

## **11.0 AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO FINAL**

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 123, del 14 de agosto de 2009, El estudio de impacto ambiental debe incluir un capítulo correspondiente a la valoración económica del proyecto. El presente documento desarrolla los contenidos de esta sección.

### **Método**

La adecuada evaluación de proyectos de inversión y las correspondientes evaluaciones de impacto ambiental que hoy deben realizarse especialmente con aquellos proyectos que hacen uso intensivo de la base de recursos naturales, requieren de una adecuada valoración monetaria o económica del impacto de los proyectos sobre el ambiente.

El uso adecuado de los bienes y servicios ambientales debe tomar en cuenta las interconexiones dentro de los ecosistemas (bosques, cuencas, estuarios, bahías, etc.) y tener presente que las relaciones intersectoriales implican que afectan los proyectos tienen importantes efectos colaterales agregados (externalidades) no internalizados por los agentes emisores y tampoco considerados aún en el cálculo de los costos totales de los mismos.

Los pasos metodológicos que se han seguido para el desarrollo de la valoración monetaria o económica son los siguientes:

- Paso 1: Selección de los impactos del proyecto a ser valorados
- Paso 2: Valoración económica de los impactos sin medidas correctoras.
- Paso 3: Determinación de los costos de las medidas correctoras.
- Paso 4: Construcción del flujo de costos y beneficios
- Paso 5: Cálculo de la rentabilidad económico-ambiental del proyecto (VAN y razón beneficio costo ambiental)
- Paso 6: Presentación de opinión técnica correspondiente.

## 11.1 Valoración Monetaria del Impacto Ambiental

### 11.1.1 Selección de los Impactos del Proyecto a ser Valorados

Para seleccionar los impactos del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, hemos considerado los siguientes criterios:

- a. Que sean impactos relevantes, es decir, directos, de moderada, alta o muy alta significancia.
- b. Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

El insumo para la selección de impactos que cumplen el punto a, se presentan en el capítulo 9 de este EsIA, Tabla 9-2, titulada impactos generados por el proyecto.

En el capítulo 9 de este EsIA se identificaron un total de 52 impactos. De ellos, 27 corresponden a impactos al ambiente biofísico y 25 al ambiente socioeconómico y cultural (externalidades sociales).

En lo que respecta al ambiente biofísico, no se registraron impactos positivos durante la fase de construcción, ni de operación, en tanto que fueron identificados 26 impactos negativos para la fase de construcción y 16 para la de operación. Por último, fueron registrados 1 impacto neutro en la fase de construcción y 11 en la de operación.

El Tabla 11-1 presenta los impactos al ambiente biofísico que reúnen las características del Punto a.

Para la etapa de construcción cumplen el requisito del Punto a, 5 impactos negativos, 5 impactos moderados, mientras que para la etapa de operación 3 impactos negativos y un impacto moderado.

**Tabla 11-1**  
**Impactos Ambientales de alta y muy alta significancia**  
**Generados por el Proyecto Autopista Panamá-Colón**  
**Tramo Quebrada López-Cuatro Altos**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Alteración de la geomorfología	(-)	D	A	(+/-)	NA	NA
Compactación del suelo	(-)	D	A	(+/-)	NA	NA
Disminución de la aptitud de uso de suelo	(-)	D	A	(-)	D	B
Pérdida del potencial forestal del bosque nativo	(-)	D	A	(+/-)	NA	NA
Pérdida de hábitat de fauna terrestre	(-)	D	A	(+/-)	NA	NA
Interrupción de las rutas de paso de los animales (efecto barrera)	(-)	D	B	(-)	D	A
Aumento en el riesgo de atropello de los animales silvestres	(-)	D	B	(-)	D	A
Afectación al área protegida (ARLG)	(-)	D	M	(-)	D	A
Aumento en los niveles de ruido	(-)	D	M	(-)	D	M
Pérdida de cobertura vegetal	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
Incremento en la erosión de los suelos	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
<b>Totales</b> <b>13 Impactos</b>	<b>(-) 9</b> <b>(+) 0</b> <b>(+/-) 0</b>	<b>(D) 9</b> <b>(I) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(B) 0</b> <b>(M) 4</b> <b>(A) 5</b> <b>(MA) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(-) 4</b> <b>(+) 0</b> <b>(+/-) 0</b>	<b>(D) 4</b> <b>(I) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(B) 0</b> <b>(M) 1</b> <b>(A) 3</b> <b>(MA) 0</b> <b>(NA) 0</b>

