

11.0 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE COSTOS POR IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS

-Objetivo General

Estimar los beneficios y costos que tendrá el proyecto “LAS LOMAS SOLAR” en el bienestar de la sociedad.

-Marco Conceptual

Desde el punto de vista de la teoría económica, en una situación de equilibrio competitivo (sin fallas de mercado), tanto oferente como demandante alcanzan su bienestar a través de la intercepción de las curvas de oferta y demanda.

En ese equilibrio, el mercado solo observa costos y beneficios privados, omitiendo los efectos positivos o negativos que se producen en aquellos agentes que no han participado en la compra y venta del bien o servicio que se está comercializando en el mercado.

Desde la óptica financiera, la evaluación de un proyecto solo toma en cuenta los beneficios a partir de los ingresos que se generarán por la venta de un producto o servicio y los costos necesarios para invertir, operar y mantener el proyecto. En este escenario, el proyecto de inversión responde solamente a los intereses del inversionista privado.

En el enfoque económico y social, la evaluación de proyecto incluye los beneficios netos del inversionista (evaluación privada), e incorpora los costos y beneficios para la sociedad. De tal manera que se pueda concluir si el proyecto presenta indicadores económicos viables para la sociedad en general.

-Valor económico de los bienes y servicios ecosistémicos

Gran parte de los manuales y guías de la valoración económica ambiental parten por la clasificación de los valores que la sociedad asigna a los bienes y servicios ecosistémicos basado en el valor económico total.

Donde:

$$\text{VET} = \text{VU} + \text{VNU} = (\text{VUD} * \text{VUI} + \text{VO}) + (\text{VE} + \text{VL})$$

VET = Valor económico total

VU= Valor de uso

VNU= Valor de no uso

VUD= Valor de uso directo

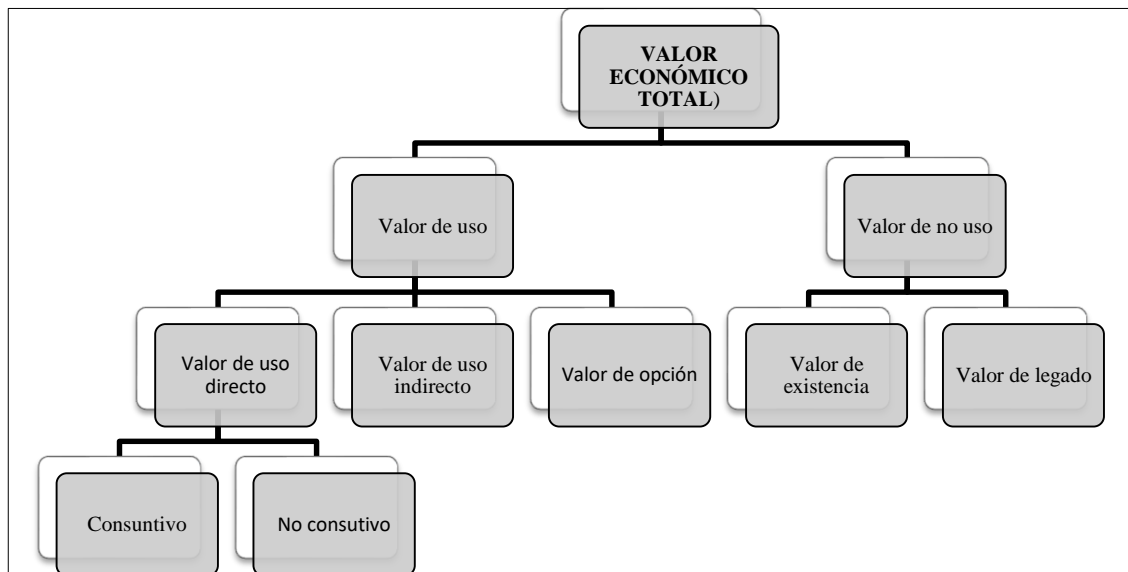
VUI= Valor de uso indirecto

VO= Valor de opción

VE= Valor de existencia

VL= Valor de legado

Figura 11.1 Valor Económico Total



Fuente: Introducción a la Economía Ambiental, Diego Azqueta.

-Concepto de las Externalidades

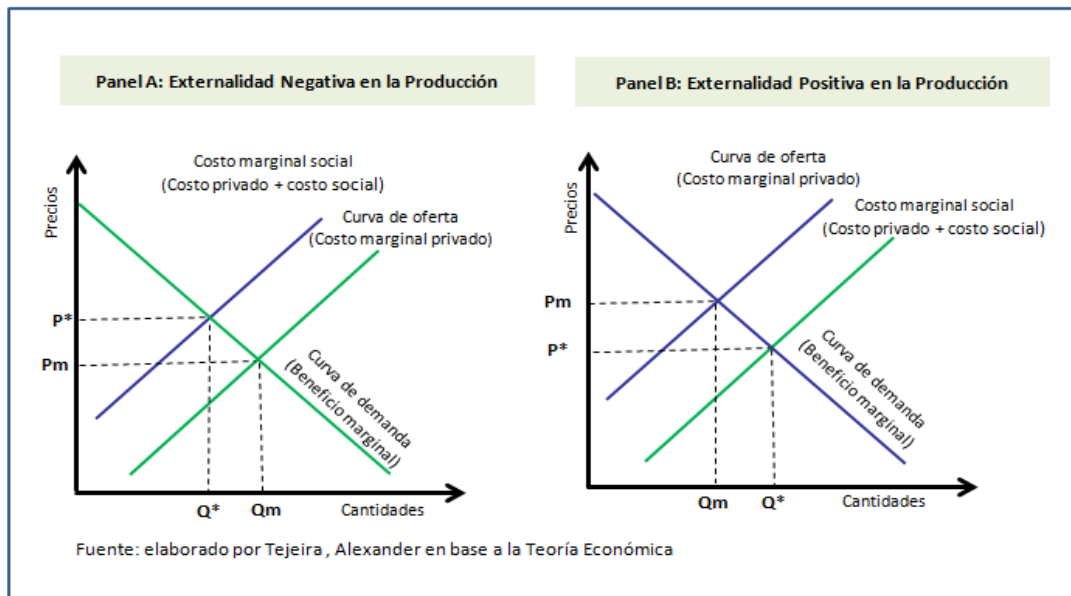
Siempre que una persona o una empresa emprende una acción que produce un efecto en otra persona o en otra empresa por el que esta última no paga ni es pagada, se está ante la presencia de una externalidad. Los casos en que los actos de una persona imponen costes a otras se denominan externalidades negativas. Sin embargo, no todas las externalidades son negativas. Hay algunos casos importantes de externalidades positivas, en los que los actos de una persona benefician a otras. **(Stiglitz, 2000)**.

En equilibrio, tanto el beneficio privado y social de una unidad más de consumo como el costo privado y social de una unidad de producto deben ser iguales. Las externalidades generan en efecto una desviación de esta regla general. Ellas suponen una divergencia entre el beneficio privado y el beneficio social del consumo, o alternativamente, una divergencia entre el costo privado y el costo social de producción. **(Letelier, 2006)**. La condición inicial de equilibrio:

$$\begin{aligned} [\text{Utilidad marginal privada}] &= [\text{Utilidad marginal social}] = [\text{Precio de mercado}] \\ &= [\text{Costo marginal privado}] = [\text{Costo marginal social}]. \end{aligned}$$

Lo planteado anteriormente se puede apreciar gráficamente, por ejemplo: en una situación de equilibrio competitivo (sin fallas de mercado), la curva de beneficio privado (demanda del bien) y la del costo marginal privado (oferta) se interceptan, no obstante, en ese equilibrio, solo se toman en cuenta los costos privados de las empresas que producen en el mercado, sin incluir los costos para la sociedad. El costo marginal social en ese mercado es superior al costo marginal privado (ver panel A de la siguiente figura).

