Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto “Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

“Emitido para”

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA

TABLA DE CONTENIDO

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 5

10.1 INTRODUCCIÓN 5

10.2 DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES 6

10.2.1 Impactos Ambientales Significativos 6

10.2.2 Cuantificación Biofísica de Cambios en los servicios ecosistémicos – SSEE 7

10.2.3 Internalización de impactos 12

10.2.4 Valoraciones de las afectaciones 16

10.2.5 Obtención de los principales Criterios de Decisión 28

10.2.6 Análisis de sensibilidad e incertidumbre 30

10.2.7 Conclusiones e integración de resultados a la evaluación ambiental 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 10-1 Impactos negativos significativos seleccionados 6

Tabla 10-2 Cuantificación biofísica 7

Tabla 10-3 Propuesta de internalización de impactos 12

Tabla 10-4 Costos anuales en el horizonte del proyecto PMA 16

Tabla 10-5 Valoración anual afectación fauna silvestre 18

Tabla 10-6 Costo de reposición de coberturas 19

Tabla 10-7 Costo del tiempo perdido por afectación movilidad y conectividad 20

Tabla 10-8 Resumen búsqueda de información 21

Tabla 10-9 Calculo captura de CO_2 (ton) 25

Tabla 10-10 Calculo volumen comercial 26

Tabla 10-11 Valoración anual beneficio por reducción de tiempos y costos de operación vehicular. 28

Tabla 10-12 Indicadores de evaluación 29

Tabla 10-13 Análisis de sensibilidad 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 10-1 Flujograma metodologia Evaluación Económica Ambiental..... 5

Figura 10-2 Componente de bienesar servicios ecosistémicos..... 11

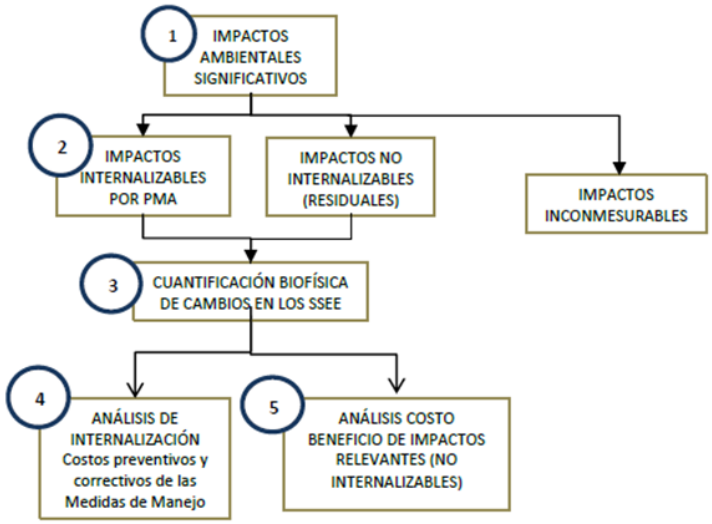
10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

10.1 INTRODUCCIÓN

Con el propósito de generar criterios cuantitativos de decisión para la aprobación o negación de licencia a proyectos sujetos de licenciamiento, el decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS, establece la exigibilidad de la evaluación económica de los impactos ambientales para los proyectos objeto de éste trámite, aspecto reglamentado con la resolución 1669 de 2017 del mismos MADS, que determina los criterios técnicos para el Uso de Herramientas Económicas para los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental; en éste sentido, en el presente capítulo se adelanta la estimación del valor económico de los impactos ambientales más relevantes del proyecto “Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4, y 5”.

De acuerdo con lo anterior, se efectuó la Evaluación Económica Ambiental siguiendo el desarrollo metodológico propuesto en el siguiente flujograma.

Figura 10-1 Flujograma metodologia Evaluación Económica Ambiental



Fuente: Basado en ANLA 2017

La anterior metodología tiene como marco teórico los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras y Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental[1].

[1] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). 2017.

10.2 DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES

10.2.1 Impactos Ambientales Significativos

El criterio para la selección de los impactos significativos con los cuales se adelantará la evaluación económica, tendrá en cuenta el Índice de calificación de importancia del impacto obtenida en el escenario “Con Proyecto”, tomando como significativos para el análisis, los que hayan obtenido calificaciones significativas para los de carácter negativo (en este caso los dos primeros niveles de importancia), acorde con los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objetos de Licenciamiento Ambiental[2].

Según los Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas, “la relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia que representa frente a los instrumentos de la evaluación ambiental de un proyecto, obra o actividad; es decir, que un impacto es relevante en la medida que su manejo o control requiere de un mayor esfuerzo para su control”. A su vez, los mismos Criterios citados definen un impacto significativo como “el impacto ambiental que por la específica relación existente entre las actividades de un proyecto y el entorno en el que se ejecuta, pueda generar un deterioro grave al ambiente, los recursos naturales o el paisaje”, lo que implica que los impactos significativos son los que alcanzan la mayor importancia y deben ser seleccionados como relevantes en el análisis económico.

Con lo anteriormente expuesto, se tomarán como impactos significativos del proyecto, los impactos de carácter negativo evaluados en las dos primeras categorías en la jerarquía de importancia (moderado y mayor). Se aclara en este punto que el impacto “Afectación del patrimonio arqueológico” se excluye de la selección, al considerarse un impacto inconmensurable y cuyo seguimiento y control corresponde al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

De la revisión del capítulo 8, Evaluación Ambiental, se identificaron los impactos negativos seleccionados como significativos para el análisis económico del presente proyecto, los cuales se resumen a continuación.

Tabla 10-1 Impactos negativos significativos seleccionados

IMPACTO	CALIFICACIÓN
Alteración de las condiciones geotécnicas	Moderado (-30)
Cambio en la estructura y composición de la fauna silvestre a nivel local	Moderado (-33)
Cambio en la disponibilidad y condiciones de hábitat	Moderado (-30)

[2] Ibid.

IMPACTO	CALIFICACIÓN
Cambio en la calidad de hábitat acuático	Moderado (-30)
Modificación en la movilidad vial (infraestructura, seguridad, conectividad)	Moderado (-32)
Alteración en la percepción visual del paisaje	Moderado (-34)
Cambio en la composición florística y estructura de la unidad de cobertura vegetal	Moderado (-30)
Cambio de la abundancia de las especies de flora silvestre	Moderado (-33)
Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas	Moderado (-33)
Generación de conflictos socio-ambientales	Moderado (-33)

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

A raíz del requerimiento efectuado por la ANLA en la Audiencia de Información Adicional (agosto 16 de 2023), se incluye el impacto biótico alteración ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas, dentro de los impactos seleccionados como significativos por su condición de residualidad, aunque se aclara que este impacto obtuvo calificaciones de importancia menor en el análisis del capítulo 8.

En complemento de lo anterior, se identifica como un beneficio para el presente análisis, siguiendo las pautas establecidas en los Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, la reducción de los tiempos de viaje que conlleva el mejoramiento de la movilidad por acción del proyecto, así como el ahorro en los costos de operación vehicular.

