

## **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 categoría III, debe incluir un capítulo correspondiente a la valoración económica del proyecto. Dicha valoración distingue entre impactos ambientales y externalidades sociales. Los primeros se refieren a los impactos que las actividades del proyecto generan sobre el ambiente físico y biológico; las externalidades corresponden a las alteraciones que las actividades del proyecto producen en el ambiente socioeconómico. El presente documento desarrolla los contenidos de esta sección.

### **Método**

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 ambientales y externalidades del proyecto a ser valorados
- Paso 2: Valoración económica de impactos y externalidades sociales 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 ambiental del proyecto (VAN y razón beneficio costo ambiental)
- Paso 6: Presentación de opinión técnica correspondiente.

### **11.1 Valoración Monetaria de los Impactos Ambientales**

Al hacer los Estudios de Impacto Ambiental se debe tener especial cuidado de no confundir los efectos con el impacto. El "efecto" (ya sea polvo en suspensión, ruido, afluencia de visitantes, etc.) no tiene porqué suponer necesariamente un cambio cualitativo y cuantificable en el elemento ambiental estudiado. El “impacto” es el cambio neto o efecto final que se produce

sobre alguno de los factores ambientales, por causa de los cambios generados por una determinada acción del proyecto.

Hay cuatro características que diferencian el “efecto” del “impacto”. Ellas son:

- Para que haya impacto debe producirse modificación en el ambiente
- Esa modificación debe ser observable y medible.
- Sólo se consideran impactos aquellos derivados de la acción humana que modifican la evolución espontánea del medio afectado.
- Para que la alteración pueda ser considerada y valorada como tal, debe alcanzar una dimensión y una significación mínima que justifique su estudio y su medida.

Un efecto pasa a la categoría de impacto si consigue una alteración o modificación observable, medible y de una entidad o dimensión que aconseje su estudio y valoración.

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

Con base en la Matriz de Valoración (Matriz 9-3a y 9-3b) del presente estudio, se identificaron un total de 49 impactos. De éstos, 6 resultaron positivos durante la fase de construcción y otros 15 durante la fase de operación, en tanto que fueron identificados 40 impactos negativos para la fase de construcción y 21 para la de operación. Por último, fueron registrados 3 impactos neutros en la fase de construcción y 13 en la de operación.

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

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

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

Para la etapa de construcción cumplen el requisito del Punto a, 12 impactos, todos negativos, mientras que para la etapa de operación lo cumplen 8 negativos y uno positivo. Los impactos clasificados como neutros o NA, no califican.

**Tabla 11-1**  
**Impactos Ambientales de Mediana y Alta Significancia**  
**Generados por el Proyecto Línea 1 del Metro**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Modificación de la calidad del aire	(-)	D	M	(+)	D	A
Aumento en los niveles de ruido	(-)	D	M	(-)	D	A
Incremento en transmisión de vibraciones	(-)	D	M	(-)	D	M
Incremento en la erosión de los suelos	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
Contaminación de los suelos	(-)	D	M	(-)	D	B
Aumento en la subsidencia del suelo	(-)	D	M	(-)	D	M
Alteración del régimen de flujo de las aguas superficiales	(-)	D	A	(-)	D	M
Alteración del nivel freático	(-)	D	M	(-)	D	M
Alteración del régimen de flujo de las aguas subterráneas	(-)	D	A	(-)	D	M
Aumento en el riesgo de inundaciones	(-)	D	M	(-)	D	B
Pérdida de cobertura vegetal	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
Pérdida de hábitat de fauna terrestre	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
<b>Totales</b>		<b>(-) 12</b>	<b>(D) 12</b>	<b>(B) 0</b>	<b>(-) 8</b>	<b>(D) 9</b>
		<b>(+) 0</b>	<b>(I) 0</b>	<b>(M) 10</b>	<b>(+) 1</b>	<b>(B) 2</b>
		<b>(+/-) 0</b>	<b>(NA) 0</b>	<b>(A) 2</b>	<b>(+/-) 3</b>	<b>(M) 5</b>
				<b>(MA) 0</b>	<b>(I) 0</b>	<b>(A) 2</b>
				<b>(NA) 0</b>	<b>(NA) 3</b>	<b>(MA) 0</b>
						<b>(NA) 3</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc

Nota:

Carácter	Efecto	Significancia 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>

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

**Tabla 11-2**  
**Impactos Ambientales Generados por el Proyecto**  
**Línea 1 del Metro Sujetos a Valoración Económica**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Modificación de la calidad del aire	(+)	Disminuciones anuales de CO <sub>2</sub> de 316 toneladas, de NOX en 67 toneladas, de HC en 19 toneladas y de 693 kg de PM10.	Método de cambio de productividad
Aumento en los niveles de ruido	(-)	Exceso de ruido sobre límites permisibles	Método de cambio de productividad
Incremento en la erosión de los suelo	(-)	El incremento en los niveles de erosión se estima en 65 Toneladas por hectárea por año	Costo de reposición

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### 11.1.2 Valoración Monetaria de los Impactos Seleccionados

De la lista de impactos potenciales generados por el Proyecto Línea 1 del Metro han calificado para la valoración económica 3 impactos, uno positivo y dos negativos. A continuación presentamos la valoración económica de estos impactos:

#### a. Modificación de la calidad del aire

Con la puesta en marcha de la Línea 1 del metro, se producirá una modificación positiva de la calidad del aire, debido a disminuciones de las emisiones anuales de Gases con Efecto Invernadero de CO<sub>2</sub> (316 toneladas), de NOX (67 toneladas), de HC (19 toneladas) y de PM<sup>10</sup> (693 kg). Para el cálculo monetario se utilizó como se utilizó como referencia valores obtenidos del California Air Resources Board.

Los ahorros por la reducción de emisiones de gases efecto invernadero ascienden a un millón ciento doce mil cuatro balboas anuales. (B/. 1,112,004. 00)

**Tabla 11-3**  
**Ahorros Generados por la Modificación de la Calidad del Aire**  
**Derivados de las Operaciones de la Línea 1 del Metro**

Emisiones anuales de Gases con Efecto Invernadero	Unidad de medida	Cantidad
CO <sup>2</sup>	Toneladas	316
NOX	Toneladas	67
HC	Toneladas	16
PM <sup>10</sup>	Toneladas	0.693
Ahorro por costo evitado de CO <sup>2</sup>	B /. por tonelada	90.00
Ahorro por costo evitado NOX	B /. por tonelada	11,000.00
Ahorro por costo evitado HC	B /. por tonelada	16,500.00
Ahorro por costo evitado PM10	B /. por tonelada	119,140.00
Valor monetario de CO <sup>2</sup>	Balboas	28,440.00
Valor monetario de NOX	Balboas	737,000.00
Valor monetario de HC	Balboas	264,000.00
Valor monetario de PM <sup>10</sup>	Balboas	82,564.00
Valor total de emisiones	Balboas	1,112,004.00

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### b. Aumento en los niveles de ruido

En la fase de operaciones de la Línea 1 del metro se producirá aumento de ruido, especialmente en aquellos tramos elevados a su paso por algunas zonas residenciales y comerciales como lo son Los Andes, Pan de Azúcar, San Miguelito, Pueblo Nuevo y la Ave. 12 de Octubre. Una segunda área de incremento de ruido será desde la Estación Santo Tomás hasta la 5 de Mayo.

Para calcular el costo de la pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido dicha medición 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 reducir el ruido y 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.

Utilizaremos la experiencia de Chile. Galilea y Ortúzar (2005), en que estimaron el DP para Santiago de Chile. La disposición al pago de los hogares por reducción de la exposición al ruido fue de US\$ 1,66 por dB(A) por mes.<sup>1</sup>

Para calcular el costo pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido 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.
- Se estableció como número de hogares afectados por el exceso de ruido como 30 % del total de hogares que se ubican dentro de las AID y AII del proyecto Línea 1 del metro.
- Se definió el exceso de decibeles por tramo o estación
- Para el cálculo monetario de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$C_{PB\ tm} = (H_a * C_a) * (C_{dba} * dB_{sn})$$

---

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

En donde,

$C_{ERtm}$  Costo de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido por tramo o estación

