



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO:

**Pautas para la cuantificación y estimación de los costos y
beneficios de las medidas de adaptación y mitigación al
cambio climático**

ÍNDICE

CONTENIDO

1. OBJETO	4
2. FINALIDAD	4
3. ALCANCE.....	4
4. BASE LEGAL	4
5. DEFINICIONES.....	4
6. MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	6
6.1. Análisis Costo Beneficio (ACB).....	7
6.1.1. Evaluación Social	9
6.1.1.1. Costos sociales.....	9
6.1.1.2. Beneficios sociales.....	11
6.1.1.3. Indicadores de rentabilidad social.....	15
6.1.2. Evaluación privada.....	17
6.1.2.1. Costos privados	17
6.1.2.2. Beneficios privados.....	19
6.1.2.3. Indicadores de rentabilidad privada.....	20
6.1.3. Efectos Incrementales	21
6.1.4. Precios de mercado y distorsiones.....	22
7. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	22
7.1. Identificación de la medida de adaptación al cambio climático.....	23
7.2. Definición de escenarios de ocurrencia de peligros asociados al cambio climático .	24
7.3. Determinación de costos y beneficios directos, indirectos y externalidades	26
7.4. Evaluación social de las medidas de adaptación al cambio climático	26
7.5. Evaluación privada de las medidas de adaptación al cambio climático	31
8. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	35
8.1. Identificación de la medida de mitigación al cambio climático.....	36
8.2. Análisis de la medida de mitigación al cambio climático.....	39
8.3. Evaluación social de la medida de mitigación al cambio climático	42
8.4. Evaluación privada de la medida de mitigación al cambio climático	44

ACRÓNIMOS

ACB	Análisis Costo Beneficio
BAU	<i>Business As Usual</i> (Escenario sin intervención o línea base)
BNP	Beneficios No Perdidos
COK	Costo de Oportunidad del Capital
CPERR	Costos Privados Evitados de atención de la emergencia, rehabilitación y recuperación
CSAU	Costos Sociales Indirectos Evitados
CSE	Costos de Externalidades Negativas Evitadas
CSERR	Costos Sociales Evitados de atención de la emergencia, rehabilitación y recuperación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)
MACC	Medida de Adaptación al Cambio Climático
TIR	Tasa Interna de Retorno
TIRS	Tasa Interna de Retorno Social
VAN	Valor Actual Neto
VANS	Valor Actual Neto Social
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i> (Costo Promedio Ponderado de Capital)

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: PAUTAS PARA LA CUANTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

1. OBJETO

Establecer disposiciones que orienten la cuantificación y estimación de los costos y beneficios, directos e indirectos, de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, incluyendo sus co-beneficios y externalidades asociadas, mediante la aplicación de la evaluación económica.

2. FINALIDAD

Facilitar la incorporación de las consideraciones de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptación al cambio climático en la evaluación económica de las medidas, promoviendo así una gestión climática más eficiente, efectiva y sostenible.

3. ALCANCE

La presente Guía constituye una herramienta técnica para las autoridades sectoriales competentes en materia de cambio climático, responsables de la cuantificación y estimación de los costos y beneficios, directos e indirectos, de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

4. BASE LEGAL

- Resolución Legislativa N° 26185, que aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Decreto Legislativo N° 1013, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.
- Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático.
- Decreto Supremo N° 058-2016-RE, Decreto Supremo que ratifica el Acuerdo de París.
- Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático.
- Decreto Supremo N° 012-2024-MINAM, Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050.
- Resolución Ministerial N° 096-2021-MINAM, que aprueba el “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático”.

Las referidas normas incluyen sus respectivas disposiciones ampliatorias, modificatorias, complementarias y conexas, de ser el caso.

5. DEFINICIONES

Para efectos de la presente Guía, se deben considerar las siguientes definiciones:

- Adaptación al cambio climático:** Proceso de ajustes al clima real o proyectado y sus efectos en sistemas humanos o naturales, a fin de moderar o evitar los daños o aprovechar los aspectos beneficiosos¹.
- Cambio Climático:** Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que produce una variación en la composición de la atmósfera global y que se

¹ Glosario de términos de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático (LMCC).

suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempos comparables².

- c) **Co-beneficios:** Son los impactos positivos adicionales de carácter social, ambiental y/o económico que se generan como resultado de la implementación de medidas climáticas o de desarrollo sostenible. Aunque no constituyen el objetivo principal de la intervención, estos beneficios pueden incluir la conservación de ecosistemas, la mejora de la salud pública, el fortalecimiento de medios de vida, la seguridad alimentaria, la equidad social y el desarrollo local, contribuyendo así al bienestar integral de la sociedad³.
- d) **Costo de oportunidad:** Se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra. Es el valor de los beneficios que se sacrifican por utilizar los bienes o servicios en la ejecución de la intervención. Por ejemplo, la medida de mitigación, en lugar de otra alternativa considerada como la mejor⁴.
- e) **Exposición:** Es la presencia de poblaciones, medios de vida, ecosistemas, cuencas, territorios, infraestructura, bienes y servicios, entre otros, en áreas que podrían ser impactadas por peligros asociados al cambio climático⁵.
- f) **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural o humano, que atrapan la energía del sol en la atmósfera, provocando que esta se caliente⁶.
- g) **Gestión de riesgos asociados al cambio climático:** Acción concreta enfocada para prevenir, reducir, mitigar y manejar las pérdidas y daños de los desastres generados por el cambio climático en un contexto social susceptible de sufrirlos⁷.
- h) **Medidas de adaptación al cambio climático:** Son intervenciones planificadas por actores estatales y no estatales, que consisten en acciones, prácticas, tecnologías y servicios necesarios para reducir o evitar alteraciones severas, pérdidas y daños, desencadenados por los peligros asociados al cambio climático en poblaciones, medios de vida, ecosistemas, cuencas, territorios, infraestructura, bienes y servicios, entre otros; así como para aprovechar las oportunidades al cambio climático⁸.
- i) **Medidas de mitigación al cambio climático:** Son acciones adoptadas por actores estatales y no estatales, que tienen por objeto reducir las emisiones de GEI e incrementar las remociones de GEI. Las medidas de mitigación pueden contribuir a la implementación de las NDC para alcanzar un desarrollo bajo en carbono a largo plazo, de conformidad con lo establecido en el artículo 16 de la LMCC⁹.

² Glosario de términos de la LMCC.

³ Adaptado del Lineamiento para la identificación y clasificación de las Acciones REDD+, aprobado con Resolución Ministerial N° 143-2021-MINAM.

⁴ Mankiw, G. N. (2021). Principios de economía (8ª ed.). México: Cengage Learning.

⁵ Numeral 5.8 del artículo 5 del Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático (RLMCC), aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM.

⁶ Glosario de términos de la LMCC.

⁷ Glosario de términos de la LMCC.

⁸ Numeral 29.1 del artículo 29 del RLMCC.

⁹ Numeral 31.1 del artículo 31 del RLMCC.

- j) **Mitigación al cambio climático:** Intervención humana para reducir las fuentes de GEI o mejorar los sumideros (los procesos, las actividades o los mecanismos que eliminan un GEI de la atmósfera), a fin de limitar el cambio climático futuro¹⁰.
- k) **Peligro asociado al cambio climático:** Fenómeno físico, tendencia o perturbación en el ambiente debido a los cambios graduales o extremos en las propiedades del clima; con probabilidad o potencialidad de ocurrir en un lugar específico con determinadas características y con la capacidad de causar daños o pérdidas a un sujeto alterando severamente su funcionamiento. Estos cambios en las propiedades del clima pueden ser actuales y futuros¹¹.
- l) **Sector de emisión de GEI:** Son aquellas categorías por las cuales se organizan y analizan las emisiones y remociones de GEI. Los sectores establecidos por el IPCC son: Energía, Procesos industriales y el uso de productos, Agricultura, Desechos, Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) y otros que se incluyan¹².
- m) **Vulnerabilidad:** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación¹³.

6. MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En el contexto de las inversiones públicas y privadas, se requiere contar con elementos que sustenten la pertinencia en la ejecución de distintas decisiones. En ese sentido, la evaluación económica se concibe como la cuantificación, en términos monetarios, del valor de todas las consecuencias que puede generar un proyecto u otro tipo de intervención sobre la sociedad y los distintos actores implicados. Así, la evaluación de un proyecto implica un proceso que comprende identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generan con su ejecución y funcionamiento, de tal forma que se estime su rentabilidad a lo largo de su ciclo de vida.

Para el caso de las medidas de adaptación, el objetivo principal de la evaluación económica es evaluar la rentabilidad social o privada¹⁴ de la medida que se plantea, para reducir los riesgos ante los efectos del cambio climático. Esta evaluación permitirá contar con información cuantitativa con la cual se pueda evidenciar si una medida es beneficiosa en términos económicos. La evaluación de una medida de adaptación representa un trabajo que implica el conocimiento y la experiencia de distintos profesionales, quienes son los encargados de identificar, formular y evaluar las propuestas que permitan alcanzar los objetivos de adaptación ante el cambio climático. Esta evaluación nos permitirá estimar los beneficios que produce una acción alternativa respecto de un escenario que no considera gestionar el riesgo en un contexto

¹⁰ Glosario de términos de la LMCC.

¹¹ Numeral 5.18 del artículo 5 del RLMCC.

¹² Literal t) del artículo 5 de las Disposiciones para el Funcionamiento del Registro Nacional de Medidas de Mitigación (RENAMI), aprobadas mediante Decreto Supremo N° 010-2024-MINAM.

¹³ Glosario de términos de la LMCC.

¹⁴ La principal diferencia entre una evaluación social y una privada radica en el enfoque y los criterios utilizados. La evaluación social considera el impacto sobre la sociedad en general, enfocándose en el bienestar colectivo, la equidad y el desarrollo sostenible. En contraste, la evaluación privada está centrada en el impacto directo sobre los intereses económicos y operativos de un agente privado, priorizando la rentabilidad y eficiencia para el evaluador privado sin necesariamente considerar el impacto más amplio en la sociedad.

de cambio climático. La evaluación económica también nos permite definir y estimar todos los beneficios asociados a la implementación de la medida de adaptación, los cuales deben ser monetizados en la medida de lo posible para revelar las ventajas de tomar acciones frente a los efectos del cambio climático.

En el caso de las medidas de mitigación, el objetivo principal de la evaluación económica es evaluar la rentabilidad, ya sea social o privada¹⁵, de una medida destinada a reducir las emisiones de GEI. Esta evaluación compara las pérdidas asociadas al cambio climático en escenarios con y sin la implementación de la medida, lo que permite explorar alternativas para la aplicación de alternativas de mitigación que respondan a las particularidades de cada contexto y a los objetivos establecidos. Así, la evaluación económica de las medidas de mitigación nos permite estimar, de forma cuantitativa, los beneficios que produce una acción alternativa respecto de un escenario que no considera la reducción de los GEI. Esta información permite a los tomadores de decisiones implementar acciones sobre el cambio climático que contribuyan a un desarrollo sostenible y bajo en emisiones.

De este modo, se propone la aplicación del Análisis Costo-Beneficio (ACB) a iniciativas que consideren elementos de adaptación o mitigación al cambio climático. Esta metodología busca asignar valores monetarios a los costos y beneficios identificados para determinar la rentabilidad de las medidas aplicadas.

6.1. Análisis Costo Beneficio (ACB)

El ACB es una herramienta clave para evaluar la rentabilidad económica de las iniciativas que incorporan medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, así como de las políticas públicas en general. Tiene como propósito evaluar los impactos sociales y económicos de una intervención, incluyendo los costos y beneficios, tanto directos como indirectos. Este enfoque permite integrar externalidades y efectos que no siempre tienen un valor de mercado explícito, proporcionando una visión integral del impacto de las acciones climáticas.

El ACB puede aplicarse a diversos tipos de intervenciones como proyectos de inversión pública, asociaciones público-privadas, medidas regulatorias y políticas sectoriales. En todos los casos, busca demostrar que los beneficios totales para la sociedad superan los costos, respaldando la toma de decisiones informadas. Para ello, se emplean técnicas de valoración económica¹⁵ que permiten cuantificar, en términos monetarios, beneficios ambientales y sociales, asegurando una evaluación más precisa y completa.

Es así como el objetivo de la evaluación económica es analizar la rentabilidad de la implementación de una medida de adaptación o mitigación, mediante la estimación de los costos y beneficios de las mismas, lo que puede realizarse desde dos perspectivas. La primera es una perspectiva social, que implica un análisis a partir del impacto en el bienestar de la población, lo que se denomina evaluación social. La segunda implica un análisis de la rentabilidad asociada al desarrollo de la medida desde el punto de vista de un inversionista privado, y se denomina evaluación privada. Esta guía explicará ambos enfoques.

¹⁵ Para información sobre técnicas de valoración económica, se recomienda revisar la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural (MINAM, 2016), disponible en <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GVEPN-30-05-16-baja.pdf>.

En este punto, cabe mencionar que, el ACB debe considerar el costo de oportunidad un elemento clave para evaluar la rentabilidad de las inversiones en adaptación y mitigación. Este concepto se refiere al rendimiento que se deja de obtener al asignar recursos a una alternativa en lugar de la mejor opción disponible. Para su estimación, se recomienda utilizar la tasa social de descuento, la cual permite valorar los flujos de costos y beneficios en el tiempo, asegurando que las decisiones de inversión sean eficientes y equitativas. Según la Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Directiva N° 001-2019-EF/63.01), esta tasa refleja la preferencia temporal de la sociedad y el costo del financiamiento público, siendo un criterio fundamental en la evaluación de proyectos climáticos. Por ejemplo, en un proyecto de reforestación, el costo de oportunidad podría incluir el ingreso agrícola que se deja de percibir al destinar tierras a la conservación. En el sector energético, podría evaluarse comparando la inversión en energías renovables con el costo de generación tradicional. Estos casos permiten ilustrar cómo la tasa social de descuento impacta en la rentabilidad de los proyectos y contribuye a una mejor toma de decisiones en la acción climática.