Nota:

Carácter	Efecto	Significación del Impacto (SF)
- = Impacto negativo	D = Directo	<b>B = Baja</b>
+ = Impacto positivo	I = Indirecto	<b>M = Moderada</b>
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica	<b>A = Alta</b>
		<b>MA = Muy Alta</b>

Elaborado por URS Holding.

El Tabla 11-2 presenta los impactos ambientales que reúnen los requisitos del Punto b y que han de ser valorados.

**Tabla 11-2**  
**Impactos ambientales Generados por el Proyecto Autopista Panamá-Colón**  
**Tramo Quebrada López-Cuatro Altos Sujetos a Valoración Económica**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Pérdida del potencial forestal del bosque nativo	(-)	Costo x m <sup>3</sup> de especies con valor forestal actual. Pérdida = 1,322 m <sup>3</sup> .	Valores directos de mercado
Pérdida de Bienestar por aumento de ruido	(-)	B/. 1,31 por decibel de ruido evitado	Costos evitados
Pérdidas por erosión de suelos	(-)	Ton/ha * Precio desarenado	Valores directos de mercado
Pérdida de la cobertura vegetal	(-)	34.2 hectáreas	Método de cambio de productividad
Afectación al área protegida (ARLG)	(-)	500.00 hectárea	Costos de reposición
Pérdida de manglar	(-)	2.54 hectáreas	Método de cambio de productividad
<b>Totales</b>	<b>(-) 6 (+) 0</b>		

Elaborado por URS Holding

### 11.1.2 Valoración Monetaria de los Impactos Seleccionados

De la lista de impactos potenciales generados por el Proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, se han calificado para la valoración económica 5 impactos negativos. A continuación presentamos la valoración económica de estos impactos:

#### a. Pérdida del potencial forestal del bosque nativo

De acuerdo al alineamiento de la autopista y al mapa de cobertura vegetal, el potencial forestal del bosque nativo será afectado en áreas cubiertas con bosque secundario maduro y bosque secundario intermedio, las cuales ocupan áreas de 26.1 y 10.7 hectáreas respectivamente (36.8 ha en total) de las 103.8 hectáreas del área de impacto directo.

En estas 36.8 hectáreas se perderán 1,177 árboles que representan un volumen de 1,322 m<sup>3</sup> de especies con valor forestal comercial.

En el caso de la madera comercial, se calcula el siguiente valor económico.

**Tabla 11-3**  
**Costo Económico de la Pérdida de la Madera Comercial del Bosque**

<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Área intervenida ( hectáreas)	36.8	ha
Volumen de madera por hectárea	35.9	m <sup>3</sup> /ha
Madera comercial total	1,322	m <sup>3</sup>
Precio de mercado	350	B/. ./m <sup>3</sup>
<b>Valor económico total</b>	<b>467,700.00</b>	<b>B/. ./área total</b>

Elaborado por URS Holding

Considerando un precio de mercado de B/. 350 por metro cúbico, se estima un valor económico total de B/. 467,000.00 Balboas al año. Se asume que este valor se pierde en un período de dos años: 70% el primer año, 30% el segundo año en función del avance del proyecto carretero.

Otro aspecto relevante de la pérdida de la madera que se pierde por el crecimiento medio anual potencial que tendría el bosque si estuviera en pie. Se pierde la capacidad de aprovechamiento de este recurso forestal.