10.2.2 Cuantificación Biofísica de Cambios en los servicios ecosistémicos – SSEE

La cuantificación biofísica corresponde a la medición del delta o cambio ambiental que causa el impacto sobre el factor o el servicio ambiental.

La Tabla 10-2 muestra la cuantificación biofísica asociada a los impactos identificados como significativos, información tomada del capítulo 8, Evaluación de impactos con proyecto, y el capítulo 7, Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales, capitulo 3 Descripción técnica y de las líneas base de cada medio (capitulo 5).

Tabla 10-2 Cuantificación biofísica

IMPACTO/BENEFICIOS	CUANTIFICACIÓN	BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y/O SOCIALES (Bien: B; Servicio: S)	COMPONENTE DE BIENESTAR
Alteración de las condiciones de geotecnia	Volumen total de corte en m^3 62.912.	(s) Regulación para protección de desastres	Protección contra desastres.
Cambio en la estructura y composición de la fauna silvestre a nivel local	606 individuos	(s) Servicio de hábitat	Adecuados medios de vida animal: Esta reducción no está

IMPACTO/BENEFICIOS	CUANTIFICACIÓN	BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y/O SOCIALES (Bien: B; Servicio: S)	COMPONENTE DE BIENESTAR
			ligada de forma directa al bienestar humano, pero sí al servicio de apoyo de hábitat especies de fauna terrestre.
Cambio en la disponibilidad y condiciones de hábitat	42,83 ha (pastos arbolados, enmalezados y limpios; humedales y zonas pantanosas)	(s) Servicio de hábitat	Adecuados medios de vida animal: Esta reducción no está ligada de forma directa al bienestar humano, pero sí al servicio de apoyo de hábitat especies de fauna terrestre.
Alteración ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas	42,83 ha (pastos arbolados, enmalezados y limpios; humedales y zonas pantanosas)	(s) Servicio de hábitat	Adecuados medios de vida animal y vegetal: Esta reducción no está ligada de forma directa al bienestar humano, pero sí al servicio de apoyo de hábitat especies de fauna terrestre y para la flora.
Cambio en la calidad de hábitat acuático	8 sitios potenciales de intervención.	(s) Servicio de hábitat	Adecuados medios de vida acuática: Esta reducción no está ligada de forma directa al bienestar humano, pero sí al servicio de apoyo de hábitat especies de fauna acuática.
Modificación en la movilidad vial (infraestructura, seguridad, conectividad)	Alrededor de 15.622 familias que habitan las unidades territoriales menores están expuestas a problemas de movilidad y conectividad en la fase de construcción.	Movilidad	Disminución en la movilidad y conectividad.
Alteración en la percepción visual del paisaje	Asociado al área de intervención (65,83 ha) (incide en 15.622 familias)	(s) Servicio cultural	Calidad visual: Se retiran coberturas actuales que alteran la calidad visual en el escenario de línea base.

IMPACTO/BENEFICIOS	CUANTIFICACIÓN	BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y/O SOCIALES (Bien: B; Servicio: S)	COMPONENTE DE BIENESTAR
			Esa alteración no está ligada a sitios de interés recreacional o cultural.
Cambio en la composición florística y estructura de la unidad de cobertura vegetal	Asociado al área de intervención (65,83 ha) Biomasa: 15.935,89 Kg Carbono: 7.971,39 kg Volumen comercial: 2.301,88 m^3	(b) productos maderables (s) Fijación CO_2	Acceso seguro a los recursos: la cuantificación realizada sobre el volumen de madera supone que dicho aprovechamiento tiene un costo de oportunidad en productos maderables que pueden utilizarse en otros usos. Aumento GEI: El aumento en los gases efecto invernadero conlleva en tiempos del cambio climático la reducción en aspectos de seguridad, material básico para el buen vivir y la salud, no solo para los habitantes del AI, sino en un contexto global.
Cambio de la abundancia de las especies de flora silvestre	Asociado al área de intervención (65,83 ha) Volumen comercial: 2301, 88 m^3 Biomasa: 15.935,89 kg Carbono: 7.971,39 kg	(b) productos maderables (s) Fijación CO_2	Acceso seguro a los recursos: la cuantificación realizada sobre el volumen de madera supone que dicho aprovechamiento tiene un costo de oportunidad en productos maderables que pueden utilizarse en otros usos. Aumento GEI: El aumento en los gases efecto invernadero conlleva en tiempos del cambio climático la reducción en aspectos de seguridad, material básico para el buen vivir y la salud, no solo para los habitantes del AI,

IMPACTO/BENEFICIOS	CUANTIFICACIÓN	BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y/O SOCIALES (Bien: B; Servicio: S)	COMPONENTE DE BIENESTAR
			sino en un contexto global.
Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas	Asociado al área de intervención (65,83 ha) Volumen comercial: 2301, 88 m^3 Biomasa: 15.935,89 kg Carbono: 7.971,39 kg	(b) productos maderables (s) Fijación CO_2	Acceso seguro a los recursos: la cuantificación realizada sobre el volumen de madera supone que dicho aprovechamiento tiene un costo de oportunidad en productos maderables que pueden utilizarse en otros usos. Aumento GEI: El aumento en los gases efecto invernadero conlleva en tiempos del cambio climático la reducción en aspectos de seguridad, material básico para el buen vivir y la salud, no solo para los habitantes del AI, sino en un contexto global.
Generación de conflictos socio-ambientales	Alrededor de 15.622 familias que habitan las unidades territoriales menores están expuestas a posibles conflictos	Social	Acceso a buenas relaciones sociales.
Reducción tiempos de viaje y costos operativos (beneficios)	Reducción de tiempos de desplazamiento alrededor de 25 minutos.	Movilidad	Aumento en la movilidad y ahorros en costos de operación vehicular.

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

De la tabla anterior, respecto al impacto “cambio en la calidad de hábitat acuático”, se considera un impacto indirecto sobre el hábitat, por lo cual se asocia su delta de cambio a los posibles cuerpos naturales o artificiales de agua cercanos a las obras del proyecto, como posibles ocupaciones de cauce.

Respecto al impacto “cambio en la disponibilidad y condiciones de hábitat”, se considera como delta del cambio las coberturas donde se determinó que actúan como mayor hábitat de fauna, de acuerdo a lo consignado en el análisis de la fauna en el capítulo 5.2 Caracterización del medio biótico.

Se pueden inferir los posibles bienes y servicios ecosistémicos que podrían verse afectados por los impactos identificados como significativos en el presente análisis económico. Para realizar el acercamiento a las posibles afectaciones a los servicios ecosistémicos se tuvo en cuenta la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) según la tipología establecida en la economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB)[3] y el Capítulo 5.5 Servicios Ecosistémicos. El componente de bienestar identificado, se tomó con base en la relación de los servicios ecosistémicos con el bienestar humano de acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) esquematizada de forma simple a continuación.

