



Centro de Estudios para la Preparación y
Evaluación Socioeconómica de Proyectos

**GUÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE
PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS COSTO–BENEFICIO
ACTUALIZACIÓN 2013**

D.R. © Banco Nacional de Obras y Servicios
Públicos, S.N.C

*Centro de Estudios para la Preparación y
Evaluación Socioeconómica del Proyectos*

Registro en Trámite

Se prohíbe la reproducción total o parcial de
esta obra sin autorización por escrito de su
editor.

México

Documento elaborado originalmente
por:

MDI. Javier Meixueiro Garmendia
MF. Marco Antonio Pérez Cruz

Actualización 2013 por:

Dra. Anne-Laure Mascle-Allemand
Lic. Dinorah Vargas López

AGOSTO 2013



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I ANÁLISIS PARA LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN	6
1.1 Ficha Técnica	6
1.2 Análisis Costo-Beneficio	6
1.3 Análisis Costo-Beneficio Simplificado.....	7
1.4 Análisis Costo-Eficiencia	8
1.5 Análisis Costo-Eficiencia Simplificado	8
1.6 Niveles de Estudio de Evaluación	9
CAPÍTULO II PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO	12
2.1 Resumen Ejecutivo	12
2.2 Situación Actual del PPI	15
2.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual	15
2.2.2 Análisis de la Oferta.....	15
2.2.3 Análisis de la Demanda	16
2.2.4 Interacción de la Oferta-Demanda.....	20
2.3 Situación Sin el PPI	22
2.3.1 Optimizaciones.....	22
2.3.2 Análisis de la Oferta.....	23
2.3.3 Análisis de la Demanda	24
2.3.4 Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda.....	26
2.3.5 Alternativas de Solución.....	28
2.4 Situación Con el PPI.....	29
2.4.1 Descripción General	29
2.4.2 Alineación Estratégica	30
2.4.3 Localización Geográfica	31
2.4.4 Calendario de Actividades	31
2.4.5 Monto Total de Inversión	32
2.4.6 Fuentes de Financiamiento	33
2.4.7 Capacidad Instalada	34

2.4.8 Metas Anuales y Totales de Producción	34
2.4.9 Vida Útil	34
2.4.10 Descripción de los Aspectos más Relevantes de los Estudios de Factibilidad	34
2.4.11 Análisis de la Oferta.....	35
2.4.12 Análisis de la Demanda	36
2.4.13 Interacción Oferta-Demanda	36
2.5 Evaluación del PPI.....	38
2.5.1 Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del PPI	38
2.5.2 Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del PPI	38
2.5.3 Cálculo de los Indicadores de Rentabilidad.....	39
2.5.4 Análisis de Sensibilidad	40
2.5.5 Análisis de Riesgos.....	41
2.6 Conclusiones y Recomendaciones	41
2.7 Anexos	42
Anexo A: Análisis de la Oferta y la Demanda	42
Anexo B: Estudios Técnicos	45
Anexo C: Estudios Legales	45
Anexo D: Estudios Ambientales	45
Anexo E: Estudios de Mercado.....	45
Anexo F: Estudios Específicos.....	45
Anexo G: Memoria de Cálculo con los Costos, Beneficios e Indicadores de Rentabilidad del PPI	46
Anexo H: Análisis de Sensibilidad y Riesgos	48
2.8 Bibliografía.....	54
2.9 Responsable de la Información	54

INTRODUCCIÓN

En México, para solicitar recursos federales para programas y proyectos de inversión, es necesario presentar ante la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (UISHCP), un documento de evaluación que cumpla con los lineamientos establecidos por ésta. Lo anterior se encuentra establecido en el Artículo 34, fracción II de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, en el cual se establece que:

“Para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, las dependencias y entidades deberán observar el siguiente procedimiento, sujetándose a lo establecido en el Reglamento: (...) II. Presentar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión que tengan a su cargo, en donde se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables (...)”