Figura 11.2



11.1 Valoración monetaria de los impactos ambientales (beneficios y costos ambientales), describiendo las metodologías o procedimiento utilizados.

-Metodología a desarrollar en el presente capítulo

Para desarrollar el presente capítulo, se utilizó como marco de referencia la Guía de lineamientos básicos para presentar el “**Ajuste Económico por Externalidades Sociales y Ambientales**” (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá, septiembre 2014), así como algunas pautas y manuales internacionales sobre valorización monetaria del impacto ambiental.

El siguiente esquema presenta las etapas a desarrollar en el presente capítulo:

Etapas de la valorización monetaria a desarrollar

Etapa I (subpunto 10.1)	• Selección de los impactos a ser valorados monetariamente
Etapa II (subpunto 10.1 y 10.2)	• Valorización monetaria de los impactos
Etapa III (subpunto 10.3)	• Parámetros para la construcción y análisis del flujo económico-ambiental
Etapa IV (subpunto 10.3)	• Flujo económico-ambiental del proyecto
Etapa V (subpunto 10.4)	• Resultados de los indicadores de rentabilidad económica-ambiental

Según la Guía de la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (hoy Ministerio de Ambiente de Panamá), septiembre de 2014: **“Lineamientos básicos para presentar el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis beneficio-costó final”**, para valorar económicamente las externalidades sociales y ambientales, se disponen de una amplia gama de metodologías. La selección de una u otra metodología depende de varios factores, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- Naturaleza de la externalidad a ser valorada
- Información requerida y disponible
- Tiempo requerido
- Costo de la aplicación de la metodología
- Otros.

Además de lo anterior (según la Guía), la Unidad de Economía Ambiental, ha realizado numerosas aplicaciones de algunas metodologías básicas, por ejemplo:

- **Precios de mercado:** Es una técnica sencilla que consiste en determinar el valor económico de una externalidad a partir de información de precios de mercado.

- **Metodología de transferencia de beneficios:** Consiste en un procedimiento que utiliza resultados o estimaciones de valor ya obtenidas para determinados sitios y los aplica a otro sitio que tenemos interés de valorar. Existe un “protocolo de transferencia” que indica los pasos a seguir en su aplicación.
- **Costo de restauración:** También es denominado costo de reposición y/o remplazo. Consiste en cuantificar el gasto realizado, real o hipotéticamente, en labores de restauración del ecosistema o recurso degradado o destruido.

El presente capítulo tomará en cuenta dichos métodos de valorización económica de externalidades sociales y ambientales. Por lo tanto, conviene ampliar sobre el contenido del “protocolo de transferencia”, ya que se considerará en varios impactos a valorar, específicamente los ajustes que se tomarán en cuenta para transferir los valores monetarios de la investigación original al sitio donde se realiza el proyecto.

Metodológicamente, para transferir valores monetarios de estudios internacionales se deberán aplicar los correspondientes ajustes por tipo de cambio, PIB per cápita e inflación, mediante la siguiente ecuación:

$$VMTP = \frac{VO_n}{TC_n} * \frac{PIBP_{P_n}}{PIBP_{O_n}} * \frac{IPC_t}{IPC_n}$$

Donde:

VMTP= Valor monetario transferido a Panamá

VO_n = Valor monetario del país de origen en el año n

TC_n = Tasa de cambio del año n

$PIBP_{P_n}$ = PIB per cápita de Panamá en el año n

$PIBP_{O_n}$ = PIB per cápita del país de origen donde se realizó el estudio en el año n

IPC_t = Índice de precios al consumidor en el año t

IPC_n = Índice de precios al consumidor en el año n

t= Año actual

n= Año en que se realizó el estudio

Los ajustes sobre el IPC (Índice de precios al consumidor), intentan actualizar los valores de los estudios por medio de la evolución de la inflación. Mientras que el PIB per cápita (PIBP), ajusta el poder de compra entre los países. A mayor nivel de renta, se puede inferir un mayor bienestar, por consiguiente, una mayor disposición a pagar.

Los datos sobre el PIBP se consultarán en el sitio web del Banco Mundial. Para el tipo de cambio (TC), se realizará un promedio simple anual con los datos reportados por el Banco Central del país donde se realizará la transferencia de valores monetarios. El IPC nacional de Panamá se consultará en el Instituto Nacional de Estadística de Panamá (INEC). En los casos donde el año del valor transferido del país de origen no concuerde con la base actual del IPC (2013), se realizará el procedimiento estadístico denominado empalme de series. Instrumento estadístico que consiste en la unión de varios años bases del IPC.

-Selección de los impactos sujetos a valorización monetaria

En la siguiente etapa se seleccionaron los impactos positivos y negativos con importancia ambiental mayor o igual que a 21 (≥ 21). Adicional, fue seleccionado para su valorización el concerniente a la alteración de la calidad del aire por actividades de obra, cuya importancia ambiental fue de 20.

Tabla 11.1 Impactos sujetos a valorización monetaria

Código	Carácter	Nombre	Elemento	Etapas
VE1	negativo	Disminución de cobertura vegetal	Vegetación	Const./oper
SE3	positivo	Generación de empleos	Socioeconómico	Const./oper
SE4	positivo	Estímulo de la economía local y nacional	Socioeconómico	Const./oper
PA	negativo	Cambios en atributos biofísicos	Paisaje	Construcción
SU2	positivo	Cambios en el uso del suelo	Suelo	Operación
AG2	positivo	Reducción en el aporte de materia orgánica contaminante (heces)	Agua	Operación
SE5	positivo	Contribución a un sistema energético más eficiente y limpio al Cambio Climático Global	Socioeconómico	Operación
AI1	negativo	Alteración de la calidad de aire por actividades de obra	Aire	Construcción

Const/oper se refiere a construcción y operación

-Disminución de cobertura vegetal

Para estimar el valor monetario por pérdida de cobertura vegetal, se utilizará los ingresos dejados de percibir por concepto de servicios ambientales que generan los árboles dispersos, gramíneas, rastrojos, otros. Lo anterior se basa en el argumento económico-ambiental de que la cobertura vegetal provee servicios ambientales a la sociedad.

Tomando en cuenta que en Panamá aún no existe un mercado formal de pagos por servicios ambientales, se utilizará como referencia el esquema tarifario de Costa Rica. Según la Oficina Nacional Forestal de Costa Rica, el pago en concepto de servicios ambientales para proyectos de reforestación (proxy), se sitúa en US\$ 1,060.00 por hectárea (año 2020).