Figura 10-2 Componente de bienesar servicios ecosistémicos

Fuente: The Millennium ecosystems Assessment-MEA (2005)

Los servicios identificados, son denominados de acuerdo al enfoque de los servicios ecosistémicos de la economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB), el cual no considera los servicios de soporte, pero sí reconoce los servicios de hábitat (denominado servicios de apoyo).

[3] FAO, Servicios ecosistémicos y biodiversidad disponible en http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity.

10.2.3 Internalización de impactos

La Resolución 1669 de 2017 establece los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objetos de licenciamiento ambiental, que servirán de guía para la jerarquización de los impactos que se consideren Internalizables, en lo que hace referencia a determinar acciones preventivas y correctivas. De la revisión del capítulo 10 Planes de Manejo, se concluye la internalización de los siguientes impactos significativos.

Tabla 10-3 Propuesta de internalización de impactos

Impacto	Tipo de medida	Indicador línea base (EIA)			Cuantificación (cambio del servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA	
		Nombre	Unidad de medida	Valor		Nombre	Valor indicador
Alteración de las condiciones de geotecnia	**Manejo de taludes**	Volumen de corte	M^3	62.912	62.912	Áreas revegetalizadas	Área de talud revegetalizadas (m2) /Área del talud expuestas(m2) *100
	Seguimiento y monitoreo al manejo de taludes	Volumen de corte	M^3	62.912	62.912	Empradización y/o revegetalización de taludes conformados	(Áreas de taludes conformados o zonas empradizadas / área total prevista para conformación de taludes y para empradización) x 100
Cambio en la calidad de hábitat acuático	Manejo y protección de ecosistemas acuáticos	Cuerpos de agua	Numero	8	8	Aplicación de herramientas necesarias para impedir la	(No. de obras y/o aplicación de herramientas de contención para impedir la llegada de residuos líquidos o solidos a cuerpos de

Impacto	Tipo de medida	Indicador línea base (EIA)			Cuantificación (cambio del servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA	
		Nombre	Unidad de medida	Valor		Nombre	Valor indicador
						llegada de desechos a los cuerpos de agua	agua ejecutadas / No. de obras y/o aplicación de herramientas de contención para impedir la llegada de residuos líquidos o solidos a cuerpos de agua proyectadas) x 100 Resultado esperado:100%
		Eventos sobre los cuerpos de agua	Numero	0	0	Efectividad de herramientas de protección (para eventos sobre cuerpos de agua)	Eventos de lavado de maquinaria o vehículos cerca o dentro de cuerpos hídricos o derrumbe de diques o barreras de contención Resultado esperdo: cero eventos
	Programa de seguimiento y monitoreo al manejo del recurso hídrico	Parámetros físico químicos e hidrobiológicos	Numero	35	Cumplimiento Parámetros bajo la norma 0751 de 2015.	Monitoreos de calidad de agua (para verificar cumplimiento de parámetros)	(Número de monitoreos realizados / Número de monitoreos programados) x 100

Impacto	Tipo de medida	Indicador línea base (EIA)			Cuantificación (cambio del servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA	
		Nombre	Unidad de medida	Valor		Nombre	Valor indicador
Generación de conflictos socio-ambientales	**Atención al usuario PMA-GS-01**	Registro de PQRS atendida	No de PQRS	0	Alrededor de 15.622 familias potencialmente puedan presentar algún tipo de generación de conflicto; sin embargo, la cuantificación real estará sujeta al número real de PQRS que se reciban.	Gestión de PQRS	(Número de PQRS con respuesta en tiempo de ley/ Número de PQRS recepcionadas) *100 Resultado: 100%

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

En relación a la información anteriormente presentada, el impacto alteración de las condiciones de geotecnia está asociado a la adecuación del terreno para la construcción de obras civiles que alteran la estabilidad del terreno, especialmente en los casos que esa adecuación del terreno (aplanamiento**) ocasiona taludes o en el caso de excavaciones profundas facilita procesos de deslizamientos,** por lo cual se hace necesario que el propio proyecto garantice la estabilidad de su obra, estableciendo medidas para el manejo de cortes para terraplén e implementando medidas para prevenir desestabilización de terraplenes en el proyecto, en este caso, asociadas a la revegetalización y reutilización del suelo; precisamente, si el objetivo de la medida es el manejo y la estabilización de taludes, es porque está en vía de controlar las acciones que pueden provocar el impacto.

Todas las acciones en la medida planteada están relacionadas con requerimientos de protección geotécnica basadas en especificaciones y normas nacionales y/o internacionales. El eje central del PMA es precisamente la revegetalización de los taludes, donde se exponen detalladamente todas las acciones a tener en cuenta para su correcta aplicación de acuerdo a las condiciones encontradas, que conlleven al control del proceso erosivo causado por el agua y demás agentes químicos presentes en el ambiente, lo que en sí mismo es la acción preventiva de las afectaciones asociadas al impacto. Siendo la revegetalización de taludes el aspecto fundamental del PMA para el control del impacto, el indicador de efectividad será el cumplimiento de la revegetalización al 100% de los taludes expuestos, con los requerimientos de protección geotécnica. Como refuerzo para la internalización propuesta, se incluye el indicador de eficiencia de empradización y/o

revegetalización de taludes conformados del plan de seguimiento y monitoreo al manejo de taludes, que busca verificar la estabilidad de los taludes correspondientes a los terraplenes de la construcción de la autopista norte.

El cambio en la calidad de hábitat acuático puede asociarse a la alteración del flujo de agua, contaminación del agua por sedimentos y alteración en los hábitats de las especies, siendo este impacto de tipo indirecto, causado por las obras del proyecto, por lo que las medidas están enfocadas en la protección de los cuerpos de agua, y por ende sobre el hábitat de las especies, con el fin de prevenir y/o controlar los efectos a producirse sobre el recurso hídrico superficial. A raíz del requerimiento efectuado por la ANLA en la Audiencia de Información Adicional (agosto 16 de 2023), donde se solicitó un PMA especifico para los ecosistemas acuáticos, se crea el PMA Manejo y protección de ecosistemas acuáticos, el cual se incorpora al análisis de internalización. Existe una dificultad en la cuantificación de los residuos líquidos o solidos que generados por las actividades constructivas pudieran llegar a los cuerpos de agua, por lo cual, la cuantificación del cambio se asoció al numero de cuerpos de agua que están expuestos en la fase de construcción, pero por acción de la medida de manejo específica, asociados a obras y/o herramientas de contención, se contempla que ningún cuerpo de agua sea afectado en la fase de construcción. Para complementar la propuesta de internalización, se incluye un indicador de eficacia del plan de seguimiento y monitoreo que busca dar cumplimiento a la Resolución 0751 de 2015 realizando los monitoreos físico químicos e hidrobiológicos de los cuerpos de agua.