$H_a$  Número de hogares afectados

$C_a$  Porcentaje de hogares afectados por el exceso de ruido

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

$dB_{sn}$  Cantidad de dB(A) que se debe reducir por tramo o estación

Se estima el Costo económico total por pérdida de bienestar utilizando la siguiente ecuación:

$$C_{PBt} = \sum^n C_{PBz1} + C_{PBz2} + C_{PBz3} + \dots + C_{PBzn}$$

El costo económico de la Pérdida de Bienestar debida al incremento de ruido derivado de las operaciones de la Línea 1 del metro, se presenta en la Tabla 11-4 y asciende a novecientos ochenta y nueve mil setecientos treinta Balboas (B/.989.730.00).

**Tabla 11-4**  
**Costo de la Pérdida de Bienestar Debida al Incremento de Ruido**  
**Derivado de las Operaciones de la Línea 1 del Metro**

TRAMO O ESTACIÓN	NIVEL MEDIDO EN dBA	DECIBELES >60dBA	HOGARES AFECTADOS	COSTOANUAL POR DECIBEL/HOGAR EN B./.	COSTO DEL RUIDO
Los Andes	70	10	500	15.71	78,550.00
Pan de Azúcar	70	10	800	15.71	125,680.00
San Miguelito	85	25	1000	15.71	392,750.00
Pueblo Nuevo	70	10	750	15.71	117,825.00
Ave. 12 de Octubre	70	10	500	15.71	78,550.00
Estación Santo Tomás	85	25	200	15.71	78,550.00
5 de Mayo.	85	25	300	15.71	117,825.00
<b>TOTAL</b>					<b>989,730.00</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### c. Incremento en la erosión de los suelo

De acuerdo con los estudios de suelo, durante la estación lluviosa en los sitios de instalación de las estaciones subterráneas de la Línea 1 del Metro (estaciones Fernández

de Córdoba, Vía Argentina, Iglesia del Carmen, La Exposición, Marañón y 5 de Mayo) se puede producir un proceso de erosión de los suelos intenso debido a la acción de las lluvias y la escorrentía superficial. Este fenómeno también se producirá en otras áreas en donde haya remoción de vegetación.

Desde la terminal de Albrook hasta la Vía Fernández de Córdoba, la ruta será subterránea y su profundidad irá de 20 a 25 metros. El incremento en los niveles de erosión debido a la ejecución del proyecto, se estima en 65 Toneladas por hectárea por año. La longitud del tramo subterráneo es de 7 kilómetros y el área de influencia directa tendrá en promedio 300 metros de ancho. El incremento en los niveles de erosión debido a la ejecución del proyecto, se estima en 65 Toneladas por hectárea por año. En la tabla 11-5 se presenta la valoración monetaria del incremento en los niveles de erosión de suelos, debida a la construcción de la Línea 1 del Metro.

**Tabla 11-5**  
**Costo económico Incremento en los Niveles de Erosión de Suelos**  
**Generado por la Construcción de la Línea 1 del Metro**

Elemento	Valor	Unidad de medida
Incremento en los niveles de erosión	65	ton/ha
Área	240	ha
Pérdida total	15.600	ton/año
Precio desarenado <sup>(2)</sup>	4,00	B/. /ton
<b>Valor económico total</b>	<b>187.200,00</b>	<b>B/. /(tres años)</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.

La pérdida de suelos será de 15,600 toneladas métricas por año. El valor económico se estima en base al costo de desarenado<sup>2</sup>, equivalente a B/. 62,400 Balboas anuales, para un valor económico total de ciento ochenta y siete mil doscientos Balboas (B/ 187,200.00).

---

<sup>2</sup> El desarenado es una técnica que tiene como objetivo el de eliminar partículas más pesadas que el agua, que no se hayan quedado retenidas en el desbaste, y que tienen un tamaño superior a 200 micras, sobre todo arenas pero también otras sustancias como cáscaras, semillas, etc. Con este proceso se consiguen proteger los equipos de procesos posteriores ante la abrasión, atascos y sobrecargas.

## 11.2 Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales

### 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 ambientales, a saber:

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

La Tabla 11-6 presenta Las externalidades sociales que cumplen el requisito del Punto a.

