDAD	TASA DE CAMBIO und/ USD	VALOR EN USD (PARA EL AÑO DEL ESTUDIO)	SSEE	METODOLOGÍA
1	Fernández, Mary & Rivas, Francisco & Durán, Mariano. (2006). Valoración económica ambiental del bosque experimental “El Caimital”, municipio Obispos Estado Barinas. Rev. For. Lat. N°. 40.	Fernández, Mary & Rivas, Francisco & Durán, Mariano.	2006	Venezuela	\$24.684,00	BS/ Persona/ Año	\$ 0,00047	11,48	protección de la Biodiversidad	valoración Contingente
2	Valoración económica de los servicios ambientales del bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje	Luis Alfonso Escobar Alejandra Erazo	2006	Colombia	\$ 59.772	COP/ año	\$ 2.358,96	\$ 25,34	Valoración integral	valoración Contingente
3	Valoración integral de los bosques secos del Dagua, Valle del Cauca	Instituto De Investigaciones Ambientales Del Pacífico “Jhon Von Neuman”	2012	Colombia	\$ 11.500	COP/ año	\$ 1.797,79	\$ 6,40	Valoración integral	valoración Contingente
4	Valoración Socioeconómica De Los Servicios Ecosistémicos provistos por el ecosistema de bosque seco tropical presente en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DMI) Luriza, Departamento Del Atlántico	Marelis del Carmen Montes Padilla	2018	Colombia	\$ 90.000	COP/ año	\$ 2.956,43	\$ 30,44	Valoración integral	valoración Contingente

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, Con información de (Escobar & Erazo, 2006), (IIAP, 2012)*

- **Paso 2: Evaluar los valores a transferir:** En este paso es importante determinar si los valores de los estudios son transferibles o no. Esto depende de la calidad del estudio, lo cual implica que la medida haya sido estimada correctamente, que sus valores tengan coherencia con los resultados esperados y que sus métodos de estimación sean acertados (MinAmbiente-ANLA, 2017). En este sentido, todo estudio que se haya calculado a través de transferencia de beneficios es descartado, al igual que estudios muy antiguos o con valores que puedan parecer asimétricos.

De acuerdo con lo anterior, se analiza el estudio número 1 de la lista inicial, y se descarta por tratarse de un ejercicio de valoración económica realizado en Venezuela, cuyo resultado puede generar una distorsión, por cuanto la dinámica inflacionaria de este país ha fluctuado en los últimos años.

- **Paso 3: Evaluar la calidad de los estudios a transferir:** Se considera que los tres estudios que continúan en el análisis para la transferencia de beneficios tienen bases sólidas, y sus publicaciones hacen parte de un gran conjunto de ejercicios de valoración económica ambiental que contribuyen a la generación y gestión del conocimiento para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en los sitios base de estudio.

La Valoración económica de los servicios ambientales del bosque de Yotoco hace parte de las publicaciones de la revista indexada *Gestión y Ambiente* de la Universidad Nacional de Colombia, la cual se destaca por *contribuir al desarrollo de los estudios ambientales, como un esfuerzo por comprender las íntimas relaciones que se establecen entre la multiplicidad del quehacer humano y las complejas funciones y estructuras de los sistemas naturales. Los manuscritos sometidos deben ser de una alta calidad académica, interdisciplinarios, ajustarse a los ejes temáticos de la revista y contribuir a la comprensión y solución de los problemas ambientales locales, regionales y globales* (UNAL, 2023).