Dentro del ACB, es fundamental considerar la estimación del costo económico por el daño que ocasiona un peligro, lo que permite comparar las pérdidas económicas con los beneficios de implementar medidas de adaptación. La valoración de estos daños puede realizarse a través de metodologías que cuantifiquen en términos monetarios la degradación o pérdida de ecosistemas específicos. Por ejemplo, en el caso de la quema de pajonales andinos, se pueden calcular las pérdidas en términos de captura de carbono, regulación hídrica y biodiversidad, expresadas en soles o dólares por hectárea. De manera similar, la degradación de bosques tropicales o humedales puede valorarse considerando la reducción en servicios ecosistémicos como provisión de agua, control de erosión y almacenamiento de carbono. Incorporar estos costos en la evaluación económica permite tomar decisiones más informadas sobre la urgencia y rentabilidad de invertir en la conservación y restauración de ecosistemas frente al cambio climático.

En este capítulo se presenta el marco conceptual para la evaluación económica de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, mediante la aplicación ACB. Además, se aborda la evaluación desde dos perspectivas: social y privada, detallando la identificación y valorización de costos y beneficios directos, indirectos y externalidades; así como, la estimación de los indicadores de rentabilidad respectivos. Cabe indicar que los co-beneficios incluyen los beneficios indirectos y las externalidades positivas¹⁶. Además, se enfatiza la importancia de

¹⁶ La identificación y valoración de co-beneficios en las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático permite adoptar un enfoque más integral en la toma de decisiones, superando la evaluación tradicional centrada únicamente en los impactos directos. Tal como se plantea en la premisa, considerar beneficios indirectos y externalidades positivas, junto con el análisis de escenarios con y sin intervención (BAU), así como el ajuste de precios de mercado para reflejar los costos de oportunidad y los beneficios sociales, permite justificar de manera rigurosa y transparente la implementación de estas medidas. Este enfoque es esencial para asegurar que las inversiones climáticas no solo sean económicamente rentables, sino también coherentes con los objetivos de desarrollo sostenible.

Este marco analítico se refleja en la identificación de co-beneficios en las medidas priorizadas, tanto de adaptación como de mitigación. En el área temática de agricultura, por ejemplo, el componente de suelos no solo contribuye a la adaptación, sino que también genera beneficios como la captura de carbono, la prevención de incendios forestales, mayor seguridad alimentaria y menores costos de producción, al aprovechar insumos locales. Asimismo, las medidas de mitigación muestran co-beneficios como la reducción de contaminantes locales, mejoras en salud, mayor resiliencia y conservación de ecosistemas. Estos efectos incrementales y complementarios evidencian que las

considerar los efectos incrementales, contrastando escenarios con y sin intervención (BAU), y en la necesidad de ajustar los precios de mercado ante posibles distorsiones, para reflejar adecuadamente los costos de oportunidad y beneficios sociales. Este enfoque integral permite fundamentar de manera rigurosa y transparente la toma de decisiones sobre la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, asegurando su rentabilidad económica y su contribución al desarrollo sostenible.

6.1.1. Evaluación Social

Esta evaluación considera los efectos sobre el bienestar generado a la población en general, comparando flujo de costos y beneficios valorados a través de su costo de oportunidad. Se analiza la contribución neta en el bienestar de la población en relación con los costos incurridos (inversiones, operación, mantenimiento, y reposición). Es decir, se comparan los flujos de bienes y servicios generados por la iniciativa (flujos de costos y beneficios), valorados por su costo de oportunidad.

En la evaluación social, no solo interesa conocer la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista privado o financiero, sino que también interesa saber qué impactos tendrá este en la economía en su conjunto y en la sociedad. Para ello, se analizan los cambios en el bienestar de la sociedad como consecuencia de la medida de adaptación o mitigación a implementar¹⁷. Esto es considerando todos los efectos cuantificables del proyecto (efectos directos, indirectos y externalidades¹⁸), lo que implica la identificación, medición y valoración de los costos y los beneficios sociales de las diferentes alternativas de solución a un problema, o de sus alternativas técnicas.¹⁹ En la evaluación de las medidas de adaptación o mitigación al cambio climático se considerarán los costos y beneficios sociales asociados con su ejecución, para evaluar alternativas de medidas o la rentabilidad social de la medida. A continuación, se desarrollan los conceptos de costos sociales, beneficios sociales e indicadores de rentabilidad social:

6.1.1.1. Costos sociales

En la evaluación social, interesa conocer el valor o costo de oportunidad que tienen para la sociedad los recursos (bienes y servicios) que se emplearán en la ejecución de la medida. A diferencia de la evaluación privada de un proyecto, donde se enfoca en los egresos monetarios generados, calculados a partir de la valorización de todos los factores de producción e insumos utilizados a precios de mercado, en la evaluación social se busca entender el valor que tienen para la sociedad los mismos factores de producción e insumos durante la ejecución y funcionamiento del proyecto (este valor se conoce como el costo de oportunidad). Además, es crucial identificar los costos que el proyecto genera

medidas climáticas bien diseñadas generan impactos positivos multisectoriales, fortaleciendo así su justificación técnica, económica y social.

¹⁷ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2019). Guía de análisis costo-beneficio - Aplicación para medidas de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en Uruguay. Montevideo. Disponible en <https://www.fao.org/3/ca2795es/ca2795es.pdf>.

¹⁸ Las externalidades se refieren a los efectos indirectos de una actividad económica que impactan a terceros, ya sea positiva o negativamente, sin estar reflejados completamente en los precios de mercado.

¹⁹ Para información sobre métodos de valoración económica, se recomienda revisar la Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural (2015), disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-nacional-valoracion-economica-patrimonio-natural> y el Manual de valoración económica del patrimonio natural (2015), disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-valoracion-economica-patrimonio-natural>

para el resto de la sociedad. Los costos sociales no solo representan los recursos utilizados para la medida, sino que también contribuyen a evaluar el bienestar general.²⁰

De manera más específica, los costos sociales presentan el valor real para la sociedad de todos los recursos que se utilizan durante la ejecución y funcionamiento de un proyecto. A diferencia del costo financiero o presupuestal, el costo social no se limita a cuánto cuesta pagar por los bienes o servicios necesarios, sino que considera el valor que esos recursos tienen en su mejor uso posible para la sociedad. Incluye tanto los costos directos, como los materiales, la mano de obra o la tecnología; como también los costos indirectos, es decir, aquellos efectos que el proyecto puede generar en otros sectores relacionados. Además, contempla las llamadas externalidades negativas, que son impactos no deseados sobre personas o grupos que no participan directamente en el proyecto.

En el caso de los proyectos vinculados al cambio climático, ya sea de adaptación o mitigación, el análisis del costo social permite determinar si el uso de los recursos públicos está realmente generando un beneficio neto para la sociedad. Por ejemplo, reduciendo riesgos ante eventos extremos, disminuyendo emisiones de gases de efecto invernadero o mejorando el acceso a servicios ecosistémicos clave como el agua.

Para ello, se aplican parámetros de evaluación social a las variables y factores de corrección que eliminan estas distorsiones, por lo que deben ser estimados considerando los parámetros de evaluación social proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas.²¹

Asimismo, los costos sociales se clasifican en tres categorías: directos, indirectos y externalidades negativas.

(i) Costos Sociales Directos

Los costos sociales directos representan lo que le cuesta a la sociedad destinar sus recursos a un proyecto específico, en lugar de emplearlos en una alternativa diferente. Es decir, al elegir invertir en este proyecto, se deja de invertir en otro que también podría haber sido útil. Por eso, el monto total de la inversión del proyecto representa esa pérdida de oportunidad, y debe justificarse demostrando que el proyecto generará beneficios importantes para la sociedad, como reducir los gases de efecto invernadero o ayudar a la adaptación al cambio climático.

Estos costos están asociados a los recursos que se utilizarán durante la inversión y ejecución de la medida evaluada, pero ajustados con factores de corrección. Estos costos incluyen los factores de producción necesarios para generar el producto planificado durante la fase de ejecución del proyecto, así como los recursos requeridos para proveer

²⁰ También pueden entenderse como los costos privados sin las distorsiones del mercado de tal manera que contribuyan a la evaluación en términos de bienestar.

²¹ Anexo 11 de la Directiva N°001-2019-EF/63.01, o sus futuras actualizaciones.

bienes o servicios a los usuarios durante la fase de funcionamiento, que abarca operación y mantenimiento.²²

(ii) Costos Sociales Indirectos

Son aquellos en los que pueden incurrir los usuarios de los bienes o servicios vinculados con la medida, como consecuencia de la ejecución de esta o de su operación y mantenimiento, pero que no están relacionados directamente con el bien o el servicio. Estos costos incluyen los generados por el proyecto en otros mercados relacionados.²³

(iii) Externalidades Negativas

Se definen como aquellos efectos resultantes de la ejecución, operación y mantenimiento de la medida sobre terceros que no están vinculados con el mercado del bien o servicio generado por la medida. Estos efectos negativos pueden incluir externalidades que afecten a terceros.²⁴

6.1.1.2. Beneficios sociales

Se refieren al valor que presenta para la población usuaria el acceso o mejora de un producto o servicio, que se ofrece por la implementación de una medida. Es posible que estos beneficios se proyecten a agentes distintos a la población objetivo a la cual está dirigida la medida.

Los beneficios sociales permiten incrementar el bienestar de los usuarios atendidos por las acciones realizadas por el proyecto, debido al mayor consumo del bien o servicio o a la mejora en su calidad. Asimismo, es posible que los beneficios del proyecto se extiendan a agentes distintos a la población directamente beneficiada.

A continuación, se desarrollan los conceptos de beneficios sociales directos, beneficios sociales indirectos y externalidades positivas:

(i) Beneficios sociales directos

Hacen referencia al impacto directo que experimenta la población usuaria al acceder al bien o servicio vinculado con una medida de

²² Ministerio de Economía y Finanzas (2022). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf. Lima (Consulta: 20 de julio de 2024).

²³ Ministerio de Economía y Finanzas (2022). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf. Lima (Consulta: 20 de julio de 2024).

²⁴ Ministerio de Economía y Finanzas (2022). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf. Lima (Consulta: 20 de julio de 2024).

mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático. En algunos casos, estos beneficios pueden expresarse en términos monetarios, por ejemplo, a través del ahorro o la liberación de recursos que resulta del acceso a dicho bien o servicio. Por otro lado, es importante señalar que el público objetivo está directamente relacionado con la provisión o el acceso a servicios clave para la mitigación y adaptación al cambio climático, y que el proyecto está diseñado específicamente para responder a sus necesidades, contribuyendo a fortalecer su resiliencia y capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.

(ii) Beneficios sociales indirectos

Son aquellos beneficios que se producen en mercados relacionados con el bien o servicio proporcionado por una medida o proyecto. Estos beneficios surgen de la capacidad generada por la medida y afectan a otros sectores o mercados relacionados.²⁵

Estos beneficios indirectos muchas veces se manifiestan como costos evitados o reducidos en otros sectores, subrayando cómo una medida o proyecto puede tener impactos positivos más allá de su objetivo inicial. Por lo tanto, al evaluar proyectos o medidas, es crucial considerar estos efectos secundarios en mercados relacionados para obtener una visión completa de los beneficios económicos y sociales.

(iii) Externalidades positivas

Se generan sobre terceros quienes no están vinculados con el mercado del bien o servicio, ni directa e indirectamente.

Ejemplo en mitigación: Relación entre costos sociales y beneficios sociales – caso de ganadería regenerativa para promover paisajes sostenibles

La ganadería tradicional que predomina en los ecosistemas altoandinos del Perú contribuye significativamente a la degradación de suelos, pérdida de cobertura vegetal y emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente metano y óxidos de nitrógeno, generando impactos negativos que afectan tanto al clima como a la seguridad hídrica y alimentaria de las comunidades rurales. Frente a ello, la transición hacia modelos de ganadería regenerativa ofrece una oportunidad concreta para reducir emisiones, capturar carbono en suelos, restaurar paisajes degradados y fortalecer la resiliencia climática. Sin embargo, esta transformación implica costos de implementación y adaptación tecnológica, así como la necesidad de acompañamiento técnico y financiero.

(i) Costo social directo

El costo social directo se manifiesta en los gastos monetarios explícitos necesarios para la implementación de acciones relacionadas con la promoción de paisajes sostenibles a través de

²⁵ Ministerio de Economía y Finanzas (2022). Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf. Lima (Consulta: 20 de julio de 2024).

la ganadería regenerativa. Estos incluyen la inversión en tecnologías y capacitaciones para la adopción de prácticas regenerativas como el manejo agrosilvopastoril, las cuales son cruciales para reducir las emisiones de GEI del sector ganadero. Además, se contemplan los costos directos asociados con la restauración de pastizales y bofedales degradados. Finalmente, se consideran costos de monitoreo y evaluación.

(ii) Costo social indirecto

La expansión ganadera no planificada y basada en prácticas no sostenibles genera efectos colaterales. Por ejemplo, el deterioro de los pastizales altoandinos y bofedales reduce su capacidad de retención hídrica y su función de sumidero de carbono, lo cual intensifica la variabilidad climática. Esto genera condiciones propicias para sequías prolongadas, heladas o lluvias torrenciales, que afectan la infraestructura pública, provocan pérdidas económicas en sectores productivos y ponen en riesgo la seguridad alimentaria. Además, estos efectos inducidos no siempre son percibidos directamente por quienes toman las decisiones productivas, pero terminan afectando de forma acumulativa al sistema social y ecológico, haciendo más costosa la implementación de medidas correctivas o de adaptación en el futuro.