Para transferir la tarifa de Costa Rica a Panamá y luego aplicarla al área de intervención, se realizó el siguiente ajuste:

$$\text{Unidad relevante a transferir} = \left(\frac{\text{Valor colones Costa Rica}}{\text{tasa de cambio/dólar}} \right) \left(\frac{\text{PIBper cápita}_{\text{Panamá}}}{\text{PIBper cápita}_{\text{Costa Rica}}} \right) \left(\frac{\text{IPC}_{2022}}{\text{IPC}_{2020}} \right)$$

El valor de los incentivos por hectárea en el país de origen ya se encontraba expresado en dólares estadounidenses. Por lo que el ajuste de la transferencia se basa en el PIB per cápita de ambos países y el IPC de Panamá.

Tabla 11.2 Datos utilizados para la transferencia de beneficios

Variables	Sitio a Transferir (Prov. Veraguas)	Incentivo económico Costa Rica
Incentivo por servicio ambiental		USD.1,060.00
PIB per cápita Panamá (2020)	USD.12,569	
PIB per cápita Costa Rica (2020)	USD. 12,132	
IPC Panamá 2022	107.9	
IPC Panamá 2020	103.2	

Fuente: elaborado por Tejeira, Alexander

PIB per cápita consultado en el sitio web del Banco mundial, a precios actuales

Tabla 11.3 Valoración monetaria pérdida de cobertura vegetal

Variables	Cantidad
Valor económico del incentivo transferido (balboas/hectárea)	1,135
Hectáreas a considerar	317
Valor total anual (balboas)	359,795

-Cambios en atributos biofísicos (paisaje)

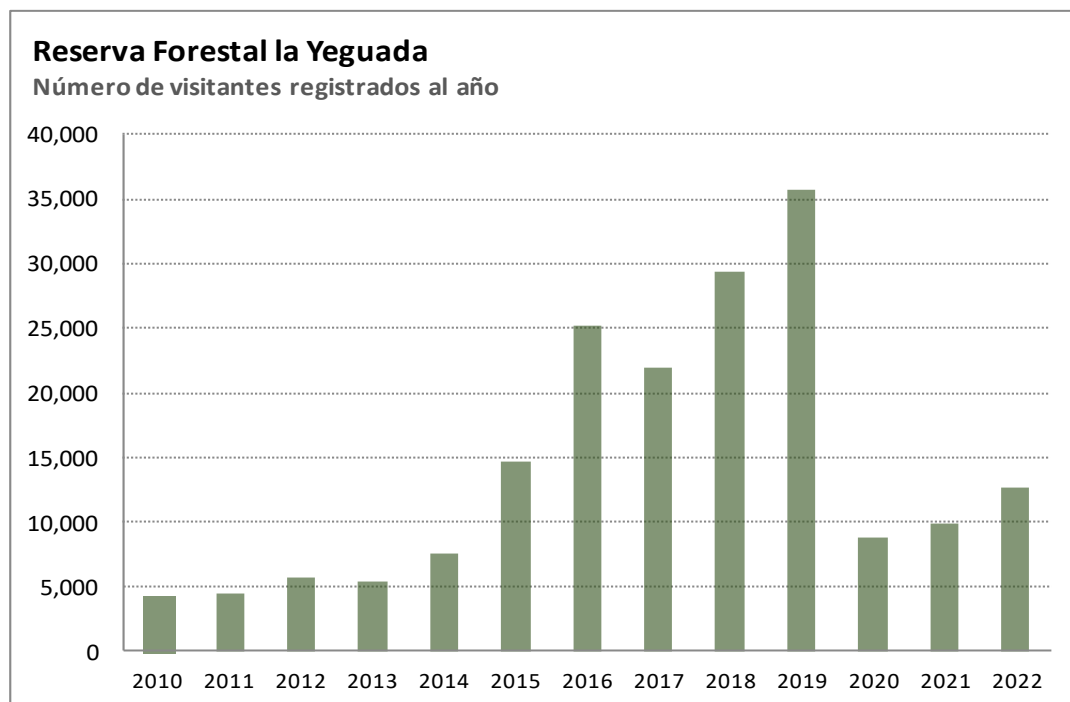
El paisaje como tal tiene diversas funciones para la sociedad. Es muy extendido en estudios de valorización obtener valores monetarios mediante el pago que realizan los visitantes a sitios con alto valor paisajístico, es decir, con recursos tales como fauna, flora, quebradas, otros.

En la República de Panamá existen algunos trabajos de Disposición a pagar (DAP), de algunos sitios naturales, sin embargo, no con las características del presente proyecto. En tal sentido, se propone una valorización en base a las características del área a intervenir, aplicando la siguiente metodología.

- Seleccionar una actividad turística que mejor refleje el pago por visitar un ambiente para paisaje natural-ganadero. Según el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA), en la provincia de Veraguas existen unas 9 fincas de agroturismo, de las cuales un 60% tienen como actividad principal la ganadería.
- Definir la población objetivo. En Panamá no existen registros estadísticos sobre demanda turista desagregada a nivel de actividad (playa, ecoturismo, agroturismo, otros), y mucho menos por región del país. Como alternativa, se seleccionó un lugar representativo de la provincia de Veraguas, donde existen datos de visitación de nacionales y extranjeros. El sitio seleccionado fue la Reserva la Yeguada, que será una proxy para delimitar la población objetivo.

La siguiente gráfica presenta la evolución del número de visitantes registrado en la Reserva Forestal la Yeguada

Gráfica 11.1



Fuente: elaborado por Tejeira, Alexander con datos de SINIA, MiAmbiente

Datos utilizados para la valorización monetaria:

- Los precios de mercado en la actividad agroturística-ganadera en la provincia de Veraguas oscilan entre B/.3.00 a B/.5.00 por visitante. Precio cobrado solo por la entrada al lugar. En la presente valorización se utilizará un precio intermedio de B/.4.00 por visitante.
- Se utilizará como población objetivo el número de visitantes promedios de los dos últimos años (2021 y 2022) en la Reserva Forestal la Yeguada.