**Tabla 11-4**  
**Costo económico de la Pérdida de la Madera Derivada**  
**del Potencial de Crecimiento del Bosque**

<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Madera crecimiento anual	10	m <sup>3</sup> /ha
Área	36.8	ha
Crecimiento de madera total	368	m <sup>3</sup>
Precio de Mercado	350	B/. / m <sup>3</sup>
<b>Valor Económico total</b>	<b>128,800.00</b>	<b>B/. /área total</b>

Elaborado por URS Holding

### **b. Perdida de Bienestar por aumento de ruido**

El proyecto carretero generará un aumento en los niveles de ruido, tanto para la fase de construcción como para la de operación, aunque en el primero de los casos este se deberá principalmente a los equipos y maquinarias que se utilicen y será de carácter temporal, mientras que en el segundo caso, el ruido será provocado por los vehículos en circulación, condición esta que será de carácter permanente.

En el caso que nos ocupa dicha medición de pérdida de Bienestar por aumento de ruido, se hace mediante la aplicación de encuestas de disponibilidad a pagar (DAP), las cuales buscan identificar el monto que los ciudadanos están dispuesto a pagar, por recuperar el bienestar perdido.

En Panamá no contamos con estudios de disposición al pago (DP) de los hogares por reducción unitaria de dB(A) del ruido. Dado que dichas encuestas son relativamente costosas y no fueron contempladas para esta consultoría, aplicaremos para este cálculo los valores estimados de un país latinoamericano tipo con características similares a Panamá, en donde se han aplicado encuestas DAP. Para ello, utilizaremos la experiencia de Chile. Galilea y Ortúzar (2005), en que estimaron el DP para Santiago de Chile, ajustada a la realidad panameña.

La disposición al pago de los hogares por reducción de la exposición al ruido fue de US\$ 1,66 per dB(A) por mes.<sup>1</sup> Para calcular la pérdida de bienestar se han ejecutado los siguientes pasos:

- Se ajustó la DAP de Chile, mediante un factor de corrección basado en la comparación entre el PIB per-cápita de cada país. Esta operación arrojó como resultado que el DAP para Panamá es de B/.1.31 por dB(A), lo que equivale a B/ 15.71 anual.
- El exceso de ruido durante la fase de construcción se presenta en la Tabla 9.5 del capítulo 9.
- Se aplicó el cálculo a cada una de las zonas residenciales en que se trabajaron mapas de ruido, mediante la siguiente fórmula matemática:

$$C_{PBzn} = (H_a) * (C_{dba} * dB_{sn})$$

En donde,

$C_{PBaid}$  Costo de la pérdida de bienestar en residencias de AID

$H_a$  Número de hogares afectados

$C_{dba}$  Disposición anual a pagar por reducción de 1 dB(A) de ruido

$dB$  Cantidad de dB(A) que se debe reducir

---

<sup>1</sup> Rizzi, Luis I. *Externalidades del Transporte*. Universidad de Chile. 2008. Pág. 52

**Tabla 11-5**  
**Costo Económico de la Pérdida de Bienestar por el Aumento del Ruido**

CORREGIMIENTO	NIVEL MEDIDO EN dBA	NIVEL >55dBA	HOGARES AFECTADOS	COSTO DEL RUIDO
Area de impacto Directo			707	
Cativa	72.6	17.6	171	47,281
Cristobal	72.6	17.6	278	76,866
Sabanitas	72.6	17.6	258	71,336
Area de impacto Indirecto			472	
Cativa	63.7	8.7	96	13,121
Cristobal	63.7	8.7	300	41,058
Sabanitas	63.7	8.7	76	10,333
Total			783	259,994

Nota:

Se ha estimado que sólo el 20% de las casas del área de impacto indirecto son afectadas por el incremento de ruido.

Elaborado por URS Holding

El costo económico de la Pérdida de Bienestar debida a la exposición al ruido se presenta en el Tabla 11.5 y asciende a Doscientos cincuenta y nueve mil novecientos noventa y cuatro Balboas anuales (B/.259.994.00).