(iii) Externalidad negativa

La implementación del ordenamiento ganadero, al redefinir el uso del suelo y establecer nuevas delimitaciones, podría restringir el acceso a recursos que otras personas de la comunidad usan para sus actividades productivas. Por ejemplo, al asignar áreas exclusivas para el pastoreo o instalar cercos, se puede limitar el ingreso a zonas donde pobladores no ganaderos recolectan leña, plantas medicinales u otros productos. Esto puede reducir sus ingresos, ya que pierden acceso a una fuente importante de recursos para su subsistencia o venta

(iv) Beneficio social directo

La implementación de prácticas ganaderas regenerativas promueve la captura de carbono en suelos y biomasa, reduciendo significativamente las emisiones netas del sector. En el caso de esta actividad, se considera una reducción considerable de emisiones, gracias a la mejora en el manejo de pastizales, restauración de áreas degradadas y adopción de sistemas agrosilvopastoriles. El resultado es una contribución tangible al cumplimiento de la meta nacional de reducción de emisiones, así como el fortalecimiento de sistemas productivos bajos en carbono genera empleos verdes y sostenibles en las áreas más vulnerables.

(v) Beneficio social indirecto

Más allá de la reducción de emisiones, el proyecto genera efectos positivos correspondientes a la mejora de la seguridad hídrica en cuencas altoandinas, como resultado de la restauración de bofedales y la recuperación de la cobertura vegetal, lo cual estabiliza el régimen de lluvias y evita escorrentías. También se fortalece la resiliencia de medios de vida rurales, al diversificar fuentes de ingreso mediante el desarrollo de cadenas de valor sostenibles de bienes y servicios (carne, lácteos, fibra de camélidos, belleza paisajística, biodiversidad, otros), lo que incrementa la estabilidad económica de familias rurales. Además, la mejora en la salud del ecosistema contribuye a conservar fuentes de agua para consumo humano, controlar plagas y enfermedades, y proteger bienes culturales y espirituales asociados a la tierra. Todos estos efectos, aunque no siempre visibles de forma inmediata, representan beneficios sociales acumulativos de alto valor.

(vi) Externalidad positiva

La mejor imagen del paisaje y el aumento de la seguridad en el acceso a las zonas ordenadas pueden atraer visitantes, emprendedores o compradores, dinamizando la economía comunal. Estas actividades generan ingresos adicionales para familias o asociaciones locales ajenas a la ganadería, lo cual representa una externalidad positiva al aumentar la actividad económica en sectores como servicios turísticos, venta de alimentos, transporte o artesanías

Ejemplo en adaptación: Relación entre costos sociales y beneficios sociales – caso de sistemas silvopastoriles con manejo hídrico en ecosistemas andinos

Para ilustrar el análisis de los costos y beneficios sociales desde un enfoque de adaptación, se presenta a continuación un caso específico que permite visualizar de manera concreta cómo se identifican y clasifican estos elementos en el marco de una intervención orientada a reducir la vulnerabilidad ante peligros asociados al cambio climático en comunidades rurales altoandinas. Los sistemas silvopastoriles con manejo hídrico integran prácticas agroecológicas que combinan árboles, pastizales y ganado en una misma unidad productiva, junto con infraestructuras simples de captación y distribución de agua. Esta medida busca aumentar la resiliencia de los sistemas ganaderos frente a eventos meteorológicos extremos, como sequías prolongadas o lluvias intensas, a la vez que se protege el suelo, se regula el microclima y se diversifica la producción.

Desde una perspectiva de adaptación, su importancia radica en fortalecer la seguridad hídrica y la capacidad de respuesta de las comunidades locales ante el cambio climático, reduciendo su exposición a riesgos climáticos y aumentando su capacidad adaptativa ante dichos escenarios de mayor variabilidad climática. A continuación, se detallan los principales costos y beneficios sociales asociados a esta medida, con énfasis en su vínculo con la gestión del riesgo climático.

(i) Costo social directo

Implica la adquisición e instalación de sistemas de captación y almacenamiento de agua (como reservorios rústicos, zanjas de infiltración, o canales de conducción), plantones forestales y forrajeros, así como insumos y herramientas para su implementación. Incluye también los costos de capacitación técnica en prácticas silvopastoriles, manejo hídrico y planificación parcelaria. Para las familias beneficiarias, este desembolso inicial puede ser alto, especialmente si no existen subsidios o cofinanciamiento, lo cual representa una barrera financiera inmediata. Además, se requiere tiempo y trabajo no remunerado por parte de los productores para acondicionar el terreno y mantener las estructuras, lo cual representa un costo de oportunidad laboral.

(ii) Costo social indirecto

Durante el periodo de establecimiento de árboles y adaptación de los sistemas de riego, puede generarse una disminución temporal en la productividad ganadera, ya que se reduce el acceso a áreas de pastoreo tradicionales durante la reconfiguración del sistema. Asimismo, puede ocurrir cambios en los calendarios productivos, afectando el acceso al agua en momentos clave. Esta etapa de transición puede impactar negativamente en los ingresos familiares, generando una mayor dependencia temporal de fuentes externas de alimentos o insumos veterinarios, especialmente ante eventos climáticos no previstos que afecten la disponibilidad de agua o el éxito del establecimiento vegetal.

(iii) Externalidad negativa

La implementación de sistemas silvopastoriles con manejo hídrico en ecosistemas altoandinos puede generar una externalidad negativa sobre el sector turismo rural comunitario, que en muchas zonas andinas constituye una fuente complementaria de ingresos para familias que no necesariamente participan en actividades ganaderas.

Por ejemplo, la instalación de cercos, zanjas de infiltración o infraestructura visible en zonas paisajísticas puede alterar rutas tradicionales de trekking, observación de aves o circuitos culturales, afectando la experiencia de los visitantes. Además, la presencia de animales en áreas compartidas puede generar conflictos con actividades turísticas que valoran la conservación del entorno natural sin intervención ganadera.

(iv) Beneficio social directo

El principal beneficio directo es el incremento en la resiliencia productiva ante condiciones climáticas adversas, al disponer de agua almacenada en épocas secas y mejorar la calidad del forraje a través de la diversificación del sistema. Esto permitirá mantener la producción ganadera más estable, reducir la mortalidad animal y asegurar la disponibilidad de leche o carne para el autoconsumo o la venta. A nivel familiar, la mejora en la gestión del agua y del territorio reduce los riesgos de pérdidas por la ocurrencia de sequías o lluvias intensas, lo que se traduce en mayor seguridad alimentaria y estabilidad económica para las familias ganaderas, con menores gastos en alimentación suplementaria o tratamientos veterinarios.

(v) Beneficio social indirecto

La mejora de la cobertura vegetal y el manejo del agua contribuyen a restaurar funciones ecológicas clave, como la regulación del ciclo hidrológico, la reducción de la erosión y el aumento en la retención de humedad del suelo. Esto beneficia a otras familias de la microcuenca, incluyendo agricultores de zonas bajas, al mejorar la disponibilidad de agua en fuentes naturales, disminuir la sedimentación de canales o reservorios comunales y reducir la presión de acceso sobre fuentes de agua críticas. También se genera un efecto positivo en la regulación del microclima local, lo que favorece otros cultivos o sistemas productivos vecinos, incluso si no participan directamente del proyecto.

(vi) Externalidad positiva

La implementación de sistemas silvopastoriles con manejo hídrico, al requerir materiales (plantones, alambre, herramientas, tuberías, insumos veterinarios, etc.) y generar mayor producción ganadera (carne, leche, estiércol, madera), incrementa la demanda de transporte, comercio local y servicios logísticos.

Este aumento en la actividad económica beneficia a transportistas, comerciantes de insumos agropecuarios, talleres, ferreterías, almacenes y pequeños negocios rurales, que no son parte del proyecto pero que reciben ingresos adicionales al atender esa nueva demanda.

6.1.1.3. Indicadores de rentabilidad social

Con fines de comparación entre alternativas de iniciativas, proyectos o programas en términos de generación de bienestar de los diferentes agentes de la sociedad, se

utilizan criterios de medición de rentabilidad social como: (i) Valor Actual Neto Social (VANS) y (ii) Tasa Interna de Retorno Social (TIRS).

(i) Valor Actual Neto Social (VANS)

Estima el valor presente de los beneficios netos incrementales de la medida en términos sociales. Por beneficios incrementales netos se contempla la sustracción de los costos sociales a los beneficios sociales. El VANS se representa con la siguiente fórmula:

$$VANS = \sum_{t=0}^n \frac{(BSI_t - CSI_t)}{(1 + d)^t}$$

Donde:

BSI_t : Beneficios sociales incrementales

CSI_t : Costos sociales incrementales

d : tasa social de descuento²⁶

t : tiempo

n : número de periodos considerados en el horizonte de evaluación

Como criterio de selección entre alternativas de proyectos o programas, se considera aquellos que presentan un VANS > 0 mayor a cero; es decir, que generan beneficios sociales por encima de sus costos sociales.

(ii) Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)

Este indicador representa la tasa porcentual de rentabilidad promedio anual que obtiene una intervención, proyecto o programa a través de la evaluación social. Su representación es la siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{(BSI_t - CSI_t)}{(1 + TIRS)^t} = 0$$

En este caso, se seleccionan las medidas donde su TIR es mayor a su costo de oportunidad del capital o la tasa social de descuento. Es decir, al rendimiento esperado anual de la mejor alternativa. Al igual que en la

²⁶ Para el caso de la evaluación privada se utilizará costo de oportunidad del capital, y en el caso de evaluación social se utilizará la tasa social de descuento. La tasa social de descuento lo establece el MEF y, actualmente, es del 8%. Además, puede estar sujeta a actualizaciones. (Dicha información se encuentra en el Anexo N° 11 "Parámetros de evaluación social" de la "Directiva general del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones", Directiva N° 001-2019-EF/63.01.

evaluación privada²⁷. Es así que, si se presentaran controversias entre la VANS y la TIRS, deben considerarse, de la misma manera que en la evaluación privada, al VANS como indicador verdadero.

6.1.2. Evaluación privada

La evaluación privada consiste en comparar los flujos de ingresos y egresos generados en el desarrollo de un proyecto desde la perspectiva del rendimiento privado para un determinado actor, como comunidades nativas, unidades productivas, agricultores, productores agrícolas, entre otros. Esta evaluación es particularmente relevante en los siguientes contextos: i) a manera de ejemplo, cuando el sector privado participa en la ejecución de proyectos y/o en su funcionamiento, como ocurre en las asociaciones público-privadas; y ii) en proyectos de inversión privada que tienen un potencial significativo para generar ingresos monetarios. Asimismo, debe realizarse a precios de mercado y a una tasa privada de descuento,²⁸ dado que son los valores que efectivamente enfrentan.

Por lo anterior, se deben tomar en cuenta las variables que afectan los costos y beneficios, a partir de los efectos directos, para lo que es necesario distinguir los diferentes costos y beneficios. Por ejemplo, los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, etc.

A continuación, se presentan las principales variables involucradas en la evaluación económica de una medida a precios de mercado,²⁹ tanto por el lado de los costos como de los beneficios:

6.1.2.1. Costos privados

Los costos a precios de mercado corresponden al valor de adquisición de los recursos que se emplean en la implementación de las medidas, así como en la operación y mantenimiento correspondiente.

²⁷ Para que la TIR sea un criterio válido de decisión, deben cumplirse los siguientes supuestos: (i) los flujos de caja deben ser convencionales, es decir, una inversión inicial seguida únicamente de flujos positivos; (ii) no debe haber más de un cambio de signo en los flujos netos, para evitar múltiples tasas internas de retorno; (iii) los proyectos deben ser independientes, no mutuamente excluyentes; (iv) se asume que los flujos intermedios se reinvierten a una tasa igual a la TIR, lo cual es poco realista en muchos contextos; y (v) el horizonte de evaluación y los flujos deben estar correctamente estimados y ser consistentes con los objetivos del análisis. Por estas razones, en caso de discrepancias entre la TIR y el Valor Actual Neto (VAN), este último debe ser preferido como criterio decisonal.

²⁸ La tasa privada de descuento refleja la rentabilidad que un inversionista privado espera obtener al destinar recursos a un proyecto en lugar de invertirlos en una alternativa de similar riesgo. Esta tasa se determina en función de las condiciones del mercado y las expectativas de rendimiento del sector en el que se realiza la inversión. Para su estimación, se recomienda utilizar *benchmarks* sectoriales o tasas de retorno del mercado financiero, dependiendo del contexto del proyecto. En el caso de proyectos privados, la tasa de descuento puede alinearse con el costo de oportunidad del capital (COK), o con el costo de capital promedio ponderado (WACC, por sus siglas en inglés), según corresponda. El COK es el costo de oportunidad del capital propio (patrimonio), mientras que el WACC se utiliza cuando el financiamiento del proyecto proviene de una combinación de capital propio y endeudamiento. Para mayor detalle, se pueden consultar los lineamientos metodológicos proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas en el Anexo 11 de la Directiva N°001-2019-EF/63.01, que establece los parámetros oficiales para la evaluación económica en el ámbito nacional. En todos los casos, el evaluador deberá justificar técnicamente la tasa seleccionada, dado que esta decisión repercute directamente en los resultados del análisis.

²⁹ Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Ministerio de Economía y Finanzas. 2019.

Los costos privados en la implementación de medidas de adaptación o mitigación comprenden tanto los directamente relacionados con la adquisición de recursos y mano de obra para ejecutar las intervenciones, como aquellos de operación y mantenimiento que abarcan gestión administrativa, mantenimiento y operación continua.

Los costos pueden ser clasificados o agrupados de diversas maneras. A continuación, se presenta una clasificación de costos privados.

(i) Costos privados de inversión

Incluyen la infraestructura y compra de equipos específicos como paneles solares o sistemas de riego eficientes, así como los salarios del personal técnico necesario.

Entre los costos directos se encuentran los costos de inversión (I_0) y los costos de reposición, que se explican a continuación.