**Tabla 11-6**  
**Externalidades Sociales de Mediana y Alta Significancia**  
**Generadas por el Proyecto Línea 1 del Metro**

Impactos potenciales	Fase de construcción			Fase de operación		
	Carácter	Efecto	SF	Carácter	Efecto	SF
Generación de empleos	(+)	D	A	(+)	D	M
Afectación a la población por intervención de infraestructuras públicas	(-)	D	A	(+/-)	NA	NA
Afectación a estructuras particulares	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
Mayor demanda de servicios públicos	(-)	D	A	(-)	D	B
Incremento en la generación de desechos	(-)	D	A	(-)	D	M
Cambios al paisaje	(-)	D	M	(+)	D	M
Estímulo a la economía nacional	(+)	D	MA	(+)	D	M
Perturbación sobre la actual ocupación laboral	(-)	D	M	(+/-)	NA	NA
Cambios en las condiciones de la oferta de transporte de la ciudad	(-)	D	M	(+)	D	MA
Modificación del tráfico vehicular	(-)	D	A	(+)	D	MA
Cambios en los costos de operación vehicular	(-)	D	M	(+)	D	M
Cambios en la accidentalidad en el transporte	(+/-)	NA	NA	(+)	D	A
	(-) 9 (+) 2 (+/-) 1	(D) 11 (I) 0 (NA) 1	(B) 0 (M) 5 (A) 5 (MA) 1 (NA) 1	(-) 2 (+) 7 (+/-) 3	(D) 9 (I) 0 (NA) 3	(B) 1 (M) 5 (A) 1 (MA) 2 (NA) 3
<b>Totales</b>						

Elaborado por URS Holdings, Inc

Para la etapa de construcción tenemos 9 externalidades negativas, 2 positivas y 1 neutra, mientras que para la etapa de operación 2 negativas, 7 positivas y 3 neutras.

El Tabla 11-7 presenta las externalidades sociales que reúnen los requisitos del Punto b y que han de ser valoradas monetariamente.

**Tabla 11-7**  
**Externalidades Sociales Generadas por el Proyecto Línea 1 del Metro**  
**Sujetas a Valoración Monetaria**

Impactos	Carácter	Indicador	Método de valoración
Generación de empleos	(+)	3,000 empleos en la fase de construcción. 800 empleos en operación	Valores directos de mercado
Perturbación sobre la actual ocupación laboral	(-)	Puestos de trabajo perdidos	Valores directos de mercado
Cambios en las condiciones de la oferta de transporte de la ciudad	(+)	Movilización en transporte público. Una reducción del tiempo de viaje del 58%.	Método de cambio de productividad
Cambios en la accidentalidad en el transporte	(+)	1600 accidentes menos (5%) que en la condición sin proyecto, lo que en términos monetarios significaría un ahorro económico en muertes, accidentes y daños materiales de casi 5 millones de balboas.	Método de cambio de productividad
Estímulo a la economía nacional	(+)	Efecto multiplicador de la inversión. 1.28 para megaproyectos	Valores directos de mercado

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### 11.2.2 Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales Seleccionadas

De la lista de externalidades generadas por el Proyecto Línea 1 del Metro, han calificado para la valoración monetaria cuatro positivas y una negativa.

A continuación presentamos la valoración de estas externalidades:

### **a. Generación de empleos**

Un impacto positivo de este proyecto es la generación de empleo. Se deberá contratar personal destinado a diversas actividades propias de la fase de construcción (limpieza y desarraigue, movimiento de tierra y la construcción de estructuras aéreas y subterráneas, etc.), ya sea como mano de obra calificada o no calificada entre los que se encuentran ingenieros, arquitectos, albañiles, carpinteros, electricistas, conductores de equipo pesado, etc.

En la etapa de construcción serán 3,000 puestos de trabajo directo y 9,000 indirectos, mientras que en la etapa de operación se generarán 800 plazas.

La inyección económica del proyecto en materia de empleo, en la fase de construcción es de 21.6 millones de Balboas al año en empleo directo y 43.2 millones de Balboas al año en empleo indirecto. Para la etapa de operación la plantilla laboral ascenderá a partir del 2015 a 7.2 millones de Balboas.