### c. Pérdidas de suelos por erosión

Las pérdidas por erosión pueden llegar hasta 282.8 Toneladas por hectárea durante la construcción de la autopista. Luego de finalizados los trabajos de construcción de la autopista, siguiendo las recomendaciones de mitigación y el Plan de Manejo Ambiental, la magnitud de las pérdidas por erosión disminuirán a niveles de 33 Toneladas por hectárea por año.

La magnitud de las pérdidas por erosión mencionadas, amerita que las medidas de mitigación que se recomiendan en el Plan de Manejo Ambiental sean incluidas en el contrato con el contratista encargado de construir la obra. Para el cálculo de este impacto se considera el área de calculada para la perdida de bosque secundario maduro e intermedio.

**Tabla 11-6**  
**Costo Económico de la Pérdida de Suelos por Erosión**

Elemento	Valor	Unidad de medida
Fase de construcción		
Erosión	282.2	ton/ha
Área	37	ha
Pérdida total	10,385	ton/año
Precio desarenado	4.00	B/. /ton
<b>Valor económico total</b>	<b>41,540.00</b>	<b>B/. /año</b>
Fase de operación		
Erosión	30	ton/ha
Área	37	ha
Pérdida total	1,110	ton/año
Precio desarenado	4.00	B/. /ton
<b>Valor económico total</b>	<b>4,440.00</b>	<b>B/. /año</b>

Elaborado por: Urs Holdings, Inc.

Sin la cobertura vegetal se estima una pérdida de 282.2 toneladas métricas por hectárea, lo que equivale a 10,385 toneladas métricas por año. El valor económico se estima en base al costo de desarenado, equivalente a B/. 41,540 Balboas anuales.

En la fase de operación se considera una pérdida de 30 toneladas métricas por hectárea, lo que equivale a 1,110 toneladas métricas por año, considerando una fase de construcción de dos años y el período de implementación y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental de 3 años. Sin embargo, se considera 8 años para efectos de flujo de caja.

#### **d. Pérdida de cobertura vegetal**

El proyecto afectará 34.2 hectáreas de la vegetación boscosa mejor conservada, lo cual excluye la vegetación de manglar (2.54 ha.) ocasionando la pérdida de cobertura boscosa y vegetal. Para

valorar este impacto utilizamos el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmósfera como factor de valoración.

Cada hectárea de bosque tropical contiene 175 toneladas de carbono, y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera equivale a 3,7 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La fórmula aplicada para este impacto es la siguiente:

$$TAPC_{CO_2} = \# \text{ ha} * CO_{Ton/ha} * F_t$$

en donde,

TPLBCO <sub>2</sub>	Toneladas de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) transferidas por el proyecto Autopista Panamá-Colón, Tramo Quebrada López –Cuatro Altos
# ha	Número de hectáreas afectadas = 36.7
CO <sub>Ton/ha</sub>	Toneladas de carbono por hectárea = 175
F <sub>t</sub>	Factor de transferencia de carbono a dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) = 3.7

$$TAPC_{CO_2} = 34.2 * 175 * 3.7 = 21,144.5 \text{ toneladas (CO}_2\text{)}$$

El precio promedio, por tonelada de dióxido de carbono, en los mercados internacionales de bonos ambientales es de veintiún Balboas con cincuenta centavos (B/.21.50). Esto nos permite calcular el costo de la pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, cuyo resultado es el siguiente:

$$PCV_{PLB} = 21,144.5 * 21.50 = 476,107.00$$

El costo de pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos asciende a quinientos diez mil novecientos diez Balboas (B/.46,107.00).

#### **e. Afectación del área protegida (Fragmentación del Hábitat)**

El área afectada por el proyecto incluye el área recreativa del lago Gatún, la cual tiene categoría de área protegida y funciona como hábitat para varias especies de flora y fauna. No existen datos cuantitativos sobre el comportamiento de estas especies, ni sobre los cambios en las mismas por la implementación del proyecto. Sin embargo la fragmentación del hábitat dentro del área protegida generará dos parches aislados de 56.44 ha y 55.5 ha de bosque, para un total de 112 hectáreas.