Los costos de inversión corresponden a los costos de los recursos necesarios en la implementación de las medidas de adaptación o mitigación. Es decir, los desembolsos correspondientes a la etapa de arranque del proyecto. Muchos de ellos son activos fijos o capacidad instalada que demanda gran volumen de recursos para la implementación del proyecto. Entre estos, se encuentran los costos de estudios especializados, la elaboración del expediente técnico, costos para la adquisición de paneles solares, construcción de centrales de cogeneración, costos de construcción de la infraestructura física o recuperación de la infraestructura natural, la adquisición de nueva tecnología, herramientas, y el entrenamiento de recursos humanos, etc. Este tipo de costos dependen de la naturaleza de la medida.

Con respecto a los costos de reposición, este rubro considera el momento en que un activo que formó parte de la implementación de la medida de mitigación y/o adaptación debe ser reemplazado para que se siga manteniendo la funcionalidad que cumple en la capacidad de producción de bienes o servicios, o las funciones esenciales de la unidad que se intervino, dentro del horizonte de evaluación. La reposición se realiza sobre la base de la vida útil del activo.

(ii) Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento engloban los gastos administrativos para la planificación y supervisión de proyectos, así como los fondos destinados al mantenimiento regular y operativo de las infraestructuras implementadas, como plantas de tratamiento de aguas residuales o sistemas de energía renovable. Estos costos, que incluyen los de producción, operación, mantenimiento y ventas, son asumidos durante el periodo posterior a la inversión y sostienen la generación del producto o servicio. Su estimación y gestión permiten evaluar la viabilidad financiera y la sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas, asegurando que las intervenciones sean eficaces y perdurables en su impacto ambiental y social.

6.1.2.2. Beneficios privados

Los beneficios privados son los ingresos que recibe un agente privado (empresa, inversionista, etc.) como resultado de su participación en un proyecto o intervención, o el ahorro de recursos, que es la reducción en los costos operativos debido a una mayor eficiencia.

Desde la perspectiva del análisis privado, solo se consideran aquellos beneficios que tienen un impacto directo en la situación financiera del agente privado. Por ejemplo: una empresa que instala paneles solares en sus locales industriales y obtiene una reducción significativa en sus gastos operativos al disminuir su consumo de electricidad proveniente de la red pública.

Ejemplo en mitigación: Instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo en unidades productivas agroindustriales

La instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo en unidades productivas agroindustriales es una medida clave de mitigación del cambio climático. Esta inversión privada reduce significativamente las GEI al sustituir la electricidad de la red o generada con diésel por energía solar. Esto disminuye la huella de carbono de las operaciones, especialmente en zonas rurales con baja cobertura eléctrica o altos costos por kilovatio.

(i) Costos privados de inversión

Los costos privados directos incluyen la adquisición de paneles solares, inversores, estructuras de soporte y sistemas de almacenamiento, así como los gastos de instalación, diseño y permisos. Aunque estos desembolsos iniciales representan una inversión de capital significativa, a menudo requieren préstamos o financiamiento verde. Sin embargo, este gasto se justifica por el ahorro energético a mediano plazo y el posicionamiento ambiental de la empresa.

(ii) Costos de operación y mantenimiento

Aunque la operación de sistemas fotovoltaicos es generalmente sencilla, existen costos periódicos asociados al mantenimiento preventivo, como limpieza de paneles, revisión de conexiones y reposición de baterías (cuando corresponde). También se consideran los costos de monitoreo, seguros contra eventos climáticos extremos y eventual actualización tecnológica. Estos costos, si bien son bajos en relación con los beneficios, deben ser incluidos para asegurar la eficiencia del sistema y evitar pérdidas de rendimiento energético con el tiempo.

(iii) Beneficios privados

El principal beneficio privado es la reducción de costos operativos por consumo energético, lo que mejora la rentabilidad. Además, generar energía renovable propia reduce la exposición de la empresa a la volatilidad del precio de la electricidad o del diésel. Otro beneficio relevante es el mejor posicionamiento reputacional, ya que los consumidores y socios valoran cada vez más las cadenas de suministro sostenibles. Esto puede traducirse en acceso preferente a mercados, certificaciones ambientales e incluso incentivos tributarios. También facilita el cumplimiento de exigencias de carbono neutro en contratos comerciales internacionales.

Ejemplo en adaptación: Inversión en infraestructura de riego tecnificado por aspersión en una unidad agrícola comercial

Frente al aumento de la variabilidad climática, la escasez hídrica estacional y los eventos extremos, las empresas agrícolas con fines comerciales están invirtiendo en sistemas de riego tecnificado (aspersión o goteo) para garantizar una producción más estable y eficiente. Esta acción de adaptación permite aumentar la eficiencia en el uso del agua, reducir las pérdidas por estrés hídrico y mejorar la productividad ante condiciones climáticas adversas

(i) Costos privados de inversión

El productor asume la inversión inicial en equipos de riego, tuberías, bombas, filtros, válvulas, y sistema de control, además del diseño técnico, obras civiles (zanjas o reservorios) y capacitación inicial para su operación. El costo depende del tamaño del predio, del tipo de cultivo y del nivel de automatización deseado. Para empresas de mediana escala, estos costos pueden ser una barrera si no acceden a créditos agrícolas o programas de cofinanciamiento. Es una decisión estratégica que requiere una evaluación técnica y financiera previa.

(ii) Costos de operación y mantenimiento

Incluyen el consumo de energía eléctrica o combustible para operar las bombas, así como el mantenimiento periódico de válvulas, aspersores y líneas de conducción. También se consideran costos de monitoreo de presión, caudal y eficiencia del riego, así como reposición de piezas desgastadas. Estos costos son recurrentes y necesarios para mantener la eficiencia hídrica, especialmente en contextos donde los recursos son escasos o donde el deterioro de los equipos puede afectar la productividad de los cultivos.

(iii) Beneficios privados

El principal beneficio privado es la reducción del riesgo de pérdida de cultivos por déficit hídrico, lo que aumenta la seguridad de la inversión agrícola y mejora la productividad por hectárea. Además, al optimizar el uso del agua, se reducen los costos asociados al riego tradicional (como mano de obra y pérdida por evaporación), y se puede acceder a sellos de sostenibilidad agrícola que mejoran el valor de mercado de los productos. En regiones con problemas hídricos crecientes, contar con riego tecnificado también puede ser un requisito para acceder a seguros agrarios o financiamiento productivo preferencial.

6.1.2.3. Indicadores de rentabilidad privada

Con el fin de realizar una comparación a nivel económico entre alternativas de intervención, se utilizan diversos criterios de medición de la rentabilidad de las propuestas. Los principales son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), descritos a continuación:

(i) Valor Actual Neto (VAN)

Estima el valor presente de los flujos netos incrementales de un proyecto. Por beneficios netos incrementales se entiende la diferencia entre los beneficios y los costos. El flujo de ingresos incrementales futuros es actualizado mediante la tasa privada de descuento. El VAN se representa con la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + d)^t} - I_0$$

Donde:

I_0 : Costo privado de Inversión incremental

B_t : Beneficios privados incrementales

C_t : Costos privados de operación y mantenimiento incremental

d : Tasa de descuento³⁰

t : Tiempo

n : número de periodos considerados en el horizonte de evaluación

Como criterio de selección entre alternativas de intervenciones, proyectos o programas se considera aquellos que presentan un VAN > 0, es decir, que generan ganancias por encima de sus costos.

(ii) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este indicador representa la tasa porcentual de rentabilidad promedio anual que se obtiene de la implementación de la medida de adaptación o mitigación. Su representación es la siguiente:

$$\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

En este caso, se selecciona la medida que será rentable cuando su TIR sea mayor a su costo de oportunidad del capital. Es decir, al rendimiento esperado anual de la mejor alternativa.

Si se generan controversias en la interpretación de los resultados del análisis económico, debe considerarse siempre lo indicado por el VAN. Asimismo, el análisis debe centrarse exclusivamente en este indicador, dado que permite evaluar adecuadamente la rentabilidad de la intervención considerando la magnitud, el momento y la duración de los flujos de costos y beneficios a lo largo del horizonte de evaluación.

6.1.3. Efectos Incrementales³¹

El ACB implica una identificación en un escenario con intervención, para luego estimar los beneficios y costos contrastándolos con aquellos que se generan en un escenario de inacción y

³⁰ Para el caso de la evaluación privada se puede usar el costo de oportunidad del capital o el costo de capital promedio ponderado, según corresponda.

³¹ El análisis del Valor Actual Neto (VAN), tanto desde la perspectiva pública como privada, se realiza sobre la base de los efectos incrementales, es decir, considerando únicamente las variaciones netas en costos y beneficios que resultan de la implementación de la medida respecto al escenario sin intervención (BAU).

sin política de cambio climático, denominado escenario *Business As Usual* (BAU). La evaluación resulta de la diferencia entre los costos y beneficios de los dos escenarios.

En ese sentido, para esta Guía, se entiende por efectos incrementales a la diferencia de resultados entre un escenario con la implementación de la medida y el escenario BAU.

6.1.4. Precios de mercado y distorsiones³²

En un mercado en equilibrio competitivo, los precios reflejan los costos de oportunidad de producir un bien. No obstante, en la vida real, los mercados tienen imperfecciones causadas por intervenciones gubernamentales o por fallas de mercado. Estas imperfecciones hacen que los precios de mercado no reflejen necesariamente los costos y beneficios sociales.

De existir distorsiones, es necesario evaluar y realizar ajustes a los precios antes de utilizarlos en una evaluación. En este sentido, desde el punto de vista del ACB, el problema relevante no es si los precios del mercado son perfectos, sino si existen métodos disponibles para valorar los costos y beneficios sociales de los proyectos. En este sentido, los factores de corrección representan las distorsiones e imperfecciones del mercado y permiten que se interioricen las mismas, con el objetivo de expresar los valores en precios sociales. Así, los parámetros para la corrección de precios de mercado a precios sociales se encuentran en el Anexo 11 de la Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Directiva N° 001-2019-EF/63.01, del Ministerio de Economía y Finanzas.

Es importante mencionar que no siempre los bienes pueden ser comercializados y, por lo tanto, no siempre existen precios de mercado para valorarlos. Este es el caso del precio social del carbono, que en el contexto de las evaluaciones de las medidas de mitigación permite incorporar el costo o beneficio social neto que tiene los beneficios por reducir las emisiones de GEI. Además, puede ser implementado en cualquier tipología de proyectos en que exista una medida de sus emisiones de GEI y que puedan ser expresados en equivalentes de carbono, siendo el precio social del carbono, para efectos de la evaluación social de proyectos en Perú, de US\$ 30 por tonelada de CO₂.³³

7. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para la evaluación económica de las medidas de adaptación al cambio climático es necesario identificarlas a partir de un proceso de análisis de riesgo ante los efectos del cambio climático, lo que garantiza que las medidas seleccionadas sean las más adecuadas para gestionar los riesgos específicos asociados a los efectos del cambio climático. Por ello, previo a las estimaciones económicas, se deben resumir los principales hallazgos del análisis de riesgo, con el objetivo de identificar los impactos que se desean evitar, y los beneficios existentes; es decir, los costos y beneficios de la situación sin la implementación de las medidas. Adicionalmente, se deben establecer los costos y beneficios asociados a cada uno de los componentes de la medida

³² Los factores de corrección ajustan los precios de mercado para reflejar los valores sociales de los bienes y servicios incluidos en el análisis. Estos factores permiten tener en cuenta aspectos como externalidades, distorsiones de mercado o inequidades en los precios relativos, y se calculan utilizando distintas metodologías según el contexto del proyecto. Beltrán y Cueva (2007) detallan como se calculan dichos factores. Asimismo, el Anexo 11 de invierte.pe (Disponible en https://www.mef.gob.pe/es/?id=3070&option=com_content&language=es-ES&Itemid=101376&lang=es-ES&view=article) incluye como parte de los parámetros de la evaluación social los factores de corrección.

³³ Anexo 11 de la Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Directiva N° 001-2019-EF/63.01.

de adaptación previamente identificada, para evidenciar cómo esta responde a los impactos que se desea evitar.

Para ilustrar el proceso de evaluación económica de las medidas de adaptación, consideremos el caso de una región costera vulnerable a la erosión y el aumento del nivel del mar. En primer lugar, el análisis de riesgo identifica las áreas más expuestas, las infraestructuras críticas en peligro y las pérdidas económicas proyectadas si no se implementan medidas de adaptación. A partir de este diagnóstico, la evaluación económica debe estimar los costos asociados a los impactos del cambio climático como la pérdida de terrenos, daños a edificaciones y afectaciones a la actividad turística, en un escenario sin intervención. Luego, se analizan los costos y beneficios de diferentes medidas de adaptación. Por ejemplo, si la estrategia de adaptación consiste en la construcción de diques y la regeneración de playas, se deben estimar los costos de inversión y mantenimiento de estas infraestructuras; así como los beneficios potenciales, como la reducción de daños en propiedades, el mantenimiento de los ingresos turísticos y la disminución de los costos en seguros y recuperación post desastre. Finalmente, la evaluación económica debe demostrar cómo la medida seleccionada contribuye a reducir los impactos proyectados. En el caso de la región costera, si el análisis de riesgos evidencia que el aumento del nivel del mar podría causar la pérdida de un 30% de las playas turísticas en los próximos 20 años, la implementación de barreras naturales y diques puede reducir significativamente este impacto. El beneficio económico de la medida se reflejará en la conservación del valor de las propiedades, la estabilidad del sector turístico y la reducción de gastos en reparaciones de infraestructura. Con este enfoque basado en evidencia, la evaluación económica no solo valida la efectividad de la medida, sino que también facilita la toma de decisiones informadas sobre su financiamiento e implementación.