En cuanto a la generación de conflictos se le da el manejo por medio de estrategias como la atención permanente y personal e información general, estrategias que buscan la acción de resolución y cierre efectivas de las PQRS generadas asociadas a una expectativa y un conflicto de manera que no generen afectaciones, por lo cual se plantea este impacto como internalizado.

Además, de acuerdo con los señalado también en el documento Guía para el Diseño y Construcción de Indicadores de Impactos Internalizables en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia, diseñado y divulgado por la ANLA en noviembre de 2018, documento que se utiliza como consulta para el diseño de indicadores de eficacia para internalizar impactos, se establece precisamente que el indicador asociado al cierre de quejas y reclamos sobre el total de quejas y reclamos radicadas, es un indicador de eficacia para proponer en la fase ex ante la potencial internalización del impacto por generación de conflictos.

Por lo anteriormente expuesto se plantean estos impactos como internalizados al cumplir con lo expresado en los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas, promulgado por ANLA en el 2017, donde se establece en el aparte de internalización de impactos, que el solicitante debe precisar el **programa, obra o actividad** del PMA que mejor se ajusta para garantizar la prevención o corrección del impacto.

El costo total de los planes de manejo se toma del anexo Excel 13.2 Costos Plan de Manejo que cuantifica el costo total de cada actividad y por ende el costo total de cada PMA. Para guardar relación con los costos presentados en el anexo y evitar confusiones, se toma el valor total sin asignarlos uniformemente en el flujo del horizonte del proyecto.

En este punto se aclara que respecto al impacto cambio en la calidad del hábitat acuático, se propuso también una medida del plan de seguimiento y monitoreo al manejo del recurso hídrico asociado a los monitoreos para verificar el cumplimiento de la norma, cuyo valor esta implícito en la presupuestación del manejo de cruce de cuerpos de agua, por lo cual, para la estimación de los costos de internalización, se toma el valor estimado para este plan de manejo determinado en el anexo de costos del PMA.

Tabla 10-4 Costos anuales en el horizonte del proyecto PMA

Plan de manejo	Costo total PMA
Manejo de taludes (PMA-AB-03)	$883.997.693
Manejo y protección de ecosistemas acuáticos (PMA-B-09)	$50.906.000
Manejo de cruce de cuerpos de agua (PMA-AB-010)	$1.250.000.000
Atención al usuario PMA-GS-01	$630.300.00

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tomando como referencia el artículo de la ANLA (2019): “Guía para la definición de la Tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia”, se propone el uso de una tasa de descuento del 2% para calcular el valor presente neto de los costos de los planes de manejo propuestos en la internalización. Esta guía establece el uso de una tasa de descuento del 5% si el proyecto tiene un horizonte de tiempo de hasta 10 años, una tasa de descuento del 4% para proyectos con horizonte de tiempo entre 11 y 20 años y una tasa de descuento del 2% para proyectos con horizonte de tiempo de 21 años o más.

El anterior flujo de caja traído a valor presente con una tasa de descuento de 2% equivale a $2.142.062.444, valor que sirve de referencia para determinar el costo de internalización de los impactos. El cálculo correspondiente se encuentra en el anexo Excel Calculos_Eva_Eco hoja costos internalización.

10.2.4Valoraciones de las afectaciones

10.2.4.1 Costos Socio-ambientales

10.2.4.1.1 Cambio en la estructura y composición de la población de fauna silvestre

La valoración de la afectación de la población de fauna silvestre se lleva a cabo en función del valor que representa la afectación a las especies de fauna que potencialmente pueden

encontrarse en el área de influencia, para lo cual se estima el costo ambiental de acuerdo con el valor por especie de fauna registrado en la resolución 1372 del Ministerio de Ambiente y “*por la cual se establece la mínima tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones”*[4] que indica que para dicha investigación no comercial el valor a pagar corresponde a $9.600 pesos, este calculándose a partir de la tarifa mínima base por espécimen o muestra. Como los valores son del 2016 se actualizan al 2023 con la variación porcentual del IPC año a año según información del DANE.

El Decreto 1272 de 2016 establece además que deben establecerse los valores de la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre de la siguiente manera:

Ecuación 10-1

TFS ¡= TM x FR ¡

Donde: TFS es la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie i, expresada en pesos por espécimen o muestra. TM: es la tarifa mínima base, de conformidad con lo establecido por el artículo 2.2.9.10.2.3, expresada en pesos por espécimen o muestra. FR i: es el factor regional determinado para cada especie í de conformidad con lo establecido por el artículo 2.2.9.10.2.4, adimensional.

Posteriormente se establece el cálculo del monto a pagar, establecido de la siguiente manera:

Ecuación 10-2

$$MP = CI + \sum_{i=1}^{n} (TFS_i \times Es_i)$$

Donde:

- MP: Total del monto a pagar, expresado en pesos.
- CI: Costo de implementación, expresado en pesos.
- TFS¡: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie í objeto de cobro, de conformidad con lo establecido en el artículo 2.2.9.10.2.2, expresada en pesos por espécimen o muestra.
- Es¡: Número de especímenes y/o muestras de la especie i de fauna silvestre objeto de cobro, de conformidad con lo establecido en el artículo 2.2.9.10.3.3.
- n: Total de especies de fauna silvestre objeto de cobro.

El costo de implementación (CI) se determina teniendo en cuenta los costos mínimos estimados para la implementación de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre, como parte de los costos de recuperación del recurso. Este valor corresponde a $26.000, el

[4] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016

cual se ajustará anualmente con el índice de Precios al Consumidor I.P.C., determinado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. Este valor al 2023, corresponde a $37.211 según información del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la oficina de negocios verdes y sostenibles.

Con lo anterior, y con base en la cuantificación de individuos de los grupos de fauna realizada en la Tabla 10-2 , asociada las especies registradas en el área de influencia biótica (606 individuos), se procede a estimar la TFS para cada individuo, calculando el factor regional y multiplicando por la tarifa mínima (TM) cuyo valor es de $ 13.740. El detalle de este cálculo se encuentra en el archivo Excel Calculos_Eva_Eco.

Con el valor de la TFS, se completa el cálculo del monto a pagar (MP) sumando el costo de implementación ajustado (CI) $37.211

Tabla 10-5 Valoración anual afectación fauna silvestre

No individuos potenciales	TM	Valor monetario	CI	Valor total
	Resolución 1372 2016 (valor actual)	Factor regional	Valor actual	
606	$ 13.740	$ 6.595	$37.211	$ 12.360.221

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

El valor hallado corresponde a la posible afectación de las especies de fauna que potencialmente pueden encontrarse en el área de influencia biótica del proyecto.

10.2.4.1.2 Cambio en la disponibilidad y condiciones de hábitat/Alteración ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas.

La valoración de los impactos se realizó de forma conjunta teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos afectados, que son comunes a estos impactos, por lo tanto, se evidencia agrupación en el valor de las afectaciones, con el fin de no duplicar los valores económicos.