Tabla 11.4 Valorización monetaria paisaje

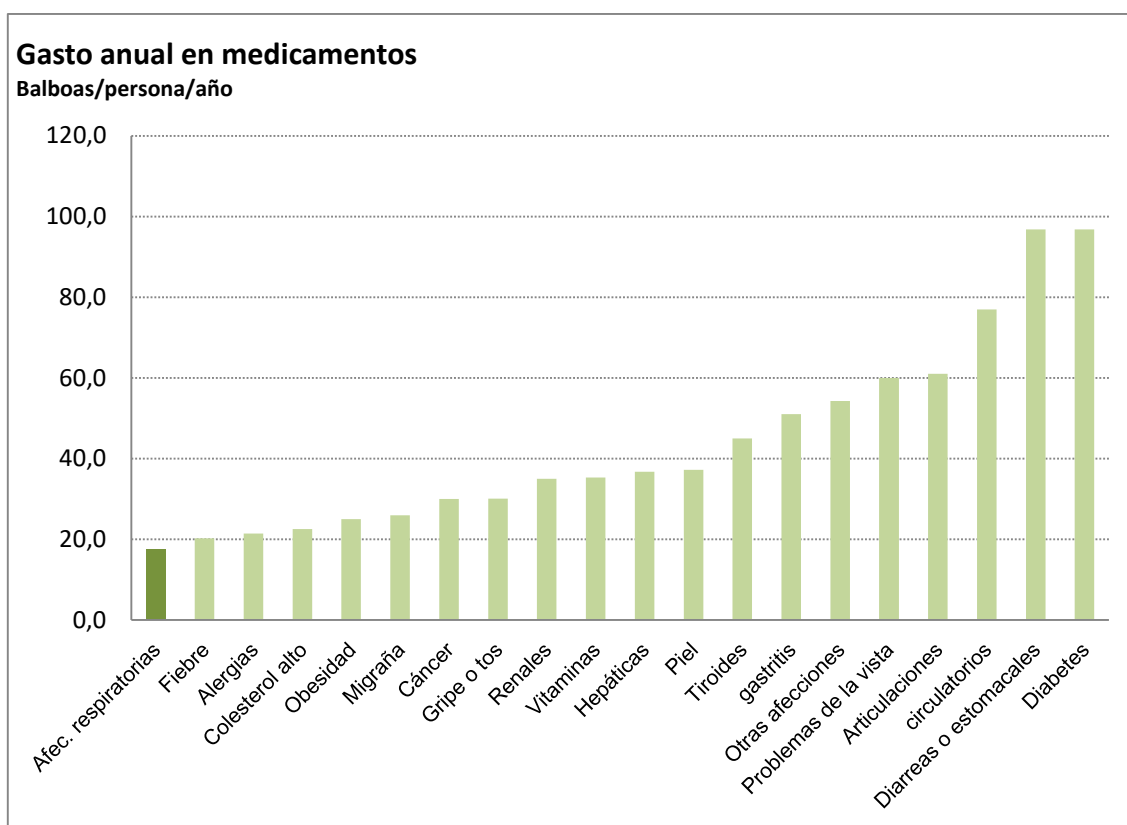
Parámetros	Valores
Población objetivo (visitantes)	11,228
Precio de mercado (balboas/visitantes)	4.00
Valorización monetaria (balboas/año)	44,912

-Alteración de la calidad de aire por actividades de obra

Para la valorización monetaria se tomará en cuenta el gasto que enfrentan las personas por enfermedades respiratorias, como consecuencia de la desmejora temporal en la calidad del aire.

En el 2014, el Instituto Conmemorativo Gorgas realizó una encuesta de gasto en medicamentos, según el tipo de enfermedades. Para las afecciones respiratorias, el gasto anual por persona se situó en B/.17.33.

Gráfica 11.2



Fuente: Tejeira, Alexander con datos del Instituto Conmemorativo Gorgas

Dado que el gasto reportado en la encuesta corresponde al año 2014, se procedió a su actualización por medio del IPC, donde:

$$\text{Valor ajustado 2022} = \text{Valor}_{\text{año 2014}} \left(\frac{IPC_{2022}}{IPC_{2014}} \right)$$

Los precios actualizados para el gasto anual en medicamentos por afecciones respiratorias, corresponde a B/.18.22 por persona.

Tabla 11.5 Valorización monetaria

Variables	Valores
Población potencial a considerar	40
Porcentaje de la población que podría afectare	7%
Total de población a considerar	2.8
Gasto en medicamentos (balboas/año)	18.22
Gasto total (balboas/año)	51.00

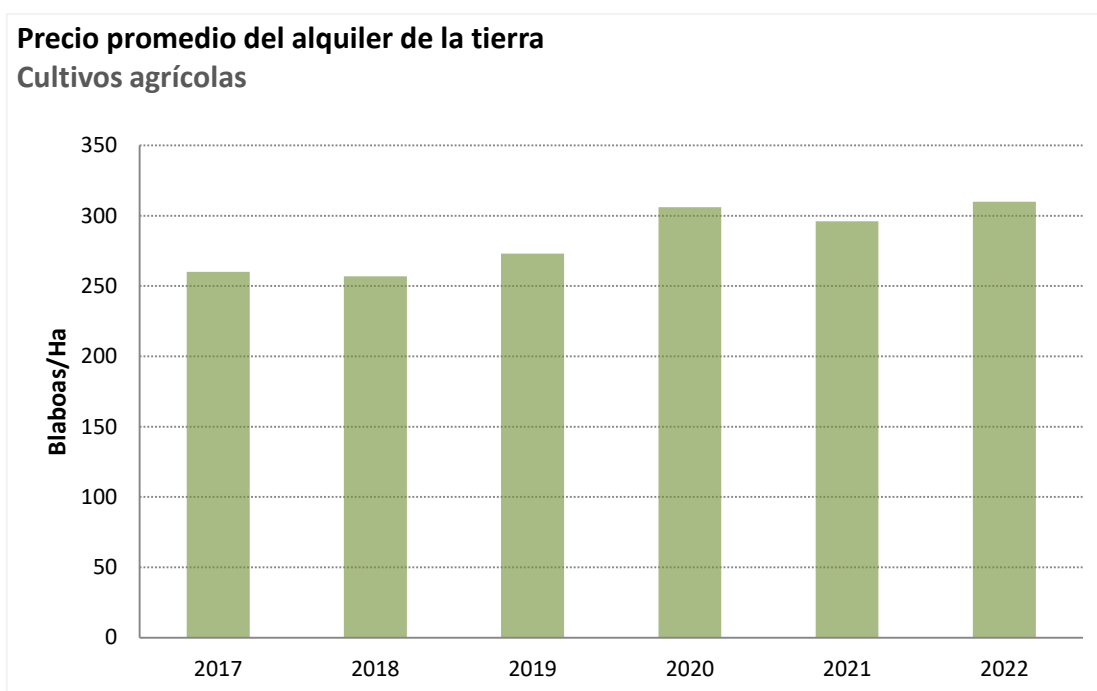
-Cambios en el uso del suelo

Según información de capítulos anteriores: “la finca en donde se desarrollará el proyecto mantiene un uso agropecuario, por años en la ganadería extensiva y mezcla de arbustos y árboles, cultivos y mayormente por potreros, en los últimos años, lo mismo se observa en las propiedades colindantes al sitio”. Dado que el impacto fue valorado de manera positiva, la presente valorización monetaria se basa en el posible aumento de precios del alquiler de la tierra.

Con la ejecución del proyecto, los propietarios de los terrenos colindantes se podrían beneficiar, ya sea para alquilar tierra para uso agrícola o para futuros proyectos de energía solar (ampliación del propio proyecto o nuevos). Por tanto, el nuevo uso del suelo para fines de energía solar, tiene una externalidad positiva para los propietarios colindantes.

Para valorizar el impacto se utilizaron los datos estadísticos del MIDA sobre los precios de alquiler de tierra por hectárea. La siguiente gráfica presenta la evolución de los precios de alquiler promedios para labores agropecuarias.

Gráfica 11.3



Fuente: elaborado por Tejeira, Alexander con datos del MIDA-Panamá

Para estimar el precio futuro del alquiler de la tierra que será impactado (de manera positiva, se realizará primero una proyección de los precios basado en su tasa de crecimiento promedio anual. Esto debido a que los datos con que se cuenta son apenas de cinco observaciones anuales, impidiendo realizar una estimación por mínimos cuadrados. La tasa de crecimiento promedio anual a utilizar será una de tipo compuesto, definida por:

$$Tasa\ promedio\ anual\ constante\ (TCAC) = \left(\frac{Valor\ final}{Valor\ inicial} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Resolviendo la ecuación anterior se tiene que la tasa promedio anual de crecimiento constante (TCAC), del precio promedio del alquiler de la tierra de uso agrícola es de 3.6%. Con la TCAC calculada, se procede a estimar el precio del alquiler de la tierra, en una situación sin proyecto. Es decir, es el escenario a la cual debiera de crecer los precios sin la presencia del proyecto solar.