**Tabla 11-8  
Beneficios Económicos del Empleo  
Generado por el Proyecto Línea 1 del Metro**

Indicador	Unidad de medida	Valor
Trabajadores directos en la fase de construcción	Trabajadores	3,000
Trabajadores indirectos en la fase de construcción		9,000
Trabajadores en la fase de operación	Trabajadores	800
Salario promedio (T directos) construcción	B/.	600.00
Salario promedio (T indirectos) construcción	B/.	400.00
Salario promedio operación	B/.	750.00
Monto mensual de salarios (T directos) construcción	B/.	1,800,000.00
Monto mensual de salarios (T indirectos) construcción	B/.	3,600,000.00
Monto anual de salarios (T directos) construcción	B/.	21,600,000.00
Monto anual de salarios (T indirectos) construcción	B/.	43,200,000.00

Indicador	Unidad de medida	Valor
Monto total anual de salarios en fase de construcción	B/.	64,800,000.00
Monto mensual de salarios en la fase de operación	B/.	600,000.00
Monto anual de salarios en la fase de operación	B/.	7,200,000.00

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### b. Perturbación sobre la actual ocupación laboral

La construcción del Metro ocasionará cambios a la baja en los flujos de personas hacia las zonas en donde se desarrollarán las obras. Ello afectará los ingresos económicos de las empresas que se localicen en esas áreas. Muchas de ellas deberán ajustar sus costos de operación, lo cual por lo general se hace mediante reducción de personal.

Ello implicará un impacto negativo sobre empleos y salario cuya pérdida se presenta en la Tabla 11-9. El monto anual de salarios dejados de percibir es de 12.3 millones de Balboas.

**Tabla 11-9**  
**Pérdida Económica por Perturbación sobre la Actual Ocupación Laboral**  
**Debido al Proyecto Línea 1 del Metro**

Indicador	Unidad de medida	Cantidad/ Valor
Población ocupada área de influencia directa	Trabajadores	23,368
Salario promedio	B/.	440.00
Reducción de puestos de trabajo 10 %	Trabajadores	2,337
Monto mensual de salarios perdidos	B/.	1,028,192.00
Monto anual de salarios perdidos	B/.	12,338,304.00

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### c. Cambios en las condiciones de la oferta de transporte de la ciudad

La puesta en operación de la Línea 1 del Metro de Panamá permitirá un ahorro de 30 minutos a los pasajeros que realicen el trayecto Los Andes – Albrook y viceversa. El beneficio obtenido del uso de esta nueva oferta de transporte de la ciudad será de una hora por viaje completo (ida y vuelta).

Para hacer la valoración monetaria de este beneficio, asumimos que el 30% del total de usuarios del metro se desplazará por el trayecto completo Los Andes – Albrook. Igualmente asumimos que de este número de pasajeros el 50% serán trabajadores, cuyo salario promedio por hora corresponde a tres Balboas.

Los resultados de esta valoración se presentan en la Tabla 11-10. El beneficio económico derivado del ahorro en tiempo de viaje por el uso del metro es de 19.4 millones de Balboas.

**Tabla 11-10  
Beneficios Económicos por Cambios en las Condiciones de la Oferta de Transporte de la Ciudad, Debido al Proyecto Línea 1 del Metro**

Indicador	Unidad de medida	Cantidad/ Valor
Número de usuarios del metro día	Pasajeros	120,000
% de Pasajeros trayecto Andes-Albrook	%	30%
Número de usuarios trayecto Andes-Albrook	Pasajeros	36,000
% de Trabajadores trayecto Andes-Albrook	%	50%
Trabajadores trayecto Andes-Albrook	Pasajeros	18,000
Ahorro en tiempo por uso del metro/ pasajero	Horas	1
Ahorro en tiempo por uso del metro por día	Horas	18,000
Ahorro en tiempo por uso del metro por mes	Horas	540,000
Ahorro en tiempo por uso del metro por año	Horas	6,480,000
Costo de la hora trabajo	B/ por Hora	3.00

Indicador	Unidad de medida	Cantidad/ Valor
Monto del ahorro por día	B/.	54,000.00
Monto del ahorro por mes	B/.	1,620,000.00
Monto del ahorro por año	B/.	19,440,000.00

Elaborado por URS Holdings, Inc.