Asimismo, el Artículo 45 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria plantea lo siguiente:

“Los programas y proyectos de inversión deberán contar con un análisis costo y beneficio, elaborado conforme a los lineamientos que emita la Secretaría, que considere las alternativas que se hayan identificado para atender una necesidad específica o solucionar la problemática de que se trate, y deberá mostrar que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar por sí mismos beneficios netos para la sociedad bajo supuestos y parámetros razonables, independientemente de cuál sea la fuente de los recursos con los que se financien.”

Por lo anterior, el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), presenta esta guía con el objetivo de facilitar a las dependencias e instituciones públicas, la elaboración y presentación de los documentos de evaluación.

En este sentido, la presente guía toma como referencia y se apega a lo establecido en los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión* publicados por la UISHCP en el Diario Oficial de la Federación el 27 de abril de 2012 (Lineamientos, 2012). El documento se divide en dos capítulos: en el primero, se describen los tipos y niveles de análisis autorizados por la UISHCP para la evaluación de los programas y proyectos; en el segundo, a partir de un caso hipotético, se presenta un ejemplo de un documento de evaluación, detallando cada uno de los requisitos establecidos para la realización de un análisis costo-beneficio.

D.R. © Banco Nacional de Obras y Servicios
Públicos, S.N.C
Centro de Estudios para la Preparación y
Evaluación Socioeconómica del Proyectos

Registro en Trámite

Se prohíbe la reproducción total o parcial de
esta obra sin autorización por escrito de su
editor.

México

CAPÍTULO I

ANÁLISIS PARA LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN

Este capítulo tiene como objetivo definir los tipos y niveles de análisis establecidos por la UISHCP en los Lineamientos, 2012, así como describir en qué casos deben utilizarse. Para mayor referencia sobre los tipos de programas y proyectos de inversión (PPI) se recomienda revisar la Sección II, numerales 2 y 3 de los Lineamientos en comento.

1.1 Ficha Técnica

De acuerdo con los Lineamientos de la UISCHP, la ficha técnica se requerirá en los siguientes casos:

- *Para los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros programas y proyectos, que tengan un monto de inversión menor o igual a 50 millones de pesos, así como los programas de adquisiciones y mantenimiento menores a 150 millones de pesos; y*
- *Para los proyectos de inversión mayores a 1,000 millones de pesos o aquellos que por su naturaleza o características particulares lo requieran, deberán solicitar primero el registro de los estudios de pre-inversión a través de la ficha técnica, previo a la elaboración y presentación del análisis costo y beneficio correspondiente. En caso de no requerir estudios de pre-inversión, se deberá justificar dentro del análisis costo y beneficio la razón de no requerirlos.*

La ficha técnica consiste en un análisis a nivel de conceptualización en el cual se describe detalladamente la problemática a resolver o la oportunidad por aprovechar con el PPI, así como la justificación de la alternativa de solución seleccionada.

Cabe destacar que cuando el monto total de inversión de un programa o proyecto de infraestructura económica sea mayor a 30 millones de pesos y hasta 50 millones de pesos, se deberá calcular los indicadores de rentabilidad correspondientes para determinar la conveniencia socioeconómica de llevar a cabo el proyecto.

1.2 Análisis Costo-Beneficio

En los Lineamientos se establece que se realizará un análisis costo-beneficio en los siguientes casos:

- *Para los programas y proyectos de inversión con monto total de inversión mayor a 500 millones de pesos.*
- *Para los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo; y*
- *Para aquellos programas y proyectos de inversión distintos de los anteriores, cuando así lo determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.*

Este análisis consiste en identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios generados por un proyecto, en un determinado periodo de tiempo. Se considera como el más conveniente, ya que permite ordenar de manera objetiva (respecto a su rentabilidad), aquellos proyectos que incrementan la riqueza de un país.

Los indicadores más utilizados para este análisis son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), cuyo uso dependerá del comportamiento de los beneficios netos durante el horizonte de evaluación¹.