Tabla 11.6 Escenario Sin Proyecto

Año	Precio del alquiler de la tierra (balboas/hectárea)
2017	260
2018	257
2019	273
2020	306
2021	296
2022	310
2023(estimada)	321
2024(estimada)	333
2025(estimada)	345
2026(estimada)	357
2027(estimada)	370
2028(estimada)	383
2029(estimada)	397
2030(estimada)	411
2031(estimada)	425
2032(estimada)	441

Fuente: Alexander, Tejeira. Estimada con TCAC de 3.6% anual.

En la situación con proyecto, es decir, con la ejecución de la inversión, se espera que los precios proyectados se vean incrementados en un 10%, generando un beneficio económico incremental a los propietarios de los terrenos.

Tabla 11.7 Escenarios de precios

Escenarios precios alquiler de la tierra	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio sin proyecto (Balboas)	321	333	345	357	370	383	397	411	425	441
Precio con proyecto (Balboas)	353	366	379	393	407	421	436	452	468	485
Precio Diferencial(Balboas)	32	33	34	36	37	38	40	41	43	44

Finalmente, para la valorización monetaria del impacto, se considerará un área colindante beneficiada de 100 hectáreas. Por lo tanto, el valor de la externalidad viene dado por: Precio diferencial*Hectáreas colindantes consideradas.

Tabla 11.8 Valorización monetaria

Año	Precio diferencial (balboas)	Hectáreas a considerar (potenciales)	Beneficio (balboas)
1	32	100	3200
2	33	100	3300
3	34	100	3400
4	36	100	3600
5	37	100	3700
6	38	100	3800
7	40	100	4000
8	41	100	4100
9	43	100	4300
10	44	100	4400

-Reducción en el aporte de materia orgánica contaminante (etapa de operación)

El agua de fuentes superficiales presenta diversos servicios ambientales (provisión, regulación, cultural, otros), que al desmejorar su calidad podrían disminuirse. En la ganadería bovina, el consumo de agua es de mucha importancia ya que es fundamental para el desarrollo del animal. Su consumo se reduce progresivamente a medida que su calidad disminuye. El nivel productivo de los animales será inferior dado que existe una estrecha relación entre consumo de agua y de forraje (Luque, 2000).

Según información desarrollada en capítulos anteriores, se espera que en la etapa de operación, al contar con menos trabajadores que en el período de construcción, disminuya las probabilidades de aporte de materia orgánica (heces) a las fuentes de agua.

Es importante mencionar que la reducción en las probabilidades de aporte de materia orgánica contaminante fue valorada como un impacto positivo. Para los efectos de la valorización monetaria, se tomará en cuenta el beneficio desde una perspectiva de reducción de los costos.

Para tal fin, se estimará la situación en la etapa de construcción, con una probabilidad de ocurrencia superior al escenario de operación. En ambos escenarios se valorará el gasto que enfrentarían los productores para mitigar las enfermedades del ganado bovino, como consecuencia del cambio de la calidad de agua por la materia orgánica contaminante.

Tabla 11.9 Etapa de construcción

Parámetros	Valores
Número de animales bovinos a considerar (cabezas)	150
Probabilidad de afectación sobre el hato ganadero	0.03
Ganado bovino afectado (cabezas)	4.5
Costo en tratamientos y sanidad animal* (balboas/cabeza)	250
Costo total (balboas/año)	1,125

* Se refiere al gasto en veterinario y medicamentos para tratar a los bovinos por agua contaminada

Tabla 11.10 Etapa de operación (disminución probabilidad)

Parámetros	Valores
Número de animales bovinos a considerar (cabezas)	150
Probabilidad de afectación sobre el hato ganadero	0.01
Ganado bovino afectado (cabezas)	1.5
Costo en tratamientos y sanidad animal (balboas/cabeza)	250
Costo total (balboas/año)	375

Tabla 11.11 Valoración monetaria (ahorro de costos)

Parámetros	Valores (balboas)
Costos con mayor probabilidad de afectación del hato ganadero (Construcción)	1,125
Costos con menor probabilidad de afectación del hato ganadero (Operación)	375
Ahorro de costos en tratamientos y sanidad animal (anual)	750

11.2 Valoración monetaria de los impactos sociales (beneficios y costos sociales), describiendo las metodologías o procedimientos utilizados.

-Generación de empleos temporales

En la etapa de construcción y operación se generaran plazas de trabajo necesarias para la economía de la provincia de Veraguas, que a la vez contribuirán a cubrir el actual déficit que atraviesan los distintos programas de la Caja de Seguro Social de Panamá.

Por otro lado, en la evaluación económica de proyecto es importante evitar la doble contabilidad que lleven a flujos económicos sobreestimados. En el caso de la generación de empleos, la mano de obra corresponde un costo para el inversionista (incorporado en la inversión, mantenimiento y operación), y un beneficio para el trabajador por pago a su trabajo en concepto de salarios.

Alternativamente, para valorar la externalidad positiva asociada a la generación de empleo, se estimará el trabajo no contemplado en los flujos financieros del inversionista. En tal sentido, se estimó el empleo informal que se genera por la venta de comida en la etapa de construcción.

Tabla 11.12 Valorización monetaria del empleo inducido

Variables	Cantidades
Número de trabajadores a considerar	100
Demanda total de comida (platos/ persona/día)	100
Porcentaje de comida preparada en casa	85%
Porcentaje de comida comprada en la calle	15%
Compra diaria de comida (platos/persona/día)	15
Precio de la comida (balboas/plato)	3.50
Costo de preparación de la comida (balboas/plato)	1.25
Margen bruto (balboas/plato)	2.25
Beneficio por venta de comida (Balboas/día)	33.75
Beneficio económico (Balboas/año), se consideró 345 días	11,644

Nota: se considero solo almuerzo. Se entiende por empleo inducido al gasto que realizan los trabajadores, en bienes y servicios de la economía

Durante la etapa de operación, debido a que el número de trabajadores es menor, no se consideró ingresos informales por venta de comida.

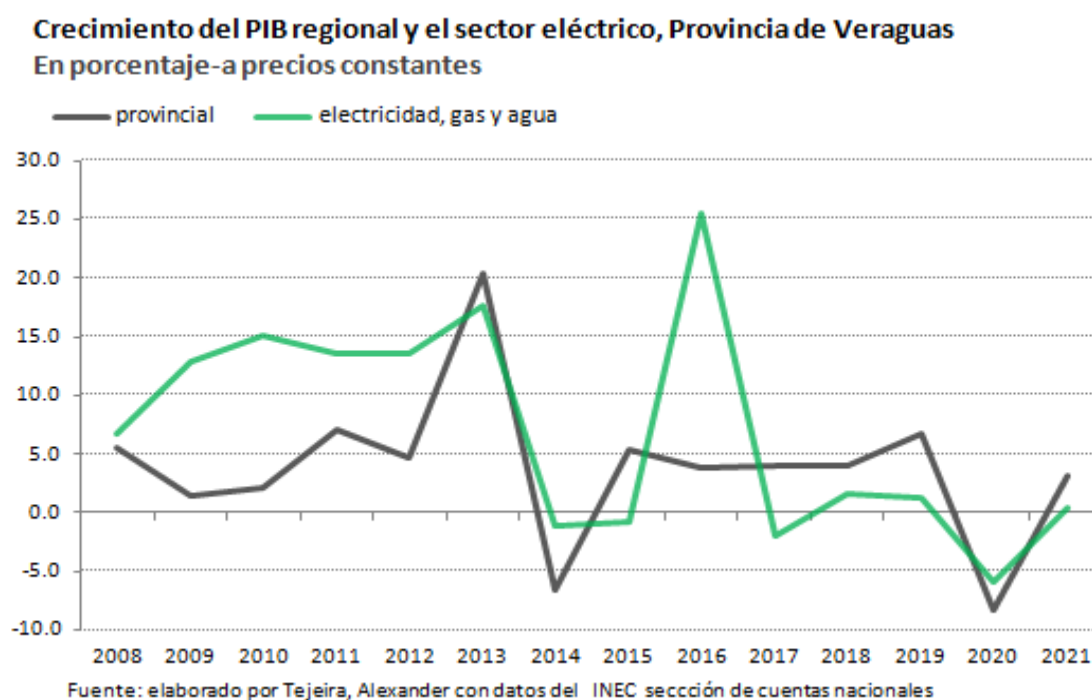
- Estímulo de la economía local y nacional