Es así como la evaluación económica de las medidas de adaptación al cambio climático debe partir de un análisis de riesgo ante el cambio climático robusto que identifique los impactos potenciales y los beneficios de la intervención. Este proceso permite cuantificar los costos y beneficios de las medidas. A continuación, se presentan y desarrollan las principales consideraciones metodológicas para la evaluación económica de las medidas de adaptación al cambio climático:

7.1. Identificación de la medida de adaptación al cambio climático

La identificación de las medidas de adaptación, realizada mediante el análisis de riesgo, debe considerar que estas se orientan a gestionar los riesgos asociados al cambio climático, para grupos vulnerables. En ese contexto, dentro de la información generada por dicho análisis debemos identificar en primer lugar al riesgo que se gestionará, que constituirá el problema a resolver. Luego, las causas que generan el problema, entendiéndose como los factores que generan el riesgo.

Finalmente, se identificarán los efectos del problema, que se relacionarán con los potenciales daños, alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, económicas y ambientales, así como las pérdidas que ocasionará. Esto permite identificar los beneficios y costos en la situación “sin medida”. Por lo que la elaboración de la cadena causal será útil para la definición de los efectos negativos directos, indirectos y las externalidades negativas.

La identificación de las acciones concretas que deben ejecutarse para lograr los medios fundamentales vinculados con cada uno de los factores que generan el riesgo asociado con el cambio climático (peligros, exposición, fragilidad, resiliencia), es la base del planteamiento de las medidas de adaptación específicas que se evaluarán. El planteamiento –realizado en el análisis de riesgo– debe identificar los actores que tienen una relación directa o indirecta en las fases de planificación, implementación y seguimiento de la medida de adaptación.

7.2. Definición de escenarios de ocurrencia de peligros asociados al cambio climático

Un paso importante es definir los escenarios de ocurrencia de los peligros asociados al cambio climático en el horizonte de evaluación. A partir de información histórica y de escenarios climáticos será necesario identificar la periodicidad y probabilidad de ocurrencia de los peligros. Para los cambios graduales y progresivos, se debe identificar el momento de aparición y la severidad de dichos impactos durante el horizonte de evaluación. Esto se refleja en la Ilustración 01; la cual muestra una situación donde, en un horizonte de evaluación de 21 años (considerando un periodo para fase de inversión y 20 para la fase de funcionamiento),³⁴ la reducción de los recursos hídricos de origen glaciar se presenta todos los años y, debido a que dicho cambio ya se manifiesta de forma anual, se considera desde el primer periodo de la fase de funcionamiento.

Ilustración 01: Escenario de ocurrencia constante de peligros – cambios graduales y progresivos

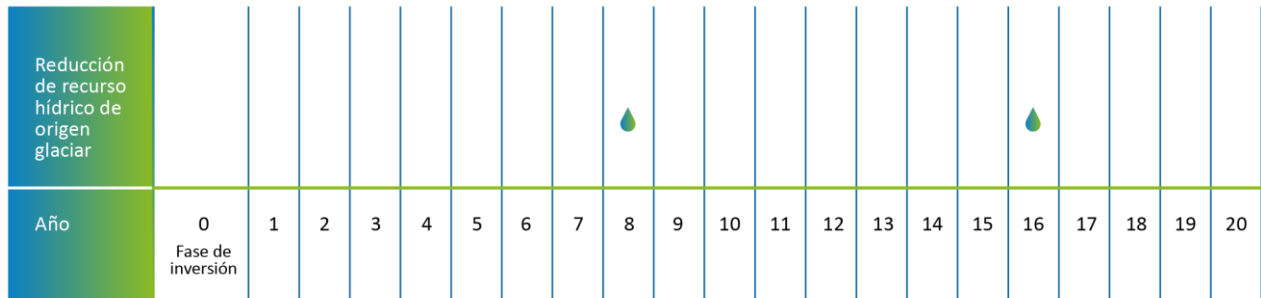


Peligro: Reducción de recurso hídrico de origen glaciar
 Ocurrencia: Durante todo el horizonte de evaluación

En el caso de los eventos extremos asociados al clima, se debe plantear cada cuántos años se espera la ocurrencia de dichos fenómenos, así como el periodo esperado de la ocurrencia del próximo. Este tipo de escenarios se refleja en la Ilustración 02, la cual muestra un escenario donde la ocurrencia de lluvias intensas se presenta cada 8 años y produce deslizamientos. Además, se sabe que, durante el presente año, ya ocurrieron, por lo que se prevé que sucedan de nuevo durante el año 8 y 16 de la fase de funcionamiento.

³⁴ En el caso de la inversión pública en el marco de INVIERTE.PE estas fases son las de ejecución y funcionamiento, respectivamente. Se puede consultar en: <https://www.mef.gob.pe/es/ciclo-de-inversion>

Ilustración 02: Escenarios de ocurrencia en periodos específicos de peligros – eventos extremos

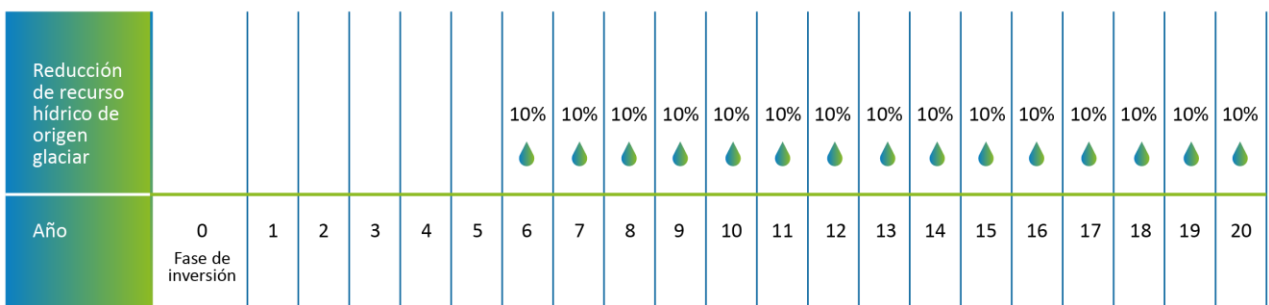


● Peligro: Deslizamiento
Ocurrencia: Cada 8 años

En el caso en que la información disponible sobre antecedentes históricos y eventos extremos no permita establecer escenarios específicos de ocurrencia de peligros, pero señale que se puede presentar durante el periodo de evaluación, los escenarios pueden hacer uso de las probabilidades de ocurrencia.

En el caso de los cambios graduales y progresivos, se requiere determinar el momento en que podrían aparecer, así como y la severidad de dichos impactos durante el horizonte de evaluación. Esto se refleja en la Ilustración 03, la cual muestra una situación donde la reducción de los recursos hídricos de origen glaciar se presenta todos los años a partir del año 6 del horizonte de evaluación, con 10% de probabilidad de ocurrencia cada año.

Ilustración 03: Escenario de ocurrencia constante de peligros – cambios graduales y progresivos



Fase de funcionamiento

● Peligro: Reducción de recurso hídrico de origen glaciar
Ocurrencia: A partir del año 6 del horizonte de evaluación, con 10% de probabilidad cada año

Finalmente, los escenarios de ocurrencia de peligros planteados informarán los periodos en los que se darán los costos y beneficios de las situaciones con y sin medida de adaptación, según corresponda. Esto se verá reflejado como reducciones progresivas de beneficios (o aumentos

progresivos de costos), o como la probabilidad de ocurrencia de ciertos flujos de caja de costos o beneficios en periodos específicos.³⁵

7.3. Determinación de costos y beneficios directos, indirectos y externalidades

Una vez definidas las medidas de adaptación, es necesario identificar y cuantificar los beneficios sociales directos, indirectos y las externalidades positivas asociados a estas medidas, así como los co-beneficios que brinden las acciones analizadas. Este análisis debe realizarse tanto para el escenario en el que no se implementa la medida (línea base) como para aquel en el que sí se aplica. En ambos casos, los escenarios de ocurrencia de peligros climáticos servirán como base para determinar los costos y beneficios a considerar, permitiendo una evaluación integral del impacto de las medidas de adaptación. En el marco de la evaluación económica, los co-beneficios deben ser cuantificados, cuando la información lo permita, utilizando metodologías de valoración económica apropiadas (como costos evitados, precios de mercado o métodos de valoración contingente), y clasificados según corresponda como beneficios sociales indirectos o externalidades positivas, a fin de reflejar adecuadamente su contribución al impacto total de la medida.

7.4. Evaluación social de las medidas de adaptación al cambio climático

La implementación de las medidas de adaptación al cambio climático se evalúa desde la perspectiva del bienestar de la sociedad, para lo cual se analizan los beneficios incrementales sociales de la ejecución de las medidas.³⁶ La identificación de las medidas de adaptación, realizada previamente mediante el análisis de riesgo, debe considerar que estas se orientan a gestionar los riesgos asociados al cambio climático, para grupos o sujetos expuestos. En ese contexto, dentro de la información generada por dicho análisis debemos identificar los efectos del problema, que se relacionarán con los potenciales daños o alteraciones, así como las pérdidas que ocasionará. Las medidas de adaptación analizadas deberán tener como beneficios evitar, reducir o prevenir dichos efectos negativos.

(i) Estimación de los costos sociales

Para la estimación de los costos sociales, se consideran los parámetros de evaluación social proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas.³⁷ Los costos sociales deben estimarse en el escenario “sin medida” y en el escenario “con medida”. Estos cálculos serán utilizados para realizar el análisis incremental.

(ii) Estimación de los beneficios sociales

Sobre la base de los beneficios de implementar las medidas de adaptación se estimaron los beneficios sociales, directos, indirectos y externalidades positivas atribuidos a la

³⁵ En los casos en los no exista suficiente información disponible para determinar con exactitud los escenarios futuros, se deberá plantear de manera hipotética las situaciones que correspondan analizar en cada caso particular, indicando los supuestos utilizados.

³⁶ Algunos efectos costos o beneficios que no tienen precio de mercado podrían no poderse valorar económicamente por falta de datos que lo permitan. En tal caso, aquellos costos deben ser descritos, de modo que se pueda identificar a qué tipo corresponden y los agentes que serían afectados. MEF (2019) los define para el caso de proyectos de inversión pública como “efectos negativos de difícil medición o valoración”, denominándolos “costos intangibles”.

³⁷ Anexo 11 de la Directiva N°001-2019-EF/63.01, o sus futuras actualizaciones.

ejecución de acciones. De la información pertinente para tener en cuenta para la evaluación económica es importante la definición de los escenarios de ocurrencia de los peligros asociados con el cambio climático, en el horizonte de evaluación de la intervención, con la finalidad de poder estimar las variaciones en los beneficios sociales directos, las variaciones en los beneficios sociales indirectos, y el impacto a otros agentes (terceros): externalidades positivas. En ese sentido, los beneficios sociales directos se vinculan con la población objetivo de la intervención, conformada principalmente por comunidades y sectores vulnerables frente a los efectos del cambio climático (como agricultores familiares, comunidades indígenas, poblaciones urbanas expuestas, entre otros), quienes experimentan mejoras concretas en su bienestar a través de la reducción de su exposición y sensibilidad a los eventos relacionados con el cambio climático. La implementación de medidas de adaptación permite, por ejemplo, una mayor seguridad alimentaria, acceso más seguro al agua, reducción de pérdidas económicas por eventos extremos, y fortalecimiento de medios de vida sostenibles. Asimismo, en los casos en que las medidas contribuyen adicionalmente a la reducción de emisiones de GEI, se generan beneficios colaterales como la mejora de la calidad del aire, la salud pública y la conservación de los ecosistemas, reforzando así el impacto positivo sobre el bienestar de la población objetivo.

Asimismo, para la estimación de los beneficios sociales, es fundamental considerar aspectos como las proyecciones de la producción de bienes o la prestación de servicios durante el horizonte de evaluación, tanto en el escenario sin la medida de adaptación como en el escenario con dicha medida. También se debe identificar y estimar la población que percibiría los beneficios directos, los beneficios sociales indirectos y las externalidades positivas, así como calcular el valor unitario de dichos beneficios.

Se elaboran los flujos de beneficios sociales tanto para el escenario “sin medida”, como para el escenario “con medida”, para realizar el análisis incremental. Estos flujos serán determinados de acuerdo con el horizonte de tiempo considerado para el análisis.

(iii) Análisis incremental

Consiste en comparar los beneficios sociales incrementales con los costos sociales incrementales de la implementación de medidas de adaptación. Los flujos de beneficios sociales incrementales (directos, indirectos, externalidades positivas) se construyen comparando la situación “con medida” y la situación “sin medida”; mientras que los costos sociales incrementales corresponderán a los costos sociales de implementación de la medida. Nos interesan aquellos beneficios y costos que aparecen por la aplicación de la medida.

Por ejemplo, en una situación en la que la erosión en un área agrícola que ocurre de forma lenta y permanente. Esto significa que, en la situación sin medidas de adaptación al cambio climático, los beneficios por mejoras en la producción agrícola se irían reduciendo paulatinamente tal como se aprecia en la Ilustración 04. La aplicación de acciones de adaptación que eviten o reduzcan las potenciales pérdidas causadas por la erosión, es decir, evitaría que los beneficios se pierdan, aunque incurriendo en costos asociados a su implementación, como indica la ilustración 05. Finalmente, el análisis

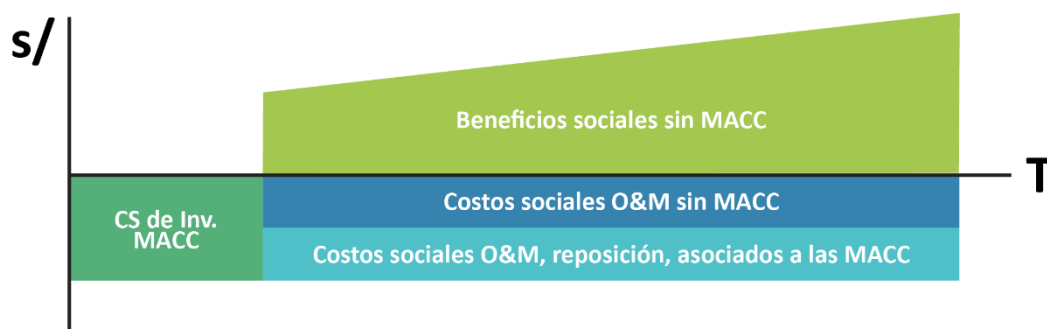
incremental en el que identificamos los flujos incrementales de la aplicación de la medida se observa en la Ilustración 06.