#### d. Cambios en la accidentalidad en el transporte

La tasa de accidentalidad de la ciudad de Panamá es de 10.3 accidentes por cada millón de kilómetros recorridos anualmente. En el año 2009 se gastaron 61.9 millones de balboas, lo que da un costo promedio por accidente de 3,066.62 balboas, que incluye heridos, muertos y daños materiales.

Con la puesta en marcha de, se darían 1600 accidentes menos (5%) que en la condición sin proyecto, lo que en términos monetarios significaría un ahorro económico en muertes, accidentes y daños materiales de casi 5 millones de balboas.

**Tabla 11-11**  
**Ahorros Obtenidos por Reducción de Accidentes**  
**Debido a la Operación de la Línea 1 del Metro**

Indicador	Unidad de medida	Cantidad/ Valor
Disminución de accidentes por puesta en marcha del metro	Accidentes	1,600
Costo promedio por accidente	B/.	3,067.00
Ahorros por reducción de accidentes	B/.	4,907,200

Elaborado por URS Holdings, Inc.

#### e. Estímulo a la economía nacional

El proyecto del Línea 1 del Metro, incrementará la economía local, debido al efecto multiplicador de la inversión. El monto total estimado de la inversión es de 1,500 millones de

Balboas, durante 5 años, es decir, 300 millones anuales

El efecto multiplicador de la inversión en megaproyectos es de 1.28. Este proyecto es intensivo en capital, por lo que asumimos que sólo el 40% de la inversión tendrá efecto multiplicador sobre la economía regional y local

Por lo tanto, el impacto sobre la economía es el siguiente:

$$IE_{lr} = M_i * E_{mp}$$

en donde

$$IE_{lr} \quad \text{Impacto en la economía local} \quad = 40\% \text{ de la inversión}$$

$$M_i \quad \text{Monto anual de la inversión} \quad = 300 \text{ millones}$$

$$E_{mp} \quad \text{Efecto multiplicador Portobelo} \quad = 1.28$$

$$IE_{lr} = 300 * 1.28 * 40\% = 154 \text{ Millones de Balboas anuales}$$

El aporte a la economía regional y local es de 154 millones de Balboas anuales. La mayor parte de estos aportes se generaran durante el período de construcción y el primer año de operación del proyecto.

### 11.3 Cálculos del VAN

#### 11.3.1 Flujo de Costos y Beneficios

Para el análisis Costo – Beneficio ambiental utilizaremos el método conocido como “Costos Preventivos vs. Costos Evitados”. Este considera que para todos los impactos se proponen medidas de conservación (sea de prevención, mitigación y/o monitoreo). Cuando hay gastos por

compensación estos se suman a los costos de la conservación, para posteriormente determinar si dichos valores son menores que los daños ambientales ocasionados por las actividades del proyecto.

El valor económico de estos impactos ambientales, es justamente el valor de los daños evitados, o conocidos también como “Costos Evitados”. En fin, los Costos Evitados son los beneficios ambientales/sociales producto de los Costos de prevención y Conservación.

Una vez estimados los Costos de Conservación (en base a las medidas correctivas) y los Beneficios Ambientales (en base al valor de los impactos ambientales evitados) se utilizan criterios de evaluación financiera y económica.

Para el proyecto Línea 1 del Metro se han considerado para los efectos de la proyección del flujo de caja 8 años en los planes de mitigación y monitoreo, que se han definido en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Una vez valorados los impactos ambientales y las externalidades sociales, se han calculado el costo estimado de planes de mitigación y monitoreo, los cuales deben incluirse en el flujo de caja de costos y beneficios del proyecto. El detalle de dichos costos se presenta en la Tabla 10-19. Los montos globales de dichos costos se presentan en la Tabla 11-14.

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

PLANES	COSTOS (B/.)
Plan de Mitigación	2,461,815.00
Plan de Monitoreo	740,925.00
<b>TOTAL</b>	<b>3,202,740.00</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.

Los costos preliminares de compensación para la indemnización de las infraestructuras, negocios, establecimientos y personas se han sido estimado en B/. 600,000.00.