La economía panameña sufrió una de las mayores caídas en su crecimiento económico, con una contracción en el año 2020 de 17.9% del PIB real (respecto a similar período de 2019), generado por una crisis sanitaria global que contrajo la producción de bienes y servicios, por tanto, el ingreso nacional per cápita.

En la provincia de Veraguas, en el año de la crisis sanitaria (2020), la economía registró una caída del PIB real de 8.3%, respecto a similar período de 2019. En el 2021, según el último informe del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la provincia de Veraguas exhibió un crecimiento del PIB real de 3.2%, respecto al 2020.

Por su parte, el sector electricidad, gas y agua (sector del presente estudio), aún no genera tasas de crecimiento por encima del 1%.

Gráfica 11.4



La realización del proyecto “**LAS LOMAS DEL SOLAR**”, en la etapa de construcción activará las compras de insumos y servicios, por lo que se generarán beneficios por medio de la compra y venta entre sectores. En la etapa de operación, la producción de energía contribuirá al crecimiento del PIB sectorial de la provincia.

La técnica ideal para estimar el dinamismo entre las diferentes actividades que se relacionarán con la inversión del proyecto de energía solar, es mediante el cálculo de matrices insumos –producto.

El siguiente cuadro presenta una típica matriz insumo-producto donde el objetivo es estimar las relaciones del proyecto de inversión entre los demás sectores de la economía.

MATRIZ INSUMO-PRODUCTO						
	S_1	S_2	...	S_n	DF	VBP
S_1	x_{11}	x_{12}		x_{1n}	Y_1	X_1
S_2	x_{21}	x_{22}		x_{2n}	Y_2	X_2
·						
·						
S_n	x_{n1}	x_{n2}		x_{nn}	Y_n	X_n
VA	VA_1	VA_2		VA_n		
VBP	X_1	X_2		X_n		$\sum X$

El cuadro anterior se puede expresar como un sistema de ecuaciones, donde:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + Y_1 = X_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + Y_2 = X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + Y_n = X_n \end{cases}$$

Calcular estas relaciones de compra y venta del proyecto de energía solar (hacia adelante y hacia atrás), que se darían entre los diferentes sectores locales y nacionales, por medio de la metodología insumo-producto, conllevaría a un elevado costo privado para el promotor. Razón por la cual, para los fines del presente capítulo, se utilizará indicadores sectoriales nacionales que han sido estimados bajo la misma metodología (insumo-producto), pero en un contexto nacional.

Según un estudio del SENACYT, el sector de la energía se ubica en el sexto lugar como uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene en la producción de la economía panameña ante un aumento de la demanda final de sus productos, de tal manera que, por cada balboa de incremento en la demanda final del sector, se generan en la economía 1.58 balboas.

Tabla 11.13 Multiplicadores de la economía panameña, por sector económico

Sector económico	Multiplicador total (Balboas)
Ganadería	1.78
Industria de Alimentos	1.73
Hoteles y Restaurantes	1.70
Construcción	1.64
Plataforma Financiera	1.62
Electricidad y Agua	1.58
Servicios sociales y personales	1.49
Pesca	1.46
Plataforma logística	1.45
Administración pública	1.44
Comercio	1.41
Agricultura	1.34
Minería	1.33
Actividades inmobiliarias	1.28
Silvicultura	1.23
Industria del cemento, otros	1.09

En base al multiplicador de la inversión se puede estimar el beneficio local por mayor dinamismo.

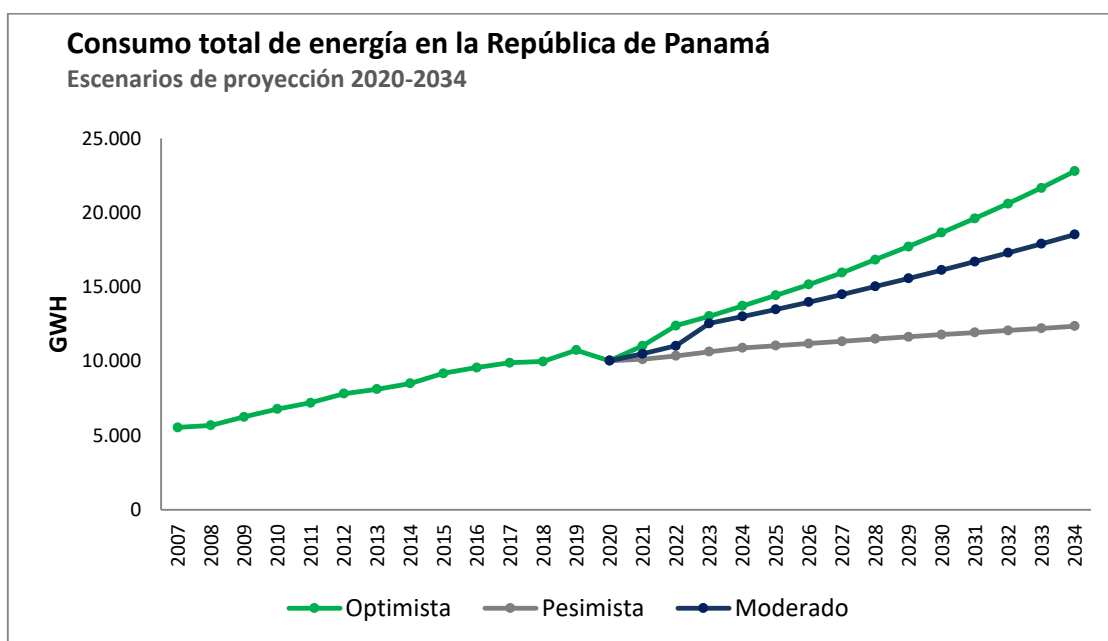
Tabla 11.14 Valorización monetaria

Variables	Valores
Inversión total (Balboas)	21,000,000
Insumos productivos nacional (40% de la Inversión)	8,400,000
Multiplicador (Balboas)	1.58
Dinamismo nacional total (Balboas)	13,272,000

-Contribución a un sistema energético más eficiente y limpio al Cambio Climático Global

La demanda nacional de energía presenta tendencia creciente debido a los factores determinantes del consumo como lo son el crecimiento de la población, el ingreso de las personas (medido muchas veces por el PIB per cápita), otros. De tal manera que a medida que la economía de una país va en la senda de crecimiento, se demanda más energía. El siguiente gráfico presenta las estimaciones realizadas por ETESA en cuanto a diversos escenarios de consumo de energía.