Cabe mencionar que en los lineamientos se establece que los proyectos evaluados con este tipo de análisis, presenten un estudio a nivel pre-factibilidad, lo cual implica que la información utilizada deba ser detallada y con base en cotizaciones y fuentes especializadas (*véase sección 1.6 para mayor referencia*).

En la práctica, el uso del análisis costo-beneficio se realiza para proyectos cuyos costos y beneficios se pueden cuantificar y valorar, por ejemplo, para la ampliación y construcción de carreteras, aeropuertos, hospitales, sistemas de agua potable, etc.

1.3 Análisis Costo-Beneficio Simplificado

Este tipo de análisis se debe realizar en los siguientes casos:

- *Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión mayor a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;*
- *Los programas de adquisiciones, con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;*
- *Los programas de mantenimiento con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos; y*
- *Los programas de inversión a los que se refiere la fracción IV del numeral 3 de los Lineamientos², con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos.*

Metodológicamente, el análisis costo-beneficio simplificado es igual al descrito en la sección 1.2, sin embargo, su uso se restringe a proyectos de un monto de inversión inferior. Asimismo, el estudio de evaluación que debe presentarse se realiza un nivel perfil, lo cual significa utilizar

¹ Para mayor información metodológica sobre el uso de estos indicadores, se recomienda consultar la sección de “Flujo de costos y beneficios sociales” de la *Metodología General para la Evaluación de Proyectos*, elaborada por el CEPEP y publicada en la página www.cepep.gob.mx.

² La fracción IV del numeral 3 de los Lineamientos 2012 de la UISHCP se refiere a “otros programas de inversión, cuando se trate de acciones que impliquen erogaciones de gasto de capital no identificadas en las fracciones anteriores [programas de adquisiciones, programas de mantenimiento y estudios de pre-inversión]”.

información de primera mano, basada tanto en trabajo de campo básico, como en opiniones de expertos, experiencias anteriores, encuestas o estudios realizados para otros proyectos relacionados (véase sección 1.6 para mayor referencia).

1. 4 Análisis Costo-Eficiencia

Se establece que este tipo de análisis debe realizarse en los siguientes casos:

- *Los programas y proyectos de inversión mayores a 500 millones de pesos, en los que los beneficios no sean cuantificables, y*
- *Los programas y proyectos de inversión mayores a 500 millones de pesos, en los que los beneficios sean de difícil cuantificación, es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios.*

El análisis costo-eficiencia consiste en determinar respecto a un conjunto de alternativas, cuál es la de menor costo. Se debe cumplir que estas alternativas generen exactamente el mismo beneficio, de lo contrario, es necesario igualar sus beneficios para permitir su comparación legítima.

En atención a los Lineamientos, la evaluación de estos PPI deberá realizarse a nivel pre-factibilidad y el indicador de rentabilidad utilizado para este tipo de análisis es el Costo Anual Equivalente (CAE), con el cual se obtiene el valor anualizado de los costos durante la vida útil del proyecto, con el objetivo de comparar y seleccionar la alternativa que resulte con el menor costo. Es importante mencionar, que si existe algún valor de rescate, éste debe ser descontado en valor presente del valor presente de los costos.

El costo-eficiencia se utiliza en proyectos cuyos beneficios son de difícil cuantificación y valoración. Un ejemplo son los proyectos de seguridad nacional, rellenos sanitarios, centros penitenciarios e investigación, donde aún no existe una metodología costo-beneficio, por lo que se utiliza este tipo de análisis.

Finalmente, si se compara el análisis costo-eficiencia con el de costo-beneficio, se encuentra que el primero tiene la desventaja de suponer que las alternativas son rentables por definición, por lo que se puede llevar a cabo algún proyecto que no sea conveniente.