Considerando que a nivel internacional existen varias iniciativas de conservación de sitios similares, el costo anual en mantenimiento en estos proyectos es de aproximadamente B/. 500 por hectárea, utilizaremos este valor para calcular los costos de conservación del hábitat. (Tabla 11-7)

**Tabla 11-7**  
**Costo Económico para la Conservación del Área Protegida**

Área	112.0	ha
Inversión por Ha	500 .00	B/. /ha
<b>Valor económico total</b>	<b>56,000 .00</b>	<b>B/. /año</b>

Elaborado por: Urs Holdings, Inc.

#### **f. Pérdida de manglar**

Los manglares generan bienes y servicios ambientales no transables, es decir, elementos materiales que libera o captura el ecosistema y que cumplen con una función de beneficio público y por ello no son transables en el mercado.

El proyecto afectará 2.54 hectáreas de manglar ya intervenido. Para valorar este impacto utilizamos el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmósfera como factor de valoración.

Cada hectárea de bosque tropical contiene 175 toneladas de carbono, y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera equivale a 3,7 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La fórmula aplicada para este impacto es la siguiente:

$$TAPCm_{CO_2} = \# \text{ ha} * CO_{Ton/ha} * F_t$$

en donde,

TPLBCO <sub>2</sub>	Toneladas de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) transferidas por el manglar del proyecto Autopista Panamá-Colón, Tramo Quebrada López –Cuatro Altos
# ha	Número de hectáreas afectadas = 2.54
CO <sub>Ton/ha</sub>	Toneladas de carbono por hectárea = 175
F <sub>t</sub>	Factor de transferencia de carbono a dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) = 3.7

$$TAPCm_{CO_2} = 2.54 * 175 * 3.7 = 1,647.2 \text{ toneladas (CO}_2\text{)}$$

El precio promedio, por tonelada de dióxido de carbono, en los mercados internacionales de bonos ambientales es de veintiún Balboas con cincuenta centavos (B/.21.50). Esto nos permite calcular el costo de la pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, cuyo resultado es el siguiente:

$$PCV_{PLB} = 1,647.23 * 21.50 = 35,416.00$$

El costo de pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos asciende a treinta y cinco mil cuatrocientos dieciséis Balboas (B/.35,416.00).

## **11.2 Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales**

Las externalidades sociales son consecuencias derivadas de la ejecución del proyecto que perjudican o benefician a la población. Entre ellas se pueden señalar, la explotación laboral, el trabajo en condiciones precarias, el trabajo sin condiciones ambientales, el desplazamiento de poblaciones, la reducción de la diversidad cultural, inversiones, plazas de empleo y mejoras comunitarias entre otras.

### **11.2.1 Selección de las Externalidades Sociales a ser Valoradas**

Para seleccionar las externalidades del proyecto que estarán sujetas a la valoración monetaria, se aplicaron los mismos criterios que fueron utilizados para la selección de los impactos al ambiente biofísico, a saber:

- a. Que sean impactos relevantes, es decir, directos, de alta o muy alta significancia.
- b. Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

En lo que respecta al ambiente socioeconómico y cultural, se registraron 5 impactos positivos durante la fase de construcción, 11 para la de operación, en tanto que fueron identificados 13 impactos negativos para la fase de construcción y 7 para la de operación. Por último, fueron registrados 8 impactos neutros en la fase de construcción y 8 en la de operación.

El Tabla 11-8 presenta los impactos al ambiente socioeconómico y cultural que reúnen las características del Punto a. Las externalidades sociales que cumplen el requisito del Punto a, para la etapa de construcción son 2, mientras que para la etapa de operación ascienden a 4.