Gráfica 11.5



Fuente: elaborado con datos del Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2020-2034, ETESA

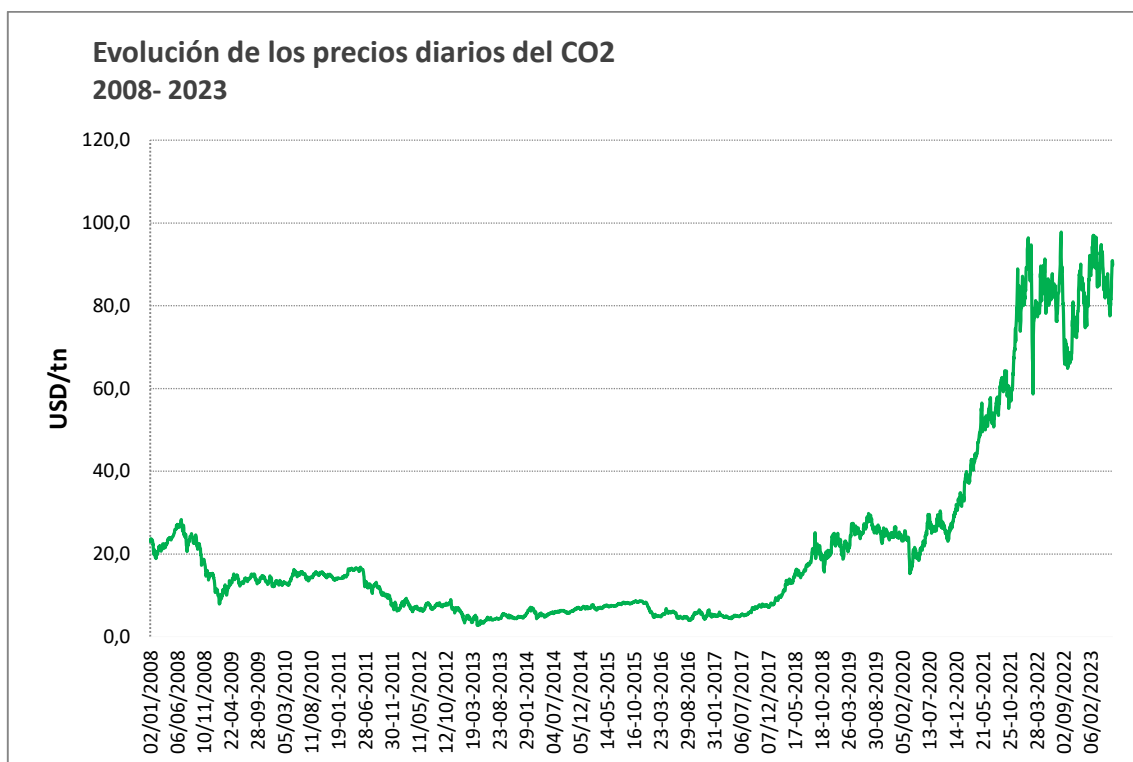
Debido a que la demanda crece año tras año, es necesario que las nuevas fuentes de energía que satisfagan ese consumo, vengan de fuentes renovables y limpias. Según el Plan Energético Nacional 2015-2050 de Panamá: “El consumo de los combustible fósiles se señala como la principal causa de la emisión de gases de efecto invernadero que afectan el equilibrio del clima. La reducción del uso de estos combustibles a favor de fuentes renovables de energía para controlar la emisión de dichos gases parece una tarea impostergable”.

Una manera de valorizar monetariamente la contribución del proyecto de energía limpia en la sociedad es estimar las emisiones de CO₂ evitadas.

Los parámetros utilizados para la valorización de la presente externalidad son:

- El factor de emisión, según los distintos manuales y guías consultados (incluyendo calculadoras online), muestran un rango entre 0.40 – 0.70 kg CO₂eq/KWh, para el sector energético. Para los fines de la presente valorización, se considerará un factor de emisión de 0.5 Kg CO₂eq/KWh.
- Los precios del CO₂ en los mercados internacionales durante los últimos dos años promedian los USD.80.00 la tonelada (2023 y 2022). No obstante, como se aprecia en la siguiente gráfica, en años previos, los precios han sido muy bajos. Razón por la cual, se realizó un promedio simple del período 2018-2023, resultando un precio medio de USD.45 tonelada.

Gráfica 11.6



Fuente: Tejeira, Alexander con datos de investing commodities y Sendeco.

Tabla 11.15 Beneficio por emisiones evitadas

Parámetros	Cantidad
Producción anual (MWh/año)	209,297
Producción anual (KWh/año)	209,297,000
Factor de emisión(KgCO ₂ eq/KWh)	0.5
KilogramosCO ₂ eq	104,648,500
ToneladasCO ₂ eq	104,649
Precio del CO ₂ (USD/Tn)	45
Valor económico (USD/año)	4,709,183

10.3 Incorporación de los costos y beneficios financieros, sociales y ambientales directos e indirectos en el flujo de fondos de la actividad, obra o proyecto.

Para la construcción del flujo de fondo económico-ambiental, se establecieron los siguientes parámetros:

- El flujo económico privado se refiere los beneficios y costos desde la perspectiva de un proyecto puro (costo de inversión, ingresos por ventas, costos de operación, mantenimiento y gestión ambiental).
- No se incluye costos asociados al financiamiento de activos (amortización e interés de la deuda), depreciación de activos, valor de rescate, amortizaciones sobre activos nominales, ventas de activos, recuperación del capital de trabajo u otros que tienen la función de escudo fiscal.
- Desde la perspectiva de la teoría económica, no se incorpora al flujo económico los impuestos y subsidios, ya que representan transferencia entre sectores de la economía nacional (Metodología del Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá, CEPAL, Banco Mundial).
- En la evaluación económica de proyectos, los costos privados de inversión, operación y mantenimiento, son ajustados por precios sociales (precios sombra). Generalmente estos precios son publicados por las autoridades económicas de los países (Ministerio de Economía o Desarrollo Social). En Panamá, estos precios no están calculados (Precio social del tiempo, precio de los insumos importados, otros), por lo tanto, en el presente capítulo no se incorporará correcciones o ajustes por precios sociales.

-Indicadores de rentabilidad económica-ambiental a utilizar en el presente capítulo

Desde el contexto privado como social existen criterios para concluir si conviene o no realizar un proyecto de inversión. En la evaluación económica-social se utilizan criterios similares a los indicadores que generalmente se emplean en la evaluación privada, no obstante, la diferencia radica en que la evaluación económica analiza si a la sociedad le conviene o no realizar el proyecto, mientras que en la evaluación privada interesa analizar la rentabilidad individual (inversionista).

En este sentido, los criterios para determinar la viabilidad del proyecto en términos socioeconómicos serán:

Valor Presente Neto Económico (VPNE): Es el valor actualizado de todos los flujos de beneficios netos incluyendo la inversión (flujo de caja económico: beneficios – costos), actualizada con una tasa de descuento. Se representa con la siguiente ecuación:

$$VPNE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{FNE_t}{(1+r)^t} \right)$$

Donde: t= año; FNE= Flujo neto económico del año t; r= Tasa de descuento social.