El componente de bienestar identificado en la Tabla 10-2, no relacionaba un bienestar humano directamente sino el servicio de hábitat (de especies de flora y fauna) y sus nichos ecológicos, cuya reducción conlleva a la disminución o desaparición de los hábitats, nichos y la disponibilidad de recursos indispensables para que la fauna o la flora cumpla sus funciones vitales de reproducción, refugio y alimentación, además de las interacciones entre plantas, reproducción, distribución y abundancia de especies lo cual afecta el equilibrio ecológico natural.

Para el cálculo del servicio de hábitat para especies, se asume que debe restablecerse las coberturas naturales y dentro de esas restauraciones se encuentran las coberturas naturales de mayor interés para los hábitats y nichos ecológicos en el AI, que ayuda a la

restauración ecológica y conformación de microhábitats, lo que implica la recuperación de hábitats y nichos para la fauna y la flora. La información de los costos de restauración se toma de la Resolución 0324 de 2021[5] emitida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, acerca del valor promedio nacional de los costos totales por hectárea del establecimiento y mantenimiento de bosque plantado, y sirve como referencia y soporte de información oficial para acercar un valor al restablecimiento del hábitat. Se toman los valores de otras regiones correspondientes a otras especies e híbridos (otras especies). Estos valores se ajustan al momento actual con la variación porcentual del IPC del último año.

Tabla 10-6 Costo de reposición de coberturas

Año	Costos de establecimiento promedio ($/ha)	Costos de mantenimiento promedio hasta año 5 ($/ha)	Área a restaurar (ha)	Costos totales por año para el área a restaurar ($/ha)
1	3.066.709		42,83	131.347.146
2		391.155		16.753.169
3		383.315		16.417.381
4		183.974		7.879.606
5		231.032		9.895.101
Costo total del área a restaurar (COP) año 2023				182.292.404

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Las hectáreas por reponer, corresponden a 42,83 ha para lo netamente correspondiente al servicio hábitat, lo que significa un costo de restauración de $131. 347.146 cuantificado en el primer año, más el mantenimiento global por otros cuatro años que se llevaran al flujo de caja del proyecto.

10.2.4.1.3 Modificación en la movilidad vial

El análisis del impacto realizado en capítulo 8, Evaluación Ambiental, establece que las actividades propias de la construcción del proyecto, sumaran por el tránsito de vehículos, algunos de este tipo tracto camión, a la congestión vehicular que ya se presenta en el sector, adicional a los cierres a los que haya lugar por movimientos de maquinaria o equipos, lo cual podrá impactar de manera negativa la movilidad.

En la Tabla 10-2 Cuantificación biofísica, se determinó la población del área de influencia de las unidades menores (número de familias) como los sujetos potencialmente afectados por los efectos que tienen las labores constructivas del proyecto en su movilidad y conectividad con su sitio de residencia, efecto acumulativo con la situación actual.

[5] MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Resolución número 0324 de septiembre de 2021. Por la cual se determina el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado.

Para aproximar un valor al costo causado por las actividades en la fase de construcción del proyecto, se tiene en cuenta el valor relativo del tiempo, basado en la premisa que el tiempo tiene un costo o un valor asociado. Ese valor se puede entender en términos del costo de oportunidad, es decir, el valor de la opción o el beneficio que se sacrifica al elegir una alternativa en lugar de otra. En este caso, teniendo en cuenta el escenario crítico donde la movilidad y la conectividad de la comunidad de las unidades menores se vean afectadas por las actividades de la fase de construcción del proyecto, se puede valorar el valor relativo de ese tiempo perdido por la reducción de la movilidad. Un acercamiento al valor del tiempo se puede dar por el salario mínimo legal vigente que expresa el valor de la reducción de la movilidad y no utilizarlo en labores productivas y rutinarias, aparte del malestar por la propia inactividad.

Para acercar un valor al tiempo perdido por esa posible reducción de la movilidad y la conectividad, se toma información secundaria sobre un estudio de la empresa WeWork[6], que sostiene que al año los residentes en Bogotá, pierden en promedio 94 horas por el tráfico. Se asume el supuesto valido que esta pérdida de 94 horas al año es el escenario critico en que las obras del proyecto en su fase constructiva limitan la movilidad y la conectividad de las familias en su acceso al área de influencia.

El salario mínimo mensual legal vigente es de $1.951.552 (incluye toda la carga prestacional más auxilio de transporte), lo que implica un valor por día de $65.051 y de $2.710 por hora.

Se presenta a continuación el cálculo del valor del costo anual por perdida del tiempo de inmovilidad.

Tabla 10-7 Costo del tiempo perdido por afectación movilidad y conectividad

Población unidades territoriales (número de familias)	Valor relativo del tiempo por hora	Horas pérdidas por inmovilidad	Valor anual en tiempo perdido por movilidad
15.622	$2.710	94	$3.979.548.280

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

El valor relativo del tiempo de $2.710 tomado con base en el SMMLV representa el costo de oportunidad sacrificado por la falta de movilidad y rápida conectividad. El valor anual obtenido representa el tiempo perdido por movilidad y difícil conectividad por las obras del

[6] Disponible en: https://www.larepublica.co/empresas/al-ano-se-pierden-en-promedio-74-horas-por-el-trafico-sostiene-estudio-de-wework-3368109#:~:text=Transporte-,Al%20a%C3%B1o%20se%20pierden%20en%20promedio%2074%20horas,tr%C3%A1fico%2C%20sostiene%20estudio%20de%20WeWork&text=El%20mundo%20h%C3%ADbrido%20que%20la,las%20din%C3%A1micas%20de%20virtualidad%20vs

proyecto en su fase de construcción. El valor obtenido se lleva al flujo de caja para la fase de construcción.

10.2.4.1.4 Alteración en la percepción visual del paisaje

En el análisis realizado del impacto en el capítulo 8 Evaluación Ambiental, se establece que la actividad de desmonte, limpieza y descapote genera la mayor calificación donde el impacto alcanza el nivel significativo (-34 moderado) ocasionando modificaciones de carácter negativo en la percepción de la calidad visual, producto del retiro del material vegetal (principalmente pasto arbolado), elemento primordial en la valoración de las condiciones escénicas de las unidades paisajísticas.

Para hacer un acercamiento a la alteración de la percepción visual (componente de bienestar) por el retiro de coberturas en un contexto urbano, se optó por consultar información secundaria para establecer una posible transferencia de valor. A continuación, se desarrollan los pasos acordes con los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en Proyectos Obras objeto de Licenciamiento Ambiental.

Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta:

Alteración de la percepción visual del paisaje urbano por remoción de coberturas o zonas verdes, afectación dada por la actividad de desmonte, limpieza y descapote en la fase de construcción.

Realizar una revisión bibliográfica extensa

Se expone a continuación la búsqueda de referencias bibliográficas.