La Valoración integral de los bosques secos del Dagua, Valle del Cauca es un documento publicado por el Instituto De Investigaciones Ambientales Del Pacífico “Jhon Von Neuman”, la cual tiene por Misión *actuar como instrumento de coordinación y apoyo al fortalecimiento de la capacidad de investigación de la región y de sus actores sociales e institucionales. Objetivo General Consolidar su capacidad institucional en el nivel regional, a través de procesos participativos, para la generación, utilización, transmisión y socialización de conocimientos dirigidos a la conservación y al fortalecimiento de los sistemas naturales y culturales de la región, y al mejoramiento del bienestar material y espiritual de la población del pacífico colombiano.*

La Valoración Socioeconómica De Los Servicios Ecosistémicos provistos por el ecosistema de bosque seco tropical presente en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DMI) Luriza, Departamento Del Atlántico, por tratarse de un ejercicio de investigación para obtener un título de pregrado, a pesar de tener buena estructura y definición claras, carece de un perfil académico de alto nivel que demuestre la experiencia y robustez necesarias para tomarlo como documento científico, por lo tanto, este estudio queda descartado del análisis.

- **Paso 4 Ajustar los valores a transferir:** Dado que el año en que se realizaron los estudios corresponde a 2006 y 2012, es necesario traer las valoraciones a precios del año 2023 los valores determinados en dicho momento. La homogenización (brindar consistencia a los valores en el tiempo) de los valores encontrados en los estudios seleccionados, se realiza mediante la incorporación de los cambios en el valor del dinero, utilizando el índice de precios al consumidor (IPC).

Igualmente, al considerarse dos estudios de referencia para la transferencia de valores, estos se promedian para obtener un solo valor que será aplicado en la evaluación actual.

**TABLA 8.3-24 AJUSTE DE VALORES DEL ESTUDIO**

ESTUDIO	AÑO	VALOR	IPC AÑO DE ESTUDIO	IPC 2023	VALOR AÑO 2023
Valoración económica de los servicios ambientales del bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje (Escobar & Erazo, 2006)	2006	\$ 59.772	4,85%	13,12%	\$161.692,50
Valoración integral de los bosques secos del Dagua, Valle del Cauca (IIAP, 2012)	2012	\$ 11.500	1,94%		\$ 77.773,20
<b>Promedio</b>					<b>\$119.732,85</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de (Escobar & Erazo, 2006) e (IIAP, 2012)*

- **Paso 5 Estimación del valor total:** Los impactos Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas y Cambio en las poblaciones de especies de fauna silvestre endémicas, casi endémica o de interés, tienen vínculo tanto con la cantidad de hectáreas a intervenir como la cantidad de habitantes afectados por los impactos; este segundo indicador se tiene en cuenta dado que el valor promedio hallado por los estudios se establece a partir de la disposición a pagar por habitante. De acuerdo con la caracterización del área de estudio, se identifican 4.766 habitantes en el centro poblado Isabel López, de manera que la disposición a pagar estimada en \$119.733 se multiplicará por este número de personas para obtener la valoración económica final.

**TABLA 8.3-25 VALORACIÓN ECONÓMICA POR IMPACTO A SSEE DE SOPORTE A LA BIODIVERSIDAD**

DAP PROMEDIO (\$/persona/año)	NÚMERO DE HABITANTES AI	VALOR AGREGADO (año)
119.733	4.766	<b>\$ 570.646.761</b>

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023*

### 8.3.6 Valoración económica de beneficios

No se contemplan beneficios adicionales a los presentados en el análisis económico ambiental inicial presentado para la obtención de la licencia ambiental; en tal sentido, se asume como positivo el resultado del ejercicio anterior.

### 8.3.7 Análisis beneficio costo

Una vez elaborada la valoración económica de impactos del proyecto (negativos y positivos), se procede a realizar el análisis costo beneficio, el cual corresponde al balance de beneficios y costos generados por el proyecto a la sociedad; con miras a determinar las consecuencias para la misma, a través de una evaluación ex ante de la implementación del proyecto. Para ello, se reconocen como costos ambientales sociales los valores económicos de los impactos negativos monetizados y como beneficios sociales, los derivados del impacto positivo del proyecto (generación de empleo), No obstante, se mantiene el beneficio adicional del proyecto asociado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por tratarse de una producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales. A continuación, se realiza la valoración económica de dicho beneficio.