Ilustración 04: Flujos de beneficios y costos sociales en la situación “sin medida”



MACC = Medida de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento

Ilustración 05: Flujos de beneficios y costos sociales en la situación “con medida”



CS de Inv. MACC = Costos sociales de inversión en medidas de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento

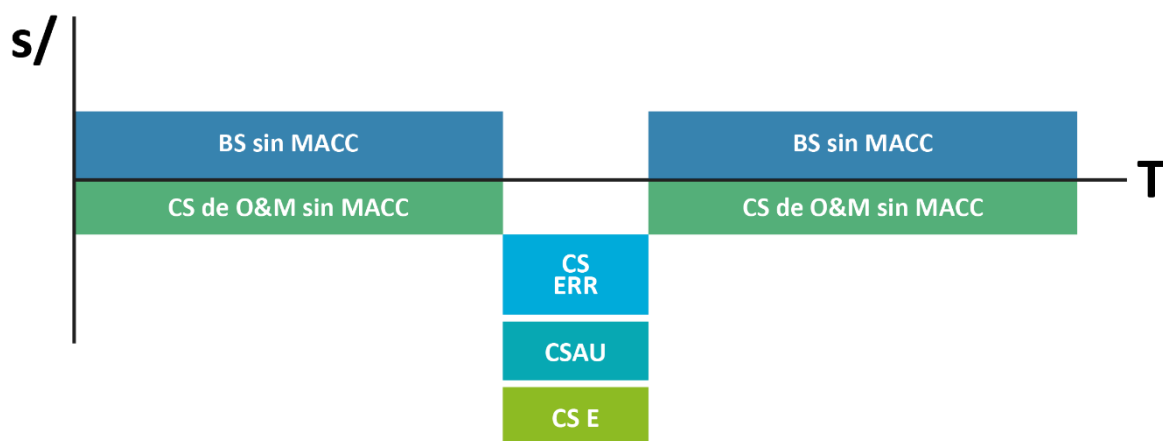
Ilustración 06: Flujos de beneficios y costos sociales incrementales atribuibles a la medida de adaptación



CS de Inv. MACC = Costos sociales de inversión en medidas de adaptación al cambio climático

Asimismo, se podría presentar un segundo tipo de caso, tomando en cuenta el escenario que describe la Ilustración 07, donde se generan interrupciones en los flujos de beneficios por el peligro en un determinado momento del horizonte de evaluación. En esa situación los beneficios sociales atribuidos a las medidas se generan en el periodo que dure la interrupción y corresponderá a los beneficios que no se perderán (BSNP) y a los costos sociales evitados (CSE) de atención de la emergencia, recuperación de capacidades, de costos sociales indirectos para la población o usuarios por no disponer de los bienes o servicios o para terceros (externalidades), tal como se presenta en la Ilustración 09. Para ello, se muestra gráficamente los escenarios de flujos de costos y beneficios sociales en el escenario “sin medida” y el escenario “con medida”, Ilustraciones 07 y 08 respectivamente.

Ilustración 07: Flujos de beneficios y costos sociales escenario “sin medida”



O&M = Operación y mantenimiento

CSERR = Costos sociales de atención de la emergencia, rehabilitación, recuperación de las zonas afectados

CSAU = Costos sociales indirectos

CSE = Costos de externalidades negativas

Ilustración 08: Flujos de beneficios y costos sociales en escenario “con medida”



CS de Inv. MACC = Costos sociales de inversión en medidas de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento

Ilustración 09: Flujos de beneficios y costos sociales incrementales



CS de Inv. MACC = Costos sociales de inversión en medidas de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento
CSERR = Costos sociales evitados de atención de la emergencia, rehabilitación, recuperación de las capacidades de las zonas afectadas
CSAU = Costos sociales indirectos evitados
CSE = Costos de externalidades negativas evitados
BNP = Beneficios sociales no perdidos.

(iv) Indicadores de rentabilidad social

Considerando el cálculo de los flujos incrementales, donde se estima el beneficio social generado por la ejecución de medidas de adaptación al cambio climático, se procede a la estimación del VANS y el TIRS.

Al respecto, si el VANS > 0 se evidencia que los beneficios que se generan a la sociedad son mayores a los costos de implementar las medidas; así como si el TIRS

estimado es mayor al costo de oportunidad, se concluye que es pertinente la implementación de la medida.

7.5. Evaluación privada de las medidas de adaptación al cambio climático

La evaluación privada permite comparar la viabilidad privada de las medidas planteadas, así como su sostenibilidad una vez implementadas. Los beneficios incrementales generados por la implementación de medidas de adaptación a precios de mercado pueden determinar la decisión de implementación de acciones rentables para actores no gubernamentales.³⁸ Para ello, se abordan los considerados para las estimaciones de los costos, beneficios y análisis incremental en términos de evaluación privada³⁹.

(i) Estimación de los costos privados

Sobre la base de la identificación de las medidas de adaptación concretas se estimarán a precios de mercado los costos de inversión, así como los costos de operación, mantenimiento y reposición. A partir de ellos se elaboran los flujos de costos de acuerdo con el horizonte de tiempo establecido para la evaluación económica de la ejecución de medidas de adaptación al cambio climático.

Los costos deben estimarse en el escenario “sin medida” y en el escenario “con medida”, estos cálculos serán utilizados para realizar el análisis incremental de la evaluación económica privada.

(ii) Estimación de beneficios privados

En los casos que sea pertinente la evaluación de la rentabilidad privada de la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático, se contemplarán los ingresos percibidos de las ventas de los productos o la provisión de un servicio. Para estimar los citados ingresos, es necesario contar con: i) las proyecciones de las cantidades vendidas de producción de los bienes o prestación de los servicios durante el horizonte de evaluación en la situación sin medida de adaptación al cambio climático y en la situación con medida de adaptación al cambio climático, y ii) las proyecciones o valores del precio de venta o tarifa.

Los flujos de ingresos que se calculen deben considerar ser estimados en el escenario “sin medida” y en el escenario “con medida”, con la finalidad que se utilice en el análisis incremental de la evaluación económica.

(iii) Análisis incremental

³⁸ Por ejemplo, para determinar si un actor beneficiario de la medida de adaptación alcanza la sostenibilidad de sus actividades debido a la implementación de ésta.

³⁹ En la evaluación privada de medidas de adaptación climática, el análisis de viabilidad requiere diferenciar claramente los flujos de caja privados (inversión, operación y endeudamiento, incluyendo depreciación, impuestos y valores en libro) de los flujos sociales (beneficios y costos sociales). Este enfoque permite estimar la rentabilidad real para actores no gubernamentales, contrastando con los criterios de evaluación social que priorizan impactos colectivos. Información disponible en “Guía general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión” (MEF, 2024).

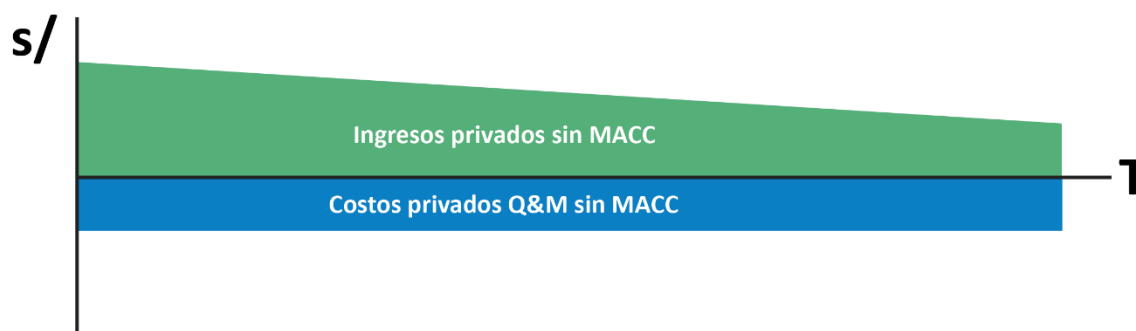
Consiste en comparar los beneficios privados con los costos privados incrementales de las medidas de adaptación al cambio climático.

Los flujos de ingresos incrementales se estiman comparando los ingresos en la situación “con medida” y los ingresos en la situación “sin medida”; mientras que los costos incrementales corresponderán a los costos de inversión, reposición, operación y mantenimiento asociados a la implementación de las medidas a precios de mercado.

Considerando un caso donde las proyecciones de costos y beneficios atribuibles a la implementación de las acciones de adaptación (flujos marginales) se generan durante todo el horizonte de evaluación. Por ejemplo, si se implementan medidas para recuperar y mantener los suelos para uso agropecuario, se generarán beneficios privados durante el horizonte de evaluación por el incremento de la productividad y producción agropecuaria, que se logrará por la recuperación gradual de la superficie de suelos arables.

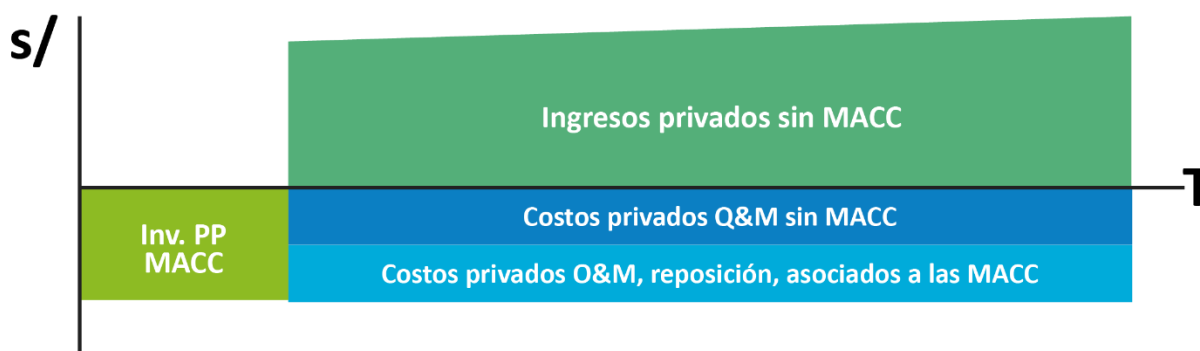
En este sentido, la Ilustración 10 presenta flujos en la situación sin medida y la Ilustración 11 evidencia flujos estimados en el escenario que considera la implementación de medidas de adaptación. Con ello, el análisis incremental de la evaluación económica se puede apreciar en la Ilustración 12.

Ilustración 10: Flujos de ingresos y costos privados en la situación “sin medida”



MACC = medida de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento.

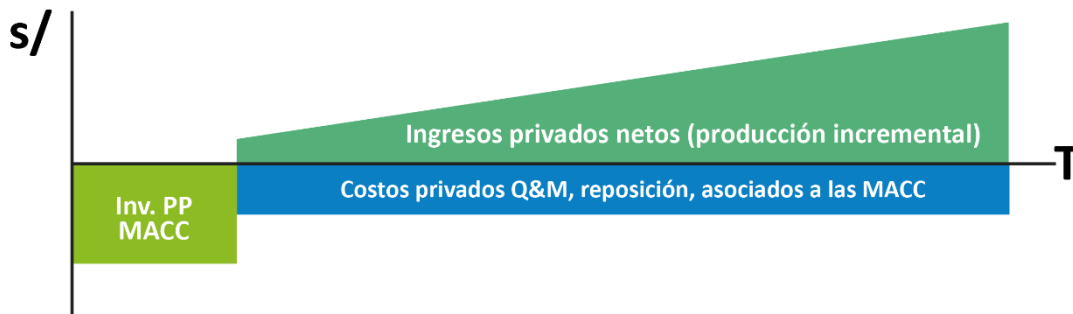
Ilustración 11: Flujos de ingresos y costos privados en la situación “con medida”



MACC = medida de adaptación al cambio climático
O&M = Operación y mantenimiento.

Inv. PP MACC = Costos de inversión en medidas de adaptación al cambio climático a precios de mercado.

Ilustración 12: Flujos de ingresos y costos privados incrementales atribuibles a la medida de adaptación



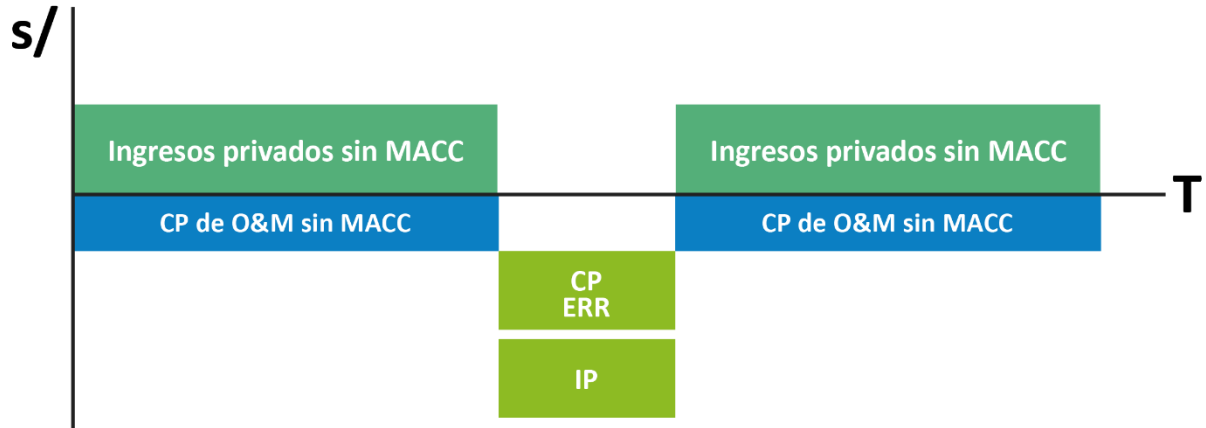
MACC = medida de adaptación al cambio climático

O&M = Operación y mantenimiento.