1. 5 Análisis Costo-Eficiencia Simplificado

El análisis costo-eficiencia simplificado se aplicará en los siguientes casos:

- *Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión mayor a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación;*

- Los programas de adquisiciones a que se refiere la fracción I del numeral 3 de los Lineamientos³, con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios no sean cuantificables o de difícil cuantificación;
- Los programas de mantenimiento con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación; y
- Los programas de inversión a los que se refiere la fracción IV del numeral 3 de estos Lineamientos⁴, con un monto total de inversión mayor a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación.

El análisis costo-eficiencia simplificado es metodológicamente igual al descrito en la sección 1.4 con la única variante de que se usa en casos de proyectos y programas cuyos montos totales de inversión son de menor cuantía. Además, la evaluación de estos proyectos deberá hacerse a nivel perfil (véase definición sección siguiente).

1.6 Niveles de Estudio de Evaluación

El nivel de análisis del estudio de evaluación, dependerá de la calidad de la información que se use para la estimación de los costos y los beneficios. En este sentido, existen 4 niveles: conceptualización, perfil, pre-factibilidad y factibilidad.

- El análisis a nivel de conceptualización o de idea se realiza mediante el llenado de una Ficha Técnica con información de fuentes secundarias.
- Por su parte, en atención a los Lineamientos, un estudio a nivel perfil es una evaluación de un PPI en la que:

“... se utiliza la información disponible con que cuenta la dependencia o entidad, tomando en cuenta la experiencia derivada de proyectos realizados y el criterio profesional de los evaluadores. También se puede utilizar información proveniente de revistas especializadas, libros en la materia, artículos contenidos en revistas arbitradas, estudios similares, estadísticas e información histórica y paramétrica, así como experiencias de otros países y gobiernos. Para este tipo de evaluación, la información a utilizar, para efectos

³ La fracción I del numeral 3 de los Lineamientos 2012 de la UISHCP se refiere a “estudios de pre-inversión, cuando se trate de estudios que sean necesarios para que una dependencia o entidad tome la decisión de llevar a cabo un programa o proyecto de inversión. Tanto los estudios de pre inversión como los que se realicen con posterioridad a la decisión de ejecutar un programa o proyecto deberán considerarse dentro del monto total de inversión del mismo.”

⁴ La fracción IV del numeral 3 de los Lineamientos 2012 de la UISHCP se refiere a “otros programas de inversión, cuando se trate de acciones que impliquen erogaciones de gasto de capital no identificadas en las fracciones anteriores [programas de adquisiciones, programas de mantenimiento y estudios de pre-inversión]”.

de la cuantificación y valoración de los costos y beneficios específicos del proyecto, debe permitir el cálculo de indicadores de rentabilidad.”

Cabe destacar que una evaluación a nivel perfil también requiere la realización de trabajo de campo básico para poder contar con los datos más certeros posibles, así como los estudios del proyecto a nivel de ingeniería conceptual.

Los resultados obtenidos a nivel de perfil presentan un mayor grado de error que el siguiente nivel de estudio, sin embargo, permite determinar la conveniencia de proseguir con la evaluación del proyecto, con una inversión mínima. Incluso, para aquellos proyectos que involucran inversiones pequeñas y cuyo estudio a nivel perfil muestra la conveniencia de implementarlos, se puede avanzar a la etapa de diseño o anteproyecto de ingeniería de detalle, sin pasar por los otros niveles de evaluación.

Ahora bien, dependiendo del resultado del estudio a nivel perfil es posible adoptar alguna de las siguientes decisiones:

1. Profundizar el estudio en los aspectos del proyecto que así lo requieran
 2. Ejecutar el proyecto
 3. Replantear la idea del proyecto
 4. Abandonar la idea del proyecto
 5. Posponer la ejecución del proyecto
- Una vez que se ha determinado cuáles de las alternativas a nivel perfil pueden resultar adecuadas para la solución del problema u oportunidad de negocio que se presenta, éstas son desarrolladas en un estudio a nivel pre-factibilidad. A este nivel, se busca disminuir el riesgo con mejores estimaciones de las variables relevantes que influyen en el proyecto. Para este fin, se utilizan fuentes de información primarias y estudios especialmente elaborados para el PPI, mientras que los parámetros de costos se obtienen mediante estudios de ingeniería básica.