**Tabla 11-8**  
**Externalidades Sociales de Alta Significancia Generadas por el Proyecto Autopista**  
**Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Generación de empleos	(+)	D	A	(+)	D	M
Crecimiento económico regional	(+)	D	A	(+)	D	M
Competitividad de Servicios portuarios, Zona Libre y el Turismo	(+/-)	NA	NA	(+)	D	A
Reducción de costos de operación vehicular	(+/-)	NA	NA	(+)	D	A
Recuperación de horas de trabajo perdidas	(+)	NA	NA	(+)	D	A
Aumento del monto de gastos turísticos	(+)	NA	NA	(+)	D	A
<b>Totales</b> <b>6 Impactos</b>	<b>(-) 0</b> <b>(+) 2</b> <b>(+/-) 0</b>	<b>(D) 2</b> <b>(I) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(B) 0</b> <b>(M) 0</b> <b>(A) 2</b> <b>(MA) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(-) 0</b> <b>(+) 4</b> <b>(+/-) 0</b>	<b>(D) 4</b> <b>(I) 0</b> <b>(NA) 0</b>	<b>(B) 0</b> <b>(M) 0</b> <b>(A) 4</b> <b>(MA) 0</b> <b>(NA) 0</b>

Elaborado por: URS Holdings, Inc.

El Tabla 11-9 presenta las externalidades sociales que reúnen los requisitos del Punto b y que han de ser valoradas monetariamente.

**Tabla 11-9**  
**Externalidades Sociales generadas por el Proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, Sujetas a valoración monetaria**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Generación de empleos	(+)	Generación de empleos Etapa de construcción 800 trabajadores Fase de operación 50 trabajadores	Valores directos de mercado
Reducción de costos de operación	(+)	IRI x costo de operación	Valores directos de

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
vehicular		vehicular	mercado
Totales	(-) 0 (+) 2		

Elaborado por: URS Holdings, Inc

De la lista de externalidades generadas por el Proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, han calificado para la valoración monetaria dos (2) positivas.

A continuación presentamos la valoración de estas externalidades:

#### a. Generación de empleos

Un impacto positivo de este proyecto es la generación de empleo. En la etapa de construcción serán 800 puestos de trabajo y en la etapa de ocupación 50 plazas.

La inyección económica del proyecto en materia de empleo es cinco millones setecientos sesenta mil Balboas mensuales (B/. 6,760,000.00) en la etapa de construcción y de doscientos cuarenta mil Balboas mensuales (B/. 240,000.00) en la etapa de operación. Su cálculo se desglosa en el Tabla 11.10.

**Tabla 11-10**  
**Valoración económica de generación de empleos**

<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor</b>
Trabajadores en la fase de construcción	Trabajadores	800
Trabajadores en la fase de operación	Trabajadores	50
Salario promedio en la fase de construcción	B./.	600.00
Salario promedio en la fase de operación	B./.	400.00
Monto mensual de salarios en la fase de construcción	B./.	480,000
Monto anual de salarios en la fase de construcción	B./.	5,760,000
Monto mensual de salarios en la fase de operación	B./.	20,000
Monto anual de salarios en la fase de operación	B./.	240,000

Elaborado por URS Holding

### **b. Reducción de Costos de Operación Vehicular**

Los estudios sobre costos de operación vehicular indican que estos se reducen a índices de rugosidad menores.

El sobrecoste de operación vehicular resulta de la diferencia de los montos de operación vehicular totales anuales sin proyecto (índice de carretera Transístmica), menos los costos en la situación ideal de un pavimento en buenas condiciones (índice de rugosidad autopista).

La estimación del ahorro obtenido por la reducción de los costos de operación vehicular por el uso de la autopista se presenta en el Tabla 11-11.