Tabla 11.16 Criterios de decisión

Criterios	Decisión
VPNE > 0	Conviene realizar la inversión
VPNE = 0	Resulta indiferente invertir
VPNE < 0	No conviene realizar la inversión

Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE): Se define como aquella tasa de descuento que iguala al VPNE a cero.

Expresada mediante la siguiente ecuación:

$$VPNE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{FNE_t}{(1+TIRE)^t} \right) = 0$$

La TIRE (o la TIR en evaluación privada) tiene interpretación económica cuando se trata de un proyecto bien comportado. Un proyecto bien comportado es aquél que solo presenta un solo cambio de signo en sus flujos. Por ejemplo:

Tabla 11.17 Proyectos según cambio de signo en los flujos

Proyecto	Inversión	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3	Flujo 4	Flujo 5	Cambios de signo
A	Signo -	Signo +	Signo +	Signo +	Signo +	Signo +	1
B	Signo -	Signo -	Signo +	Signo +	Signo +	Signo +	1
C	Signo -	Signo +	Signo +	Signo +	Signo -	Signo -	2
D	Signo -	Signo +	Signo -	Signo +	Signo +	Signo -	4
E	Signo -	Signo -	Signo -	Signo +	Signo +	Signo +	1

Fuente: Rodrigo Estévez Nemirovsky. Universidad Santiago de Chile. Material docente de Cursos de Evaluación de proyectos.

Por lo tanto, si el proyecto solo presenta un solo cambio de signo en el flujo, existirá una única tasa interna de retorno. Más de dos cambios de signo, el proyecto tendría múltiples tasa interna y retorno.

Si al actualizar el flujo económico-ambiental se obtiene una TIRE superior a la tasa social de descuento (definida más abajo), el proyecto es viable para la sociedad. Por el contrario, una TIRE inferior a la tasa de descuento, resulta no conveniente realizar el proyecto de inversión.

-Tasa social de descuento

Desde el punto de vista privado, la tasa de descuento (TD), conocida también como el costo de oportunidad del capital, se define como la rentabilidad que entrega el mejor uso alternativo del capital. Luego, el costo de oportunidad relevante para una inversión, es la rentabilidad que ofrece el capital invertido en el mejor uso alternativo, para el mismo nivel de riesgo (Bargsted, 2015).

Desde la perspectiva socioeconómica, la tasa de descuento se le agrega el término “social” (tasa social de descuento),

En la Republica de Panamá, los proyectos de inversión de la Autoridad de Canal de Panamá (ACP), actualizan sus flujos netos por medio de la tasa social de descuento, donde:

$$T_D = \left[\frac{C}{A} * R_C + \frac{D}{A} * R_D * (1 - t) \right] \pm R_I$$

Definida por:

T_D = Costo Promedio Ponderado de Capital de la ACP

A = Valor del capital + valor de la deuda = Valor de los activos

C/A = Valor del Capital/Valor de los activos

D/A = Valor de la deuda/Valor de los activos

R_D = Costo de la deuda

t = Tasa de impuestos

R_I = Prima de riesgo acorde a la categorización del proyecto

R_C = Costo de los recursos propios de la ACP, estimado bajo el modelo CAPM

En el mismo orden, el costo de los recursos propios de la ACP es estimado bajo el modelo de precios de bienes de capital (CAPM), dado por la siguiente fórmula:

$$R_C = R_F + \beta * (E[R_M] - R_F + R_P)$$

Donde:

R_F = Tasa libre de riesgo, equivalente al bono de Tesoro de los EEUU

β = Medida de riesgo sistemático de las empresas/negocios similares

$E[R_M]$ = Rendimiento promedio del índice S&P 500 u otro relevante del mercado

R_P = Prima de riesgo país o margen del rendimiento del bono Panamá sobre el Tesoro de EEUU con base al plazo de inversión.

Por otra parte, los proyectos de inversión del sector público de Panamá (agricultura, vivienda, carretera, otros); según el banco de proyectos (SIPROY-MEF), utilizan una tasa social de descuento del 12%, para actualizar los flujos de beneficios y costos de los diferentes perfiles de proyectos institucionales.

-Relación Beneficio/Costo

El indicador beneficio/costo se define como el cociente de los valores actuales de beneficios y costo del proyecto de inversión. La regla de decisión es si el beneficio/costo es superior a uno, los beneficios del Proyecto son superiores a sus costos en valor actual, por lo que el proyecto cuenta con viabilidad socioeconómica.

$$RBC = \frac{\sum_t 1 BENEFICIOS_t / (1 + r)^t}{\sum_t 1 COSTOS_t / (1 + r)^t}$$

-Flujo Económico-Ambiental

PROYECTO LAS LOMAS SOLAR

Beneficios/Costos	FLUJO NETO ECONÓMICO										
	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0 BENEFICIOS											
1.1(+) Ingresos por ventas de energía		8,000,000	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760	16,743,760
1.2 (+) Cambio en el uso del suelo		3,200	3,300	3,400	3,600	3,700	3,800	4,000	4,100	4,300	4,400
1.3 (+) Reducción de materia orgánica contaminante(heces)		750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
1.4 (+) Generación de empleos temporales (constucción)		11644									
1.5 (+) Estímulo de la economía local y nacional		13,272,000									
1.6 (+) Contrib.a un sist.más eficiente y limpio al cambio clim		2,300,000	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183	4,709,183
Beneficios totales	0	23,587,594	21,456,993	21,457,093	21,457,293	21,457,393	21,457,493	21,457,693	21,457,793	21,457,993	21,458,093
2.0 COSTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1 (-) Costo de inversión	21,000,000										
2.2 (-) Costo de operación y mantenimiento		5,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000
2.3 (-) Costo de la gestión ambiental		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
2.4 (-) Disminución de la cobertura vegetal		359,795	359,795	359,795	359,795	359,795	359,795	359,795	359,795	359,795	359,795
2.5(-) Cambio en atributos biofísicos (paisaje)		44,912	44,912	44,912	44,912	44,912	44,912	44,912	44,912	44,912	44,912
2.6(-) Alteración de la calidad del aire		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Costos totales	21,000,000	5,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758	11,424,758
Flujo Neto Económico-Ambiental	-21,000,000	18,162,836	10,032,235	10,032,335	10,032,535	10,032,635	10,032,735	10,032,935	10,033,035	10,033,235	10,033,335

11.4 Estimación de los indicadores de viabilidad económica, social y ambiental directos e indirectos de la actividad, obra o proyecto.

Tabla 11.18 Resultados de los Indicadores

Indicadores	Resultados	Interpretación
VPNE (evaluado a una tasa social de descuento del 12%), perspectiva económica-ambiental	B/.42,945,927	El proyecto arroja un VPNE mayor que cero, por lo tanto, le conviene al inversionista y a la sociedad ejecutar el proyecto
Razón Beneficio/Costo. Perspectiva económica-ambiental	B/.1.54	Por cada B./1.00 que se generan de costos, se obtiene B/.1.54 de beneficios, por lo que conviene realizar la inversión
TIRE, perspectiva económica-ambiental	62.25%	La TIRE es superior a la tasa social de descuento, por tanto, es viable realizar el proyecto

Gráfica 11.7