El proyecto de generación solar fotovoltaica Atlántico Photovoltaic De 199,5 Mw Junto a Su Línea De Evacuación De 500 Kv ubicado en jurisdicción de los municipios de Sabanalarga y Usiacurí, departamento del Atlántico, tiene una potencia nominal de 199,5 MW, a partir de la que se espera producir una energía anual de 477.798 MWh-Año.

El proyecto se basa en la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales (FNCER), como lo es la radiación solar, la cual es transformada por medio de tecnología fotovoltaica. Este proyecto representa un impacto altamente positivo a la matriz de generación eléctrica del país, dado que cubrirá la demanda promedio de unos 240.000 hogares; así mismo, genera una externalidad positiva sobre el medio ambiente en la medida en que se contribuye a mejorar la capacidad instalada del sistema interconectado nacional, por medio de una producción con baja emisión de gases contaminantes y una reducción en el uso de combustibles fósiles. Con repercusiones directas sobre el bienestar de la población del país.

Por lo anterior, el proyecto de generación solar fotovoltaica Atlántico Photovoltaic De 199,5 Mw Junto a Su Línea De Evacuación De 500 Kv se concibe como un proyecto de generación de energía limpia, al desplazar las emisiones de gases efecto invernadero, provenientes de fuentes energéticas de origen fósil, como la energía térmica. En este sentido, el Decreto 3683 de 2003 que reglamenta la Ley 697 de 2001, establece que los proyectos de eficiencia energética, pueden ser elegibles para los mercados de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, con el propósito de lograr que el país tenga una mayor eficiencia para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético y la promoción de fuentes no convencionales de energía dentro del marco del desarrollo sostenible.

En este orden de ideas, el proyecto de generación solar Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su línea de evacuación De 500 kV tiene potencial para convertirse en un proyecto aplicable al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto, generando un beneficio adicional en materia ambiental y social. Tal y como lo indica el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible<sup>1</sup> los proyectos

---

<sup>1</sup> PORTAFOLIO (2014). El sector energético cuenta con 54 proyectos de MDL.  
<http://www.portafolio.co/negocios/empresas/sector-energetico-cuenta-54-proyectos-mdl-43134>

MDL favorecen los esfuerzos realizados por el Gobierno Nacional en la implementación de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (Ecdbc), la cual busca, en el tema de energía eléctrica, promover las fuentes no convencionales en el Sistema Energético Nacional con criterios de confiabilidad y sostenibilidad medioambiental, social y económica.

A continuación, se presenta la estimación de las toneladas de CO<sub>2</sub> potencialmente reducidas con la implementación del proyecto, calculadas a partir de la potencia anual esperada y con base en el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional, establecido por la Unidad de Planeación Minero Energética mediante la Resolución 843 de 2016 (UPME, 2016), el cual asciende a 0,401 tCO<sub>2</sub>/MWh. Las toneladas de CO<sub>2</sub> son valoradas teniendo en cuenta la tarifa establecida por el impuesto nacional al carbono creado por medio de la Ley 1819 de 2016 de Reforma Tributaria Estructural (Congreso de Colombia, 2016) y, que para el año 2023 se establece en \$23.394,60 pesos por tonelada de carbono (DIAN, 2023).

**TABLA 8.3-26 VALORACIÓN REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

ENERGÍA ANUAL NETA ESPERADA MWh	FACTOR DE EMISIÓN DE GEI (tCO <sub>2</sub> /MWh)*	REDUCCIÓN DE EMISIONES tCO <sub>2</sub>	TARIFA IMPUESTO NACIONAL AL CARBONO 2023	VALORACIÓN BENEFICIO
477.798	0,401	191.597,00	23.394,60	4.482.335.129

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023, con información de UPME, 2016.*

### 8.3.7.1 Flujo económico del proyecto

Para el presente flujo económico del proyecto se hace uso de la Tasa Social de Descuento – TSD calculada por el Departamento Nacional de Planeación y equivalente al 12% anual, esto en atención a que los ecosistemas y en especial las coberturas vegetales presentes en el área del proyecto cuentan con alto grado de intervención, debido a las actividades económicas desarrolladas y en especial al impacto que supone la ganadería, por lo cual se consideran ecosistemas resilientes.