Respecto de este nivel de estudios, los Lineamientos plantean que en una evaluación a nivel de pre-factibilidad...

“... se utiliza, además de los elementos considerados en la evaluación a nivel de perfil, información de estudios técnicos, cotizaciones y encuestas, elaborados especialmente para llevar a cabo la evaluación de dicho programa o proyecto. La información utilizada para este tipo de evaluación debe ser más detallada y precisa, especialmente por lo que se refiere a la cuantificación y valoración de los costos y beneficios. La información utilizada para el análisis a nivel de pre-factibilidad, deberá ser verificable e incluir las fuentes de información de la misma en la sección de bibliografía del análisis.”

- Por último, con los estudios de pre-factibilidad es posible determinar con mayor precisión la alternativa más adecuada, para la cual se desarrolla el estudio a nivel factibilidad, el cual deberá proporcionar un alto grado de confiabilidad una vez concluido. Éste nivel de análisis incluye estudios de ingeniería de detalle, entre otros.

Finalmente, a manera de resumen en el Cuadro 1.1 se presentan los tipos de análisis y el nivel de estudios de evaluación que son requeridos por UISHCP para cada PPI.

Cuadro 1.1 Tipos de análisis de evaluación según los Lineamientos 2012 de la UISHCP

Tipo de análisis	Tipo de PPI
Estudios de pre-inversión (mediante Ficha Técnica)	Programas y proyectos de inversión mayores a 1,000 millones de pesos (mdp).
Análisis Costo-Beneficio (ACB) a nivel pre-factibilidad	Para los programas y proyectos de inversión con monto total de inversión mayor a 500 mdp.
	Para los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo.
	Para aquellos programas y proyectos de inversión que así determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.
Análisis Costo-Beneficio Simplificado (ACBS) a nivel perfil	Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental y de inmuebles cuyo monto total de inversión sea mayor a 50 mdp y de hasta 500 mdp.
	Los programas de adquisiciones y de mantenimiento, cuyo monto total de inversión sea mayor a 150 mdp y de hasta 500 mdp.
Análisis Costo-Eficiencia (ACE) a nivel pre-factibilidad	Los programas y proyectos de inversión mayores a 500 mdp, en los que los beneficios no sean cuantificables y/o valorables o sean de difícil cuantificación y/o valoración.
Análisis Costo-Eficiencia Simplificado (ACES) a nivel perfil	Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental y de inmuebles cuyo monto total de inversión sea mayor a 50 mdp y de hasta 500 mdp, y sus beneficios sean no cuantificables y/o valorables o de difícil cuantificación y/o valoración.
	Los programas de adquisiciones y de mantenimiento, cuyo monto total de inversión sea mayor a 150 mdp y de hasta 500 mdp, y sus beneficios sean no cuantificables y/o valorables o de difícil cuantificación y/o valoración.
Ficha Técnica que implica un Análisis de Conceptualización	Programas y proyectos de inversión de hasta 50 mdp.
	Programas de adquisiciones y mantenimiento menores a 150 mdp.
	Para aquellos programas o proyectos de inversión de infraestructura económica con un costo estimado mayor a 30 mdp se deberán calcular los indicadores de rentabilidad necesarios para determinar la conveniencia socioeconómica de realizar el proyecto.

Fuente: Elaboración propia con base en los Lineamientos 2012 de la UISHCP.

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Como se mostró en el capítulo anterior, existen cinco tipos de análisis autorizados por la UISHCP, para la elaboración y presentación de documentos de evaluación, por lo que el CEPEP se ha dado a la tarea de describir los requisitos necesarios para la presentación de los análisis costo-beneficio, así como la elaboración de un documento de evaluación que sirva