Inv. PP MACC = Costos de inversión en medidas de adaptación al cambio climático a precios de mercado.

Asimismo, en un segundo escenario en el que se plantea que el lugar de intervención sufra daños que interrumpan temporalmente su funcionamiento; los beneficios privados que se atribuirán a las acciones de adaptación serán los ingresos no perdidos, así como los costos evitados de atención de la emergencia, rehabilitación, recuperación de las capacidades de las zonas afectadas del agente privado analizado. Tomando en cuenta el escenario de presencia de riesgo climático donde se generan interrupciones temporales en su funcionamiento y pérdidas consiguientes en el año 11, en esa situación los beneficios privados atribuidos a las medidas se generan en el periodo que dure la interrupción y corresponderán a los ingresos no perdidos y a los costos evitados de atención de la emergencia, recuperación de capacidades, tal como se presenta en la Ilustración 13. Para ello, se muestra gráficamente los escenarios de flujos de costos y beneficios sociales en el escenario “sin medida” y el escenario “con medida”, Ilustraciones 13 y 14 respectivamente.

Ilustración 13: Flujos de beneficios y costos privados escenario “sin medida”



O&M = Operación y mantenimiento

CPERR = Costos privados de atención de la emergencia, rehabilitación, recuperación de las zonas afectados

IP = Ingresos perdidos

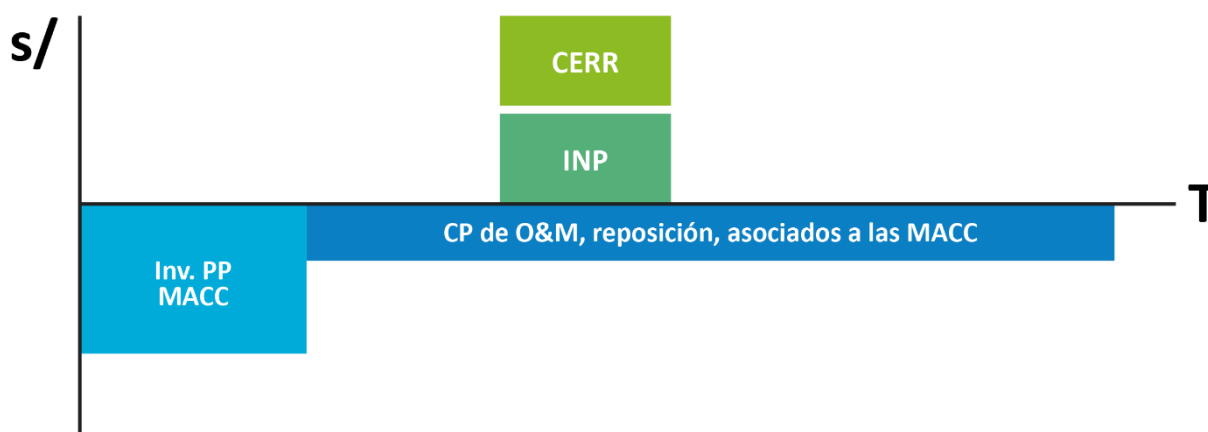
Ilustración 14: Flujos de ingresos y costos privados en escenario “con medida”



Inv. PP MACC = Costos de inversión en medidas de adaptación al cambio climático a precios de mercado.

O&M = Operación y mantenimiento

Ilustración 15: Flujos de ingresos y costos privados incrementales



CERR = Costos evitados de atención de la emergencia, rehabilitación, recuperación de las capacidades de las zonas afectadas del agente privado analizado.

INP = Ingresos no perdidos.

Inv. PP MACC = Costos de inversión en medidas de adaptación al cambio climático a precios de mercado.

O&M = Operación y mantenimiento.

(iv) Indicadores de rentabilidad privada

Considerando el cálculo de los flujos incrementales, donde se estima el beneficio privado obtenido por la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, se procede a la estimación del VAN y el TIR.

Al respecto, si el $VAN > 0$, se evidencia que los ingresos son mayores a los costos; y si el TIR estimado es mayor al costo de oportunidad, se concluye que es pertinente la implementación de la medida de adaptación analizada.

8. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para la evaluación económica de las medidas de mitigación al cambio climático se requiere la correcta identificación de las mismas. Posteriormente, identificar, cuantificar y valorizar los costos y beneficios incrementales atribuibles a la ejecución de medidas y, en base a estos aspectos, evaluar la rentabilidad económica, social y privada para que de esta forma sea posible determinar si es factible y beneficiosa su implementación.

La evaluación económica de las medidas de mitigación puede incluir tanto el análisis social como el privado, dependiendo de la naturaleza de la medida y de los objetivos del estudio. En términos generales, las medidas de mitigación con implicaciones amplias para la sociedad, como la transición a energías renovables o la mejora del transporte público sostenible, requieren una evaluación social para determinar sus impactos en el bienestar colectivo, considerando externalidades positivas y negativas.

Sin embargo, no todas las medidas de mitigación necesitan obligatoriamente ambas evaluaciones. En el caso de inversiones privadas, como la adopción de tecnologías de eficiencia energética por parte de empresas, el análisis privado es fundamental para determinar la rentabilidad desde la perspectiva del inversionista. No obstante, si la medida implica incentivos gubernamentales o genera beneficios indirectos a la sociedad, se recomienda complementar con un análisis social para evaluar su impacto más allá del agente privado.

Por lo tanto, la necesidad de realizar ambas evaluaciones dependerá de la medida específica y de su alcance. En los casos en que los beneficios y costos trasciendan a un solo actor económico, la evaluación social es clave para garantizar una visión integral de los impactos de la mitigación del cambio climático.

La evaluación económica de las medidas implica desarrollar los pasos necesarios para lograr el planteamiento de estas sobre la base de una correcta identificación de actores e impacto potencial, que, posteriormente, considera el desarrollo de una evaluación social y privada.

En este sentido, inicialmente se debe precisar la información asociada al periodo de evaluación, potencial de mitigación, así como los sectores que involucran la medida en análisis, en los términos de información que se requiere para el análisis económico.

A continuación, se presentan y desarrollan las principales consideraciones metodológicas para la evaluación económica de las medidas de mitigación al cambio climático:

8.1. Identificación de la medida de mitigación al cambio climático

Para una correcta estimación de costos y beneficios se debe, en primer lugar, definir la denominada situación base u original, que no es otra que la situación proyectada sin la implementación de la medida. A esta situación, se le ha denominado escenario BAU.

En este sentido, el escenario BAU representa el crecimiento de las emisiones si no se realiza la intervención. Para establecer la situación BAU, se requiere proyectar o simular la situación de los elementos clave que son afectados durante el horizonte de evaluación de la medida analizada. Estos elementos incluyen, entre otros, variables sectoriales como el crecimiento económico, la demanda energética, la producción agrícola, la expansión urbana o la actividad industrial, dependiendo del sector en el que se aplique la medida. También se deben considerar los factores de emisión, que reflejan las emisiones de GEI asociadas a las actividades específicas del sector, como el uso de combustibles fósiles, la aplicación de fertilizantes, la gestión de residuos o los cambios en el uso del suelo.

Además, es importante tener en cuenta las tendencias tecnológicas, evaluando la evolución esperada de las tecnologías utilizadas en el sector, tanto en términos de eficiencia como de adopción de tecnologías limpias. Asimismo, se deben analizar las políticas y regulaciones vigentes que puedan influir en el comportamiento de los actores y en las emisiones proyectadas, como normas de calidad del aire, estándares de eficiencia energética o incentivos fiscales. Por último, no se pueden dejar de lado las condiciones socioeconómicas, como el crecimiento poblacional, los patrones de consumo, la urbanización y otros factores que puedan afectar la demanda de bienes y servicios asociados a las emisiones.

Estos elementos deben ser identificados y priorizados por los sectores implementadores, considerando su relevancia para la medida de mitigación en cuestión y la disponibilidad de datos para su proyección. La Guía proporciona orientaciones metodológicas para la selección y priorización de estos elementos, asegurando que el escenario BAU refleje de manera realista la situación proyectada sin la implementación de la medida.

Luego, es necesario comparar el escenario BAU con la situación que se estima sea la resultante de la ejecución de la medida de mitigación analizada, durante el horizonte de evaluación definido. Asimismo, se deben identificar los mecanismos o elementos que componen la medida de mitigación. Para la definición de la medida de mitigación se requieren incluir los siguientes elementos:

(i) Descripción de la medida de mitigación al cambio climático

Se realiza una descripción de la medida de mitigación, que permita identificar sus componentes. Asimismo, permite clasificar a las medidas con base al nivel de precisión en diseño de estas, así como los plazos estimados para su implementación. Así, es posible clarificar la información vinculada a la fecha de evaluación, los elementos o componentes, los plazos de tiempo establecidos para la medida, los actores involucrados y las condiciones necesarias para el desarrollo de la medida.

(ii) Definición de periodo de inicio y componentes de la medida de mitigación al cambio climático

En este punto se debe establecer el periodo de inicio, así como los componentes de la medida a analizar. La fijación de la fecha de inicio también puede estar relacionada al inicio de la implementación de las condiciones habilitantes. En general, al definir la fecha de inicio, lo que ocurre antes corresponde a la situación BAU (sin intervención).

(iii) Identificación preliminar de actores

Se identifican los actores que tienen una relación directa o indirecta en las fases de planificación, implementación y seguimiento de la medida de mitigación. Estos actores pueden ser entidades del sector gubernamental, privado o de la sociedad civil.

(iv) Potencial de mitigación o remoción de GEI

Se requiere de una proyección detallada de las emisiones de GEI en un escenario BAU, comparándola con las emisiones que se generarían al implementar una medida de mitigación, para determinar el diferencial de reducción o remoción de emisiones. Este análisis es clave para evaluar cómo la medida contribuye a las metas de la Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) y para estimar los beneficios económicos asociados a la reducción de emisiones. Para fortalecer este

apartado, es esencial utilizar factores de emisión específicos, basados en datos nacionales o estándares internacionales como los del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), y recolectar datos de actividad confiables, como el consumo de combustibles o la producción agrícola. Estos elementos deben actualizarse periódicamente y documentarse con sus rangos de incertidumbre, asegurando la consistencia y trazabilidad de la información.

Además, se recomienda aplicar metodologías estandarizadas, como las del IPCC o mecanismos internacionales (como es el caso de REDD+), incluyendo análisis de sensibilidad y escenarios alternativos para evaluar el impacto de cambios en los factores de emisión o datos de actividad. Es crucial adoptar un enfoque de cadena de impacto, considerando no solo las emisiones directas, sino también las indirectas y los efectos secundarios, así como realizar un análisis de fugas para identificar posibles desplazamientos de emisiones. Asimismo, se deben estimar los beneficios económicos de la reducción de GEI, utilizando el costo social del carbono como referencia y cuantificando ahorros en costos operativos, ingresos adicionales y co-beneficios como la creación de empleos verdes o la mejora en la productividad agrícola.

Finalmente, es fundamental establecer un sistema robusto de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para seguir el progreso de la implementación de la medida, validar las reducciones de emisiones y asegurar la transparencia y credibilidad de los resultados. Este sistema debe incluir indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el impacto de la medida en términos de reducción de emisiones y contribución a las metas de la NDC. Además, se debe promover un enfoque participativo, involucrando a actores clave como el sector público, privado, academia y sociedad civil en la identificación de factores de emisión, recopilación de datos y validación de estimaciones. Publicar los datos, metodologías y resultados contribuirá a generar confianza y facilitará la toma de decisiones informadas, asegurando que las estimaciones sean precisas, transparentes y útiles para el cumplimiento de las metas de mitigación del país.

Ejemplo: Pasos para la evaluación económica de una medida de mitigación

Para ilustrar la evaluación económica de las medidas de mitigación al cambio climático, se presenta el caso de la implementación de un programa de eficiencia energética en el sector industrial, cuyo objetivo es reducir el consumo de energía y, en consecuencia, las emisiones de GEI.

(i) Descripción de la medida de mitigación al cambio climático

El programa de eficiencia energética consiste en la instalación de motores eléctricos de alta eficiencia y sistemas de monitoreo del consumo energético en plantas industriales. Sus componentes incluyen incentivos financieros para la adopción de tecnología eficiente, asistencia técnica para la optimización de procesos y campañas de sensibilización sobre el uso eficiente de

la energía. La implementación está prevista en un período de cinco años, con participación de entidades gubernamentales, empresas privadas y asociaciones industriales.

(ii) Definición de periodo de inicio y componentes de la medida de mitigación al cambio climático

El programa se implementa en tres fases: (1) Identificación del marco normativo aplicable y de esquemas de financiamiento (año 1); (2) Adopción de tecnologías y capacitación de empresas (años 2-4); y (3) Evaluación de impactos y ajustes del programa (año 5). Antes de su implementación, el escenario BAU indica que las empresas continúan operando con equipos menos eficientes, sin incentivos para mejorar su consumo energético.

(iii) Identificación preliminar de actores

Los actores clave incluyen el Ministerio de Energía y Minas, que establece los incentivos y regulación específica; las empresas industriales, responsables de adoptar las nuevas tecnologías; proveedores de equipos eficientes; y centros de investigación que apoyan con asesoramiento técnico. Además, organizaciones financieras que facilitan créditos blandos para la adquisición de equipos.

(iv) Potencial de Mitigación o Remoción de GEI

Se proyecta que el programa reducirá el consumo energético en un 20%, lo que equivale a una disminución de 500,000 toneladas de CO₂ anuales en comparación con el escenario BAU. Esta estimación se basa en factores de emisión nacionales y en datos de actividad reportados por las industrias. Se considera un análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de variaciones en el precio de la electricidad y en la tasa de adopción de la tecnología.