No obstante, el flujo económico es objeto de un análisis de sensibilidad a partir de diferentes tasas de descuento, que permiten evidenciar cómo se comportan los indicadores de factibilidad económica del proyecto a la luz de diversas TSD.

Igualmente, para el cálculo de los costos y beneficios en cada año, se tiene en cuenta una tasa de inflación proyectada de 4,73%, estimada de acuerdo con las tasas de inflación de los últimos 10 años.

**TABLA 8.3-27 FLUJO ECONÓMICO DEL PROYECTO**

Análisis Costo Beneficio Ambiental	Año 1	VPN
<b>Beneficios ambientales/sociales</b>		
<i>Generación temporal de empleo</i>	\$40.988.263.808	40.988.263.808
<b>Total beneficios ambientales</b>	\$40.988.263.808	
<b>VPN beneficios ambientales</b>		40.988.263.808

Análisis Costo Beneficio Ambiental	Año 1	VPN
<b>Costos ambientales/sociales</b>		
<i>Cambio en el uso del suelo</i>	\$1.082.649.918	2.094.980.317
<i>Alteración en la calidad del suelo</i>		7.912.622.217
<i>Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo</i>	\$6.591.874	89.655.905
<i>Alteración a cobertura vegetal: fragmentación de la cobertura vegetal</i>	\$97.250.113	1.322.696.142
<i>Afectación del hábitat, flora y fauna</i>	\$570.646.761	7.761.351.052
<b>Total costos ambientales</b>	\$5.937.391.912	
<b>VPN Costos ambientales</b>		19.181.305.632
<b>Flujo de caja ambiental</b>	\$35.050.871.896	
<b>VPN flujo de caja ambiental</b>		21.806.958.176

*Fuente: ENEL Colombia ESP S.A., 2024*

### 8.3.7.2 Cálculo de criterios de decisión

Los resultados evidencian un Valor Presente Neto (VPN) del flujo de caja ambiental positivo y correspondiente a **21.806.958.176** lo que indica que los beneficios del proyecto son mayores que los costos, por lo tanto, se acepta el proyecto y se predice que este generará ganancias en bienestar social.

Por su parte, la Relación Beneficio-Costo (RBC) arroja un resultado equivalente a 2.14; lo cual permite ratificar que el proyecto generará bienestar social y por lo tanto se viabiliza su puesta en marcha.

### 8.3.7.3 Análisis de sensibilidad

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad para el flujo económico del proyecto, el cual permite identificar que tan sensibles son los indicadores del proyecto (VPN y RBC) a la tasa de descuento. Se observa que los valores de VPN y RBC se modifican significativamente, pero en todos los casos los criterios siguen prediciendo ganancias en términos de bienestar social y viabilidad del proyecto.

**TABLA 8.3-28 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD E INDICADORES**

Tasa de descuento	VPN Beneficios	VPN Costos	VPN Neto	RBC
6,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$28.281.424.491,76	\$12.706.839.316,24	1,4493
8,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$24.123.724.234,20	\$16.864.539.573,80	1,6991
10,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$21.240.884.014,49	\$19.747.379.793,51	1,9297
12,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$19.181.305.632,30	\$21.806.958.175,70	2,1369
14,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$17.666.319.957,31	\$23.321.943.850,69	2,3201
16,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$16.520.340.781,55	\$24.467.923.026,45	2,4811
18,00%	\$ 40.988.263.808,00	\$15.630.398.662,91	\$25.357.865.145,09	2,6223