**Tabla 11-11**  
**Ahorro por Reducción de Costos de Operación Vehicular**

Indicador	Unidad de medida	Valor
Extension autopista	Km	11.9
Indice de rugosidad autopista	m/km	2.5
Indice de rugosidad Pavimento deteriorado	m/km	10
Vehiculos livianos		
Factor de corrección IRI 2.5		1.00
Factor de corrección IRI 10		1.41
Costos de operación vehicular IRI2.5	B/. -Km2	0.30
Costos de operación vehicular IRI10	B/. -Km2	0.42
Ahorro por reduccion de COV unitario	B/.	0.12
Ahorro COV uso de autopista	B/.	1.46
Ahorro diario flujo vehicular autopista	B/.	6,191.45
Ahorro anual flujo vehicular autopista	B/.	2,259,879.62
Autobuses 2,3 y 4 Ejes		
Factor de corrección IRI 2.5		1.00
Factor de corrección IRI 10		1.3
Costos de operación vehicular IRI2.5	B/. -Km2	0.55
Costos de operación vehicular IRI10	B/. -Km2	0.72
Ahorro por reduccion de COV unitario	B/.	0.17
Ahorro COV uso de autopista	B/.	1.96
Ahorro diario flujo vehicular autopista	B/.	589.05
Ahorro anual flujo vehicular autopista	B/.	215,003.25
Camiones Unitarios Camiones 2,3 y 4 Ejes		
Factor de corrección IRI 2.5		1.00
Factor de corrección IRI 10		1.52
Costos de operación vehicular IRI2.5	B/. -Km2	0.70
Costos de operación vehicular IRI10	B/. -Km2	1.06
Ahorro por reduccion de COV unitario	B/.	0.36
Ahorro COV uso de autopista	B/.	4.33
Ahorro diario flujo vehicular autopista	B/.	3,157.74
Ahorro anual flujo vehicular autopista	B/.	1,152,573.79
Tracto-camión con semi-remolque o		
Factor de corrección IRI 2.5		1.00
Factor de corrección IRI 10		1.58
Costos de operación vehicular IRI2.5	B/. -Km2	0.90
Costos de operación vehicular IRI10	B/. -Km2	1.42
Ahorro por reduccion de COV unitario	B/.	0.52
Ahorro COV uso de autopista	B/.	6.21
Ahorro diario flujo vehicular autopista	B/.	7,025.55
Ahorro anual flujo vehicular autopista	B/.	2,564,324.22
Total Ahorro diario flujo vehicular autopista	B/.	16,963.78
Total Ahorro anual flujo vehicular autopista	B/.	6,191,780.87

Fuente: Consultor contratado por URS Holding

Los factores de corrección utilizados, fueron obtenidos de publicación técnica del Instituto Mexicano del transporte, denominado Estado Superficial y costos de operación en carreteras<sup>2</sup>.

### 11.3 Cálculos del VAN

#### 11.3.1 Construcción del Flujo de Costos y Beneficios

Los proyectos carreteros, requieren un período de operaciones para verificar la aplicación de los planes de mitigación y monitoreo, cónsonos con las medidas correctoras que se han definido en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual esta detallado en el capítulo 10. Para los efectos de la proyección del flujo de caja se han considerado 8 años.

Una vez valorados los impactos ambientales y las externalidades sociales, se debe calcular el costo estimado de planes de mitigación y monitoreo, para incluirlo en el flujo de caja de costos y beneficios del proyecto. Estos costos se detallan en la Tabla 10-19 del capítulo 10 y sus totales resumidos se presentan en el Tabla 11-12.

**Tabla 11-12**  
**Costos Estimados de las Medidas Correctoras**

PLANES	COSTOS (B/.)
PLAN DE MITIGACION	<b>1,578,668.50</b>
PLAN DE MONITOREO	<b>180,100.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,758,769.00</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.

El flujo de costos y beneficios del proyecto, expresa en valores monetarios, los flujos ambientales del proyecto. Con estos flujos netos se puede entonces calcular la rentabilidad del proyecto, incluidas las externalidades sociales. Estos flujos no incluyen el flujo financiero del proyecto, por lo tanto se calcula la tasa interna de retorno (TIR). Dicho flujo de fondos neto se presentan en el Tabla 11-13.

<sup>2</sup> Arroyo José y Agueberre Roberto. Estados Superficiales y costos de operación en carreteras. Instituto Mexicano de Transporte. México D.F. Año 2002.