Tabla 10-8 Resumen búsqueda de información

Año	Titulo	País	Observaciones
2008	Valoración económica de los espacios verdes en el corredor Aguacatala-Belén Rincón. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	Colombia (Medellín, departamento de Antioquia)	El objeto del estudio explora los beneficios obtenidos por la conservación o restauración de una zona verde con un alto grado de importancia para la comunidad implicada con respecto a la posibilidad de la no existencia de dicha zona o la permanencia en un estado de degradación renunciando a una belleza paisajística o escénica que la misma pudiese aportar. Fue realizado en un contexto urbano para barrios ubicados en la ciudad de Medellín.

Año	Titulo	País	Observaciones
2019-2020	Estimación del valor económico de un parque urbano. Un enfoque sistémico. Revista de Economía Vol.39 No.99	México	El objetivo de este trabajo fue estimar el valor económico de uso directo del Parque Central de Ciudad Juárez, México, mediante el Método del Costo del Viaje. Si bien consiste en establecer un valor para paisaje urbano, está más relacionado con un sitio especifico como un parque central en el contexto de una ciudad, que difiere un poco del objetivo del presente estudio sobre el retiro de coberturas o zonas verdes en un corredor vial.
2012	Valoración del espacio público efectivo bogotano: una aproximación utilizando el método de precios hedónicos.	Colombia (Bogotá)	El objetivo principal de esta investigación fue determinar, de manera indirecta, cuánto valoran los hogares bogotanos el Espacio Público Efectivo –EPE en la ciudad. Si bien se realiza en la ciudad de Bogotá, mismo sitio del proyecto, está orientado más hacia el valor indirecto del espacio público en relación al precio de las viviendas, lo cual difiere del objetivo del presente estudio.

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Lo primero que se debe anotar respecto a la información anteriormente presentada es la dificultad de encontrar estudios sobre paisaje urbano en el contexto colombiano o de América Latina, que permita de entrada establecer una cercanía cultural y económica con el estudio del proyecto. De la revisión secundaria realizada se encontraron estudios que valoran los beneficios asociados a la observación o contemplación de paisaje a nivel nacional en un contexto urbano para zonas verdes; con los resultados del análisis de la búsqueda expuestos anteriormente, se considera que un estudio puede cumplir con el objetivo de transferir un valor a la afectación planteada de la alteración en la percepción visual del paisaje por la remoción de coberturas o zonas verdes en un contexto urbano y de una ciudad capital, en este caso, el asociado a la Valoración económica de los espacios verdes en el corredor Aguacatala-Belén Rincón, realizado por Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín en el año 2008 el cual se presenta en el anexo de este estudio[7].

Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en el sitio de estudio

En este punto se analiza si el servicio objeto de valoración es comparable con el servicio valorado en el estudio existente y que las características de la población correspondiente también sean comparables; en ese sentido, y como se había identificado en el análisis de la

[7] Disponible también en IF_Convenio207_VersionFinal_Junio(Cap4).pdf

información previamente presentado, el estudio referenciado realizó la valoración con el objeto de explorar los beneficios obtenidos por la conservación o restauración de una zona verde con un alto grado de importancia para la comunidad implicada con respecto a la posibilidad de la no existencia de dicha zona o la permanencia en un estado de degradación renunciando a una belleza paisajística o escénica que la misma pudiese aportar.

La propuesta en el escenario de valoración contingente, consistió en hacerle mantenimiento a las áreas asociadas al sistema de espacio público verde (74.22 ha). Mantenimiento que incluye limpieza de cauce y rocería para 29,74 ha de áreas para la conservación del sistema hídrico; y rocería a 26,38 ha de áreas verdes asociadas a espacios públicos articuladores y de encuentro, a 15,46 ha de áreas verdes asociadas a los sistemas de movilidad y a 2,64 ha de áreas verdes residuales de desarrollos urbanísticos. Adicionalmente, se propone hacerles mantenimiento y fertilización a todos los árboles de la zona de estudio, lo que se considera tiene relación con el objeto del presente estudio el cual pretende dar un valor a la percepción del paisaje urbano por remoción de coberturas o zonas verdes debido a las obras del proyecto en la fase de construcción.

Otro punto a tener en cuenta aparte de considerar el paisaje urbano y la protección de zonas verdes, es la población objetivo del estudio transferido ubicada en barrios de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, lo que guarda relación cultural y económica con el estudio del presente proyecto, al ser población radicada en zona urbana de la segunda ciudad el país y capital de departamento y un rango de ingresos similar al ser habitantes del mismo país (Colombia).

Seleccionar una medida de bienestar de uno de los estudios seleccionados

El valor transferido se obtuvo mediante la aplicación del método de valoración contingente, donde se desarrolló un riguroso procedimiento que incluía la realización de una prueba piloto en dos fases para calibrar el monto de disponibilidad a pagar “En conclusión se desarrolló así un diseño interesante que partió con el análisis de la Máxima DAP a partir de un formato abierto (Open Ended) y luego en un segundo ejercicio se testean los precios sugeridos a partir del formato dicotómico (Single Bounded), solucionando algunos problemas y manteniendo las ventajas de esta combinación”.

La muestra final se desarrolló de una forma corregida por protesta de 569 observaciones. Los modelos logit utilizados en la regresión determinó que las variables de interés obtuvieron el signo sugerido por la teoría económica y son estadísticamente significativas, lo cual explican el modelo utilizado y se considera que se realizó una buena estimación.

Se obtuvo una DAP por un valor trimestral de $25.595 por cuatro años a precios del 2008.

Transferir la medida y agregar los beneficios o afectaciones para el área de influencia a evaluar

Para la agregación del valor se considera el número de familias del AI cuantificadas en un numero de 15.622. El valor trimestral actualizado con la variación porcentual del IPC año a año, corresponde a un valor de $46.216 en el momento actual.

Con lo anterior se realiza el cálculo anual para el proyecto:

15.622 familias * $46.216 * 4 trimestres: $2.887.945.408

El valor anual obtenido representa la afectación por la alteración en la percepción visual por el retiro de zonas verdes. Dado que en el estudio transferido el escenario de valoración fue para cuatro años, de la misma manera se lleva el valor para los cuatro primeros años del horizonte del proyecto, aunque el impacto se da en la fase de construcción (tres años).

10.2.4.1.5 Cambio en la composición florística y estructura de la unidad de cobertura vegetal/ Cambio de la abundancia de las especies de flora silvestre/ Cambio de las poblaciones de especies de flora silvestre en alguna categoría amenaza o vedadas

La valoración de los impactos se realizó de forma conjunta teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos afectados y el cambio en el bienestar de la población, que son comunes a estos impactos, por lo tanto, se evidencia agrupación en el valor de las afectaciones, con el fin de no duplicar los valores económicos.

Se valoran las afectaciones en SSEE de acuerdo con la Tabla 10-2 Cuantificación biofísica

Captura CO_2

Para la valoración del costo descrito, se realiza su monetización por el método de valoración basado en el costo de los CER (certificados de reducción de emisiones). Para cuantificar la capacidad de captura de CO_2 de las coberturas removidas, se inicia a partir del cálculo de la cantidad de biomasa removida, del cual se obtiene contenido de Carbono presente en la materia orgánica, para posteriormente mediante el empleo del factor de conversión, determinar la conversión de biomasa (carbón).