Fuente: ENEL Colombia ESP S.A., 2024

### 8.3.8 Bibliografía

- Adrià López-Baucells. (2016). Field Guide to Amazonian Bats. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*.
- Alferd L. Gardner. (2015). Mammals of South America . *The University of Chicago Press*.
- Andrés Link. (2019). Guía de Identificación de Bolsillo de los Primates de Colombia . *GLOBAL WILDLIFE CONSERVATION*.
- ANLA. (2021). *Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA*. Bogotá.
- Bernal, M. (2018). Técnicas biológicas de recuperación de suelos. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.
- Calistro, E. (2015). Engormix. Obtenido de [https://www.engormix.com/lecheria/forraje-conservado/algunas-consideraciones-practicas-sobre\\_a32330/](https://www.engormix.com/lecheria/forraje-conservado/algunas-consideraciones-practicas-sobre_a32330/)
- Congreso de Colombia. (29 de diciembre de 2016). Ley 1819 de 2016. *Adopción de una Reforma Tributaria Estructural*. Bogotá.
- Crump, M., & Scott, N. (1994). Visual Encounter Surveys. En W. Heyer, M. Donnelley, R. McDiarmid, L. Hayec, & M. Foster, *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians*. Washington D.C.
- DANEa. (22 de junio de 2023). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de Encuesta de sacrificio de Ganado - ESAG: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/encuesta-de-sacrificio-de-ganado>
- DANEb. (2023). *Boletín semanal de precios mayoristas*. Bogotá. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/bol\\_04mar\\_al\\_10\\_mar\\_2023.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/bol_04mar_al_10_mar_2023.pdf)
- David Villalobos-Chaves. (2016). Clave para la identificación de los roedores de Costa Rica . *Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología* .
- DIAN. (31 de 01 de 2023). *Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales*. Obtenido de DIAN: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resolución%20000012%20de%2031-01-2023.pdf>
- Díaz, M. M. (2021). Clave de identificación de los murciélagos neotropicales. *Fundación Programa de Conservación de los Murciélagos*.
- Escobar, L., & Erazo, A. (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. *Gestión y Ambiente*, 25-38.
- Fedegan. (2014). *Ganadería regional Visión 2014-2018 Atlántico*. Barranquilla.
- Florez-González, L., J. C. (2006). Libro rojo de los Mamíferos de Colombia. *Conservación Internacional*.

- IIAP. (2012). *Valoración integral de los bosques secos del Dagua, Valle del Cauca*. Quibdó.
- IndexMundi. (febrero de 2022). *Index Mundi*. Obtenido de IndexMundi: <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=madera-suave&meses=60&moneda=cop>
- Mercadolibre. (15 de septiembre de 2023). *Mercadolibre*. Obtenido de [https://inmueble.mercadolibre.com.co/MCO-639216152-finca-en-arriendo-en-baranoa-via-baranoa-cod-2700-\\_JM#position=2&search\\_layout=grid&type=item&tracking\\_id=97113861-7131-4c28-9ec3-c5f2b7a89acd](https://inmueble.mercadolibre.com.co/MCO-639216152-finca-en-arriendo-en-baranoa-via-baranoa-cod-2700-_JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=97113861-7131-4c28-9ec3-c5f2b7a89acd)
- MinAmbiente. (2015). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá.
- MinAmbiente-ANLA. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. Bogotá.
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (s.f.). Nitrógeno. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- Presidencia de la República. (29 de 12 de 2016). *Presidencia de la República*. Obtenido de [Presidencia.gov.co: http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201819%20DEL%2029%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202016.pdf](http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201819%20DEL%2029%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202016.pdf)
- Stiles, G., & Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 20(1), 29-43.
- SUI. (2016). *Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios*. Obtenido de [SUI: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=acu\\_com\\_096](http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=acu_com_096)
- UNAL. (2023). *Revista Gestión y Ambiente*. Obtenido de [Revista Gestión y Ambiente: https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion](https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion)
- UPME. (23 de diciembre de 2016). Resolución 843 de 2016. *Actualización del Factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del SIN*. Bogotá.
- Villarreal. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Bogotá*.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Federico, E., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2006). *Manual de Métodos para e Desarrollo de Inventarios de la Biodiversidad*. Bogotá: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Xiong, J. (02 de 2016). 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*). Universidad de Sevilla.