El flujo de costos y beneficios ambientales y sociales del proyecto, se expresa en valores monetarios, en la Tabla 11-13

### **11.3.2 VAN y Razón Costo-Beneficio ambiental del Proyecto**

Para verificar la viabilidad ambiental y social del proyecto, se calculó el Valor Actual Neto (VAN), el cual indica que, si los valores que se obtienen son positivos, el proyecto es ambiental y socialmente viable y por tal debe ejecutarse y si los valores son negativos, el proyecto debe modificarse o desistir de su ejecución. Como podemos apreciar el valor obtenido es positivo y asciende a B/.240,670,442.00

La otra medida utilizada 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 es de 4.76, lo que significa que el proyecto le producirá al país tres Balboas con setenta y seis centavos por cada Balboa invertido en beneficios ambientales y sociales.

**Tabla 11-13  
VAN y Razón Costo-Beneficio ambiental del Proyecto**

<b>Valor Acumulado</b>	<b>320,495,100</b>
<b>VAN Flujo Neto</b>	<b>240,670,442</b>
<b>VAN Beneficios Ambientales</b>	<b>304,655,783</b>
<b>VAN Costos Ambientales</b>	<b>63,985,340</b>
<b>Relación Beneficio - Costo</b>	<b>4.76</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### **11.3 Opinión Técnica**

Los resultados de la valoración económica de impactos y su correspondiente análisis beneficio-costo, indican que el proyecto resulta ambiental y socialmente aceptable. Se observa en el Flujo Neto que todos los años los montos entre Beneficios y Costos ambientales son positivos; o sea, todos los años los retornos ambientales son superiores a los gastos invertidos en prevención, mitigación y monitoreo, justificando este rubro de egresos del proyecto.

**Tabla 11-14**  
**Flujo de Fondos Netos del Proyecto Línea 1 del Metro**

<b>Beneficios</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>
Ambientales								
Costo evitado por modificación de la calidad del aire	1,112,004	1,112,004	1,112,004	1,112,004	1,112,004	1,112,004	1,112,004	1,112,004
Costo evitado por aumento en los niveles de ruido	989,730	989,730	989,730	989,730	989,730	989,730	989,730	989,730
Externalidades sociales								
Aporte a la economía nacional y local	154,000,000							
Generación de empleos	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
Beneficios económicos por cambios en las condiciones de la oferta de transporte de la ciudad	19,440,000	19,440,000	19,440,000	19,440,000	19,440,000	19,440,000	19,440,000	19,440,000
Ahorros obtenidos por reducción de accidentes	4,907,200	4,907,200	4,907,200	4,907,200	4,907,200	4,907,200	4,907,200	4,907,200
<b>Total Beneficios</b>	<b>187,648,934</b>	<b>33,648,934</b>						
<b>Costos</b>								
Ambientales								
Incremento en la erosión de los suelo	62,400.00	62,400.00	62,400.00					
Externalidades sociales								
Pérdida económica por perturbación sobre la actual ocupación laboral	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00	12,338,304.00
<b>Medidas Correctoras</b>								
Costo de medidas de mitigación	307,727	307,727	307,727	307,727	307,727	307,727	307,727	307,727
Programa de Monitoreo y prevención de riesgos	148,185	148,185	148,185	148,185	148,185			
Costos de compensación	200,000	200,000	200,000					
Inversión								
<b>Total Costos</b>	<b>13,056,616</b>	<b>13,056,616</b>	<b>13,056,616</b>	<b>12,794,216</b>	<b>12,794,216</b>	<b>12,646,031</b>	<b>12,646,031</b>	<b>12,646,031</b>
<b>Flujo Neto (ahorro)</b>	<b>174,592,318</b>	<b>20,592,318</b>	<b>20,592,318</b>	<b>20,854,718</b>	<b>20,854,718</b>	<b>21,002,903</b>	<b>21,002,903</b>	<b>21,002,903</b>
<b>Flujo Neto actualizado</b>	<b>155,885,998</b>	<b>16,416,070</b>	<b>16,416,070</b>	<b>16,625,254</b>	<b>16,625,254</b>	<b>14,949,452</b>	<b>13,347,725</b>	<b>11,917,611</b>

Elaborado por URS Holdings, Inc.