Teniendo este valor, se procede a encontrar la cantidad de CO_2, mediante el factor de conversión tomado de CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), el cual establece una relación de 44 Ton de CO_2 por cada 12 Ton de Carbono; los proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) suelen utilizar para sus cálculos de contenidos de CO_2 la relación 44/12.

Se define la biomasa como la materia seca de origen orgánico por unidad de superficie, y su cálculo da una idea general sobre la magnitud de existencias de madera y la productividad de los bosques[8]. El contenido de carbono cuantificado en la Tabla 10-2 corresponde a 7.971,39 kg (7,97 ton).

El cálculo correspondiente para obtener el valor de la pérdida de captura de CO_2, se estima con la relación 44 Ton de CO_2 por cada 12 Ton de Carbono dejadas de captar anualmente.

Tabla 10-9 Calculo captura de CO_2 (ton)

Denominación	Cantidades (ton)
Carbono	7,97
Captura CO_2 **CONVERSIÓN CAR44/12 (ton/año)**	29,22

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Para cuantificar el monto de la pérdida de captura de CO_2, resulta de multiplicar la captación de CO_2 hallada por la cotización de una tonelada de carbono en el mercado voluntario colombiano, cuyo mecanismo consiste en comprar bonos a un precio inferior al que se pagó por el impuesto que para la no causación tienen que ser bonos de carbono de proyectos que se hayan desarrollado en Colombia, y posteriormente solicitar la no causación del impuesto[9].

El impuesto nacional del carbono para el año 2023 está causado en $20.500[10] por tonelada. El valor del bono de acuerdo al mercado voluntario puede estar ligeramente por debajo de ese valor, por lo cual se toma un valor de $20.400.

Se muestra a continuación el cálculo de la pérdida de CO_2:

29,22ton* $20.400: $596.156

Los valores obtenidos, son llevados al flujo de costos como un valor constante en el horizonte del proyecto.

Madera (volumen comercial)

De la cuantificación biofísica se establece que el volumen comercial por aprovechar corresponde a 2.301,88 m^3. El uso económico principal sustituto que se puede dar al

[8] Lamprecht, Hans. Silvicultura en los Trópicos. 1990.
[9]Consultado en: https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/tendencias/sostenibilidad/bonos-y-mercado-de-carbono-en-colombia#:~:text=Este%20impuesto%20es%20un%20gravamen,2023%20con%20%2420.500%20por%20tCO2eq.
[10] Ibid. 10

volumen comercial aprovechado, teniendo en cuenta el tipo de individuos arbóreos que se talaran estaría dado por usos asociados a infraestructuras menores como postes o cercas, por lo cual el costo de oportunidad se calculará con el precio de madera en aserradero de menor calidad. De este modo el cálculo correspondiente se muestra a continuación.

Tabla 10-10 Calculo volumen comercial

Concepto	Valor
Volumen promedio madera aserrada en m3/ha	2.301,88
Precio promedio m3[11]	$299.049
Pérdida productividad (Ppr) valor ha/año	$688.374.912

El costo del m^3 se obtiene de información del DANE, Federmaderas y Ministerio de Ambiente contendida en el diario La República sobre el panorama del mercado de la madera en Colombia, donde se establece que el valor del m^3 oscila entre $100.000 y $230.000 tomando este valor para determinar el escenario más crítico (se ajusta al momento presente con la variación porcentual del IPC). El valor obtenido representa el costo anual del uso de madera como costo de oportunidad del aprovechamiento de coberturas arboladas, que será llevado al flujo de costos en un solo periodo ya que el uso de madera no representa un flujo en el tiempo.

10.2.4.2 Beneficios Socio-ambientales

10.2.4.2.1 Mejoramiento de la movilidad

Acorde con los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicos, en el numeral 10.2.1 se identificaba como un beneficio del proyecto la reducción de los tiempos de viaje asociado a la mejora de la movilidad por la ejecución de las obras del proyecto Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3 4 y 5.

La valoración toma en cuenta los pronósticos de tráfico combinándolos con las estimaciones de la disponibilidad a pagar por ahorro en tiempo de viaje, o en otras palabras el valor subjetivo del tiempo. Un acercamiento a la reducción de los tiempos de viaje y ahorro en costos de operación vehicular, se obtiene de un documento de la ANI en 2021, Mejoramientos de Accesos Norte de la ciudad de Bogotá[12], donde establece que el valor del ahorro en tiempo por vehículo calculado en el 2021 era de $3.750 para automóviles a partir de una reducción del tiempo en recorrido de un escenario sin proyecto de 50 minutos a uno

[11] https://www.larepublica.co/economia/mas-de-40-de-la-demanda-de-madera-de-la-industria-proviene-de-plantaciones-ilegales-2499721#:~:text=En%20el%20mercado%2C%20el%20precio,ni%20estrategia%20para%20la%20sostenibilidad.

[12] Vicepresidencia de la Republica de Colombia; ANI (Agencia Nacional de Infraestructura). ACCENORTE, Mejoramiento de los Accesos Norte de la Ciudad de Bogotá (Presentación PDF). 2021

con proyecto de 25 minutos, y de $ 4.050 para camiones a partir de una reducción del tiempo en recorrido de un escenario sin proyecto de 55 minutos a uno con proyecto de 28 minutos. (este documento-presentación se anexa en el presente estudio).

Esa reducción planteada genera ahorros en el COV de $3.581 por automóvil, cálculos a precios del 2021, y de 15.826 para camiones, comparando los escenarios sin y con la implementación del proyecto.

En este punto debe aclararse que el COV (costo de operación vehicular) constituye un beneficio de los proyectos de mejoramientos de vías, validado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en los Requerimientos Técnicos Estudios y Diseños de Mejoramiento, en el REQ-MEJ-16 Evaluación Económica y Financiera del Proyecto, donde en la Metodología Análisis Costo Beneficio utilizada, se sugiere incorporar este concepto como una variable a tener en cuenta en la comparación de escenarios para tomar decisiones sobre la viabilidad del proyecto de mejoramiento:

“En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, así como el Mejoramiento de vías en cuanto a cambios de especificaciones, como la pavimentación de vías existentes pero con superficie en afirmado, o cambios en las dimensiones, como la construcción de segunda calzada, y la Rehabilitación de vías que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello el Modelo de Evaluación Técnico – Económica denominado HDM en su versión 4. Herramienta de evaluación que permite la generación de informes como los relacionados con los Costos de Operación Vehicular, Costos de Mantenimiento, la Comparación Económica de Alternativas, Análisis de Costo Beneficio, Flujo de Costos Anuales de la Administración y del Usuario, Beneficios Netos Anuales, entre otros, para cada alternativa”.