Tabla 11-13

Flujo de Fondos Netos del Proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos

	Construcción		Operaciones							
	Año-2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
<b>Beneficios</b>										
<b>Ambientales</b>										
Costo evitado de Pérdida de bienestar por aumento de ruido	259,994	259,994								
Costo evitado de Pérdida de suelo por erosión	41,540	41,540	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440
Pérdida del potencial forestal del bosque nativo	327,390	140,310	128,800	128,800	128,800	128,800	128,800	128,800	128,800	128,800
Pérdida de cobertura vegetal	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107	476,107
Afectación de área protegida	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000
Pérdida de manglar	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416	35,416
<b>Externalidades sociales</b>										
Generación de empleos	5,760,000	5,760,000	240000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000
Reducción de costos de operación vehicular			6,191,781	6,191,781	6,191,781	6,191,781	6,191,781	6,191,781	6,191,781	6,191,781
<b>Total Beneficios</b>	<b>6,956,447</b>	<b>6,769,367</b>	<b>7,132,544</b>							
<b>Costos</b>										
<b>Medidas Correctoras</b>										
Costo de medidas de mitigación			197,334	197,334	197,334	197,334	197,334	197,334	197,334	197,334
Programa de Monitoreo y prevención de riesgos	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010	18,010
<b>Total Costos</b>	<b>18,010</b>	<b>18,010</b>	<b>215,344</b>							
<b>Flujo Neto (ahorro)</b>	<b>6,938,437</b>	<b>6,751,357</b>	<b>6,917,200</b>							
<b>Flujo Neto actualizado</b>	<b>6,938,437</b>	<b>6,751,357</b>	<b>6,176,071</b>	<b>5,514,349</b>	<b>4,923,526</b>	<b>4,396,006</b>	<b>3,925,005</b>	<b>3,504,469</b>	<b>3,128,990</b>	<b>2,793,741</b>

Elaborado por URS Holding.

### 11.3.2 Cálculo de la Rentabilidad Ambiental del Proyecto

En lo que se refiere a los beneficios, estos incluyen los costos evitados como consecuencia de la aplicación de las medidas de mitigación del proyecto y las externalidades sociales positivas. En cuanto a los costos estos incluyen los costos ambientales y el costo de las medidas correctoras.

En el Tabla 11-14 se presentan los flujos de costos y beneficios y el Valor Actual Neto.

**Tabla 11-14**  
**Calculo del VAN y el Beneficio-Costo**

<b>Valor Acumulado</b>	<b>69,027,394</b>
<b>VAN Flujo Neto</b>	<b>38,970,475</b>
<b>VAN Beneficios Ambientales</b>	<b>39,853,712</b>
<b>VAN Costos Ambientales</b>	<b>883,237</b>
<b>Relación Beneficio - Costo</b>	<b>45.12</b>

Elaborado por URS Holding

Como se puede ver, el flujo de fondos del presente análisis nos dice que los beneficios que ha de generar el proyecto son mayores que los costos.

En este sentido hemos aplicado dos medidas de análisis económico que se utilizan para verificar la viabilidad ambiental de proyectos. La primera de ellas es el Valor Actual Neto (VAN), que nos indica que, si los valores que se obtienen son positivos, el proyecto debe ejecutarse y si los valores son negativos, el proyecto debe modificarse o desistir de su ejecución. Como podemos apreciar el VAN es positivo ya que el valor obtenido es de B/.38,970,475.00.

La otra medida es la relación Beneficio-Costo. Cuando el valor de esta razón es mayor de uno, el proyecto es viable, mientras que cuando es menor que 1, el proyecto debe modificarse o desistir de su ejecución. La Razón B/C resultante de nuestro análisis, nos indica que por cada Balboa invertido, lo que generara el proyecto serán beneficios. El resultado de nuestra operación indica la razón B/C es de 45.12, es decir, que el proyecto le producirá al país cuarenta y cinco Balboas con doce centavos por cada Balboa invertido.

### **11.3.3 Opinión Técnica**

Los resultados de la valoración económica de impactos y su correspondiente análisis beneficio-costo, indican el proyecto es ambientalmente sostenible.