(v) Evaluación económica

Los costos incluyen la inversión en equipos (USD 50 millones), capacitación (USD 5 millones) y administración del programa (USD 2 millones). Los beneficios económicos provienen del ahorro en costos de electricidad (USD 20 millones anuales), incentivos por reducción de emisiones (USD 10 millones anuales) y mejoras en la productividad industrial. Aplicando una tasa de descuento social del 5 %, se estima un VANS positivo, evidenciando que los beneficios superan los costos y justificando la implementación del programa.

8.2. Análisis de la medida de mitigación al cambio climático

En el marco del análisis de la medida de mitigación al cambio climático se desarrollan los siguientes aspectos:

(i) Identificación de ventajas y desventajas sobre los actores

En esta etapa, es necesario identificar y listar todos los actores involucrados en la implementación de las medidas, así como las ventajas (ingresos o beneficios) o desventajas (costos o pérdidas) que obtienen por efecto de la medida, para lo cual debe utilizarse la identificación de actores realizada previamente.

La metodología del ACB trabaja con las categorías de ventajas y desventajas sin hacer ningún juicio de valor sobre la conveniencia o legitimidad de los beneficios o

perjuicios correspondientes. Esta categorización es simplemente un instrumento para no dejar efectos fuera del análisis. Una vez que las ventajas y/o desventajas logran ser valorizadas y se cuantifica su impacto se denominan beneficios y/o costos.

(ii) Identificación de efectos sobre actores

Dada la importancia en la selección de los actores es necesario contar con aquellos a quienes se consideren tengan un mayor impacto, y así capturar la mayor parte de los efectos positivos (beneficios) o negativos (costos). Posteriormente, es necesario revisar y asegurarse que se han incorporado los actores y efectos más importantes. Asimismo, revisar que un mismo efecto no se esté repitiendo al asignarlo de diferente manera entre actores.

Los efectos para considerar se pueden clasificar en tres categorías:

a. Efectos monetarios

Pueden ser medidos en unidades monetarias directamente, porque se trata de impactos que pueden evaluarse en función de los precios de mercado.

b. Efectos para los que existen métodos de valorización

Pueden ser traducidos a unidades monetarias a través de determinados métodos.

c. Efectos no susceptibles de una valorización (no monetarios)

No existen métodos aceptados que permitan expresarlos en unidades monetarias.

Asimismo, estas tres categorías pueden tratarse de efectos directos e indirectos, los cuales deben distinguirse de acuerdo con las siguientes precisiones:

- Efectos Directos

Impactos que se producen en el mercado cuyos precios y niveles de consumo son afectados por el proyecto en evaluación.

- Efectos Indirectos

Impactos en mercados vinculados: de factores; de bienes de consumos sustitutos⁴⁰ o complementarios⁴¹; y en los mercados de bienes derivados⁴².

Es necesario un especial cuidado con el análisis de los efectos indirectos, pues es posible sobrestimar los beneficios o subestimar los costos de la intervención. Por ejemplo, un proyecto de instalación de paneles solares en una comunidad rural como medida de mitigación al cambio climático podría presentar efectos directos e indirectos. Un efecto directo sería la reducción de la dependencia de la electricidad proveniente de fuentes fósiles, lo que afecta directamente los costos de energía para los usuarios y mejora la sostenibilidad del suministro. Por otro lado, un efecto indirecto podría ser el impacto en los mercados de trabajo relacionados, como el aumento en la demanda de técnicos locales para la instalación y mantenimiento de los paneles solares, o el desplazamiento de inversiones que podrían haberse destinado a fuentes de energía tradicionales, lo que genera efectos indirectos en otros sectores energéticos.

Finalmente, el ordenamiento de esta identificación permite precisar las transferencias equivalentes, las cuales se producen cuando una medida genera un traslado de recursos de un sector a otro sin generar un efecto neto en la sociedad.

(iii) Determinación de costos y beneficios directos, indirectos y externalidades

Posterior a la determinación de los componentes de la medida, los actores relevantes en el proceso de implementación, y sus efectos directos e indirectos, se procede a identificar cuáles son los costos directos e indirectos para determinar una potencial estructura de costos y beneficios.

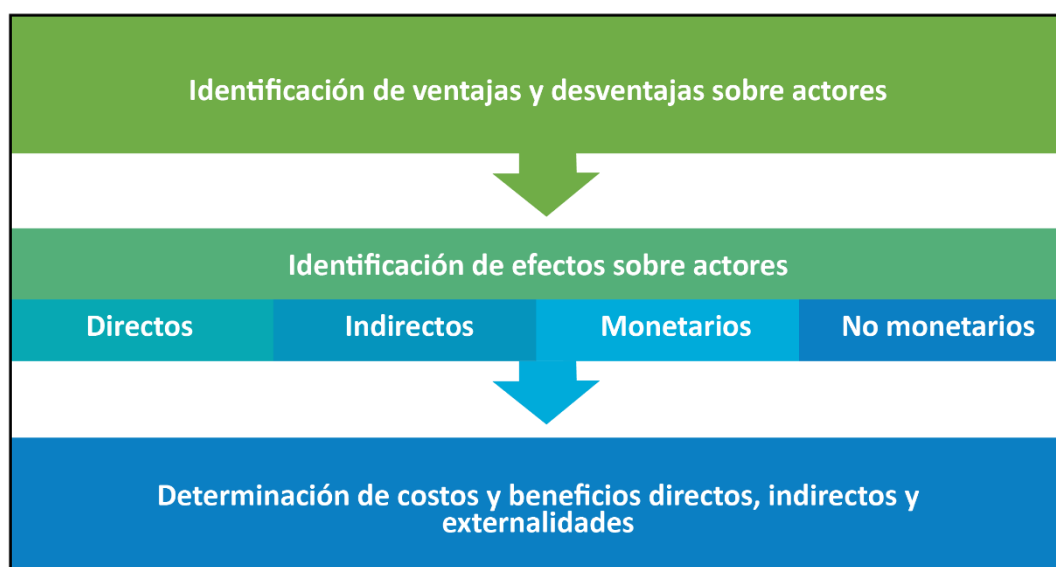
Este análisis permite determinar los valores a ser utilizados en la evaluación social y/o privada propuesta en la presente Guía. Finalmente, se debe identificar cuáles son los costos que asumen los actores de la implementación de cada acción, a ser considerados también en la evaluación económica. Igualmente, se detallan los valores asociados a los beneficios directos a ser utilizados tanto en la evaluación privada como la social, y los beneficios indirectos y las externalidades positivas a ser elementos para la misma. Este análisis también apoya a la identificación de los beneficios que son factibles a ser estimados en términos monetarios y aquellos que no.

⁴⁰ Dos bienes sustitutos A y B son aquellos en los que un aumento del consumo de A trae consigo una reducción del consumo de B y viceversa.

⁴¹ Dos bienes complementarios A y B son aquellos en los que un aumento (o disminución) del consumo de A genera un aumento (o disminución) del consumo de B y viceversa.

⁴² Los bienes derivados del bien A son aquellos que se producen utilizando el bien A como insumo.

Ilustración 16: Pasos para el Análisis de la Medida de Mitigación al Cambio Climático



Elaboración Propia

Posteriormente, corresponde determinar los costos y beneficios en los que incurren los actores que intervienen en una medida de mitigación, a partir de una evaluación social y privada de las medidas de mitigación.

8.3. Evaluación social de la medida de mitigación al cambio climático

La implementación de las medidas de mitigación del cambio climático se evalúa desde la perspectiva del bienestar de la sociedad, para lo cual se analizan los beneficios incrementales netos sociales de la ejecución de las medidas. En esta sección se presentan los beneficios y costos estimados previamente, a precios sociales, por actores y en los escenarios con y sin medida de mitigación.⁴³

(i) Estimación de los costos sociales

Las medidas se evalúan sobre la base de los costos del conjunto de la sociedad a precios sociales y con la tasa de descuento social. Se busca identificar los costos sociales, que no siempre resultan iguales a los costos medidos a precios de mercado.

En este punto, es necesario identificar y organizar los flujos de costos sociales tanto para el escenario BAU, como para el escenario con medida, los cuales se identificaron anteriormente en el análisis. Estos flujos serán determinados de acuerdo con el horizonte de tiempo considerado para la implementación de la medida.

⁴³ En este tipo de evaluación económica se utiliza la corrección de precios, donde se debe utilizar los parámetros de evaluación social proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas, los parámetros para la corrección de precios de mercado a precios sociales están en el Anexo 11 de la Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Directiva N°001-2019-EF/63.01.

(ii) Estimación de los beneficios sociales

Sobre la base de las ventajas y efectos identificados previamente se estimarán los beneficios sociales directos e indirectos atribuidos a la ejecución de acciones de mitigación, a precios sociales y con la tasa de descuento social.⁴⁴ En este punto, es necesario identificar y organizar los flujos de beneficios sociales, tanto para el escenario BAU como para el escenario con medida. Estos flujos son determinados de acuerdo con el horizonte de tiempo considerado para la implementación de la medida.

(iii) Análisis incremental de rentabilidad

Se comparan los beneficios sociales incrementales con los costos sociales incrementales de la implementación de medidas de mitigación del cambio climático. Los flujos de beneficios sociales incrementales se estiman comparando la situación “con medida” y la situación “sin medida”; mientras que los costos sociales incrementales corresponden a los costos sociales de inversión, reposición, operación y mantenimiento asociados a la medida.

Considerando un esquema en el que las proyecciones de costos y beneficios sociales atribuibles a la implementación de las acciones de mitigación obtenga beneficios incrementales durante el horizonte de evaluación. Asimismo, el cálculo de los flujos incrementales es necesario estimar el VAN por separado que corresponde a cada uno de los actores identificados como ganadores y perdedores.

Para ilustrar la evaluación social de medidas de mitigación, consideremos el caso de la implementación de un sistema de transporte público eléctrico en una ciudad con alta congestión vehicular y contaminación del aire. Este proyecto busca reemplazar progresivamente los autobuses diésel por unidades eléctricas, reduciendo así las emisiones de GEI y mejorando la calidad del aire.

En la estimación de los costos sociales, se identifican los costos de inversión inicial en la adquisición de autobuses eléctricos, la instalación de infraestructura de carga, los costos de operación y mantenimiento, así como los costos de transición para los transportistas. A precios sociales, estos costos pueden diferir de los valores de mercado, ya que se consideran externalidades como la reducción del ruido y la menor contaminación. Se establecen los flujos de costos para el escenario sin medida (BAU), donde se continúa con la flota diésel, y el escenario con la medida, donde se adopta el transporte eléctrico, evaluando el horizonte de tiempo definido para el proyecto.

Finalmente, en el análisis incremental de rentabilidad, se comparan los beneficios y costos sociales incrementales. Se calcula el VANS para determinar si la medida

⁴⁴ La tasa de descuento social es definida por el Ministerio de Economía y Finanzas.

genera un beneficio neto positivo para la sociedad, y la TIRS para evaluar su rentabilidad en comparación con el costo de oportunidad del capital. Si el $VANS > 0$ y la TIRS supera el costo de oportunidad, se concluye que la transición al transporte eléctrico es socialmente rentable y contribuye al bienestar colectivo. Este enfoque basado en un caso práctico permite visualizar la aplicación de la metodología y facilita la toma de decisiones en la formulación de políticas de mitigación.

8.4. Evaluación privada de la medida de mitigación al cambio climático

Los beneficios netos generados por la implementación de medidas de mitigación a precios de mercado, puede determinar la decisión del desarrollo de acciones rentables para el sector privado. Para ello, se consideran las estimaciones de los costos y beneficios a precios de mercado y análisis incremental en términos de evaluación privada.

La evaluación privada del impacto de las medidas de mitigación sobre los actores relevantes, los flujos a calcular se realizarán a la tasa de descuento privada. En los diversos casos se debe utilizar la tasa de descuento que refleje el costo de oportunidad del sector correspondiente.

(i) Estimación de costos privados

Se elaboran los flujos de costos privados tanto para el escenario BAU, como para el escenario con medida. Estos flujos son determinados de acuerdo con el horizonte de tiempo considerado para el análisis.

Asimismo, los flujos de los costos privados están compuestos por los costos de inversión, operación y mantenimiento, y reposición; evaluados a precios de mercado. Con los datos se elaboran los flujos de costos de acuerdo con el horizonte de tiempo establecido para la evaluación económica de la ejecución de medidas de mitigación al cambio climático.

(ii) Estimación de los beneficios privados

En los casos que sea pertinente la evaluación de la rentabilidad privada de la implementación de las medidas de mitigación del cambio climático, se contemplan los ingresos percibidos de las ventas de los productos o la provisión de un servicio. La estimación de los citados ingresos considera las proyecciones de las cantidades vendidas de producción de los bienes o prestación de los servicios durante el horizonte de evaluación, y las proyecciones del precio de venta o tarifa.

Los flujos de ingresos que se calculen deben considerar ser estimados en el escenario “sin medida” y en el escenario “con medida”, con la finalidad que se utilice en el análisis incremental de la evaluación económica.

(iii) Análisis incremental de rentabilidad

Consiste en comparar los flujos de beneficios privados incrementales con los costos incrementales, estimados en un escenario “sin medida”, y un escenario “con

medida”, con la finalidad que se utilice en el análisis de la evaluación económica. Además, se deben considerar los precios actualizados y a precios de mercado, cuando se ha considerado necesario, se obtienen de las estimaciones realizadas en la sección anterior.

Considerando el cálculo de los flujos incrementales, donde se estima el beneficio privado obtenido por la implementación de medidas de mitigación del cambio climático, se procede a la estimación del VAN y la TIR. Al respecto, si el $VAN > 0$ se evidencia que los beneficios son mayores a los costos; así como si la TIR estimada es mayor al costo de oportunidad, significa que la medida brinda beneficios netos, es decir, es deseable que se realice.