Lo anteriormente expuesto implica que los costos de operación vehicular se incluyen como un beneficio porque ofrecen un elemento diferenciador entre la situación antes y con la ejecución del proyecto, siempre y cuando por la condición de mejoramiento del proyecto, se produzca ese ahorro en costos de operación vehicular que se entiende como un aumento del bienestar, expresado en menores costos para los vehículos que transitan en promedio día la vía de estudio. Por eso, asociado al mejoramiento de una vía, la reducción de tiempos también esté ligado a la reducción de costos de operación. Lo anterior intenta dar claridad al requerimiento efectuado por la ANLA en la Audiencia de Información Adicional (agosto 16 de 2023) sobre la inclusión de ahorros en el COV.

Para el cálculo del beneficio se toma la cantidad de vehículos que transitan por las unidades funcionales realizada en el capítulo 7 en el numeral 7.6.1.1.4, Emisiones por tráfico

vehicular, donde se establecieron los aforos de vehículos que transitan por la Autopista Norte en los sentidos Norte-Sur y Sur-Norte (se toman como fuentes independientes teniendo en cuenta la presencia del separador intermedio entre vías) lo cual permite establecer el TPD (Transito Promedio Diario). El promedio diario de vehículos que transita por las unidades es 2.423, y de la misma información presentada numeral 7.6.1.1.4 del capítulo 7, se puede inferir que aproximadamente el 66% de los vehículos que transitan son de tipo automóviles, mientras el 15% corresponde a camiones (el restante porcentaje corresponde a motocicletas).

La tabla muestra un acercamiento al valor de la reducción del tiempo de viaje y en el COV por las mejoras del escenario con proyecto respecto a la situación actual para los vehículos que transitaran por las unidades funcionales. El valor se obtiene de multiplicar la cantidad de vehículos diarios proyectado por el valor del ahorro en tiempo y el COV ajustado al momento presente, para un año de 360 días.

Tabla 10-11 Valoración anual beneficio por reducción de tiempos y costos de operación vehicular.

Vehículos	Numero (TPD)	Días año	Ahorro en tiempo	Beneficio Anual tiempo	Ahorro COV	Beneficio Anual COV	Total, beneficios
Automóvil	1599	360	$ 4.282	$ 2.465.634.263	$ 4.051	$ 2.332.621.299	$ 4.798.255.562
Camiones	364	360	$ 4.581	$ 599.500.582	$ 17.902	$ 2.342.776.559	$ 2.942.277.140

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

10.2.5 Obtención de los principales Criterios de Decisión

La Tasa Social de Descuento – TSD representa el costo de oportunidad que asigna la sociedad a los recursos invertidos en determinado proyecto. Tomando como referencia el artículo de la ANLA (2019): “Guía para la definición de la Tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia”, se propone el uso de una tasa de descuento del 2% para calcular el valor presente neto de los costos y los beneficios, en la medida que se define un horizonte de 27 años: 3 de construcción y 24 de operación. Esta guía establece el uso de una tasa de descuento del 5% si el proyecto tiene un horizonte de tiempo de hasta 10 años, una tasa de descuento del 4% para proyectos con horizonte de tiempo entre 11 y 20 años y una tasa de descuento del 2% para proyectos con horizonte de tiempo de 21 años o más.

Los valores de los flujos, tanto de los costos como beneficios, son traídos a valor presente utilizando la siguiente relación:

Ecuación 10-3

$$VPN\ (i) = \sum \frac{Beneficios}{(1+i)^n} - \sum \frac{Costos}{(1+i)^n}$$

Luego se establecen criterios de decisión para el proyecto de acuerdo con los valores obtenidos de la siguiente forma:

- De obtener un valor positivo implica que el proyecto genera bienestar por lo tanto se acepta.
- De obtener un valor igual a cero la decisión de aceptarlo o rechazarlo es indiferente.
- De obtener un valor negativo implica que el proyecto no genera bienestar y debe rechazarse.

10.2.5.1 Costos

El flujo de costos se presenta en el en el anexo Excel Calculos_Eva_Eco

El VPNE calculado con la tasa de 2% de acuerdo a la duración del proyecto equivale al monto de $23.592.815.807

10.2.5.2 Beneficios

El flujo de beneficios se presenta en el anexo Excel Calculos_Eva_Eco

El VPN calculado con la tasa de 2% de acuerdo a la duración del proyecto equivale al monto de $146.403.859.677.

10.2.5.3 Indicadores

Se presentan a continuación los indicadores de evaluación del proyecto.

Tabla 10-12 Indicadores de evaluación

Indicadores	Valor
Costos VP	**$23.592.815.807**
Beneficios VP	**$146.403.859.677**
VPN	**$122.811.043.869**
RCB	**6,21**

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Con lo anterior, el Valor Presente Neto calculado (VPN) positivo implica que el proyecto en esta fase ex ante se acepta, al generar más beneficios que costos desde el punto de vista económico ambiental.

Con el valor presente de beneficios y costos, se puede hallar la Relación beneficio costo (Relación B/C), que consiste en la razón entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos; los criterios de decisión para el proyecto de acuerdo a los resultados obtenidos de la R B/C se presentan a continuación:

- De obtener un valor mayor a 1 implica que el proyecto genera bienestar por lo tanto se acepta.
- De obtener un valor igual a 1 la decisión de aceptarlo o rechazarlo es indiferente.
- De obtener un valor menor a 1 el proyecto se rechaza.

La Relación B/C obtenida mayor a uno indica que el proyecto se acepta.

10.2.6 Análisis de sensibilidad e incertidumbre

Se presenta a continuación el análisis de sensibilidad variando los costos y los beneficios hasta un 10%.

Tabla 10-13 Análisis de sensibilidad

BENEFICIOS	COSTOS	VPN	RBC
146.403.859.677	25.952.097.388	120.451.762.289	5,64
146.403.859.677	24.772.456.598	121.631.403.079	5,91
146.403.859.677	23.592.815.807	122.811.043.870	6,21
139.083.666.693	23.592.815.807	115.490.850.886	5,90
131.763.473.709	23.592.815.807	108.170.657.902	5,58

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

En el anexo Excel Calculos_Eva_Eco se presenta el análisis de sensibilidad variando porcentualmente tanto los costos como los beneficios (pequeños cambios porcentuales que denotan precisamente la sensibilidad) del proyecto obteniendo indicadores positivos que avalan su ejecución desde la perspectiva económica ambiental.

10.2.7 Conclusiones e integración de resultados a la evaluación ambiental

El proyecto “Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4, y 5” identificó 11 impactos de carácter negativos como significativos para el análisis económico y el beneficio representado en la reducción de los tiempos de viaje que conlleva el mejoramiento de la movilidad por acción del proyecto y la reducción de los costos de operación vehicular.

Los indicadores de evaluación del proyecto, el Valor Presente Neto calculado (VPN) positivo y la relación beneficio-costo mayor que uno, implica que el proyecto en esta fase ex ante se acepta, al generar más beneficios que costos desde el punto de vista económico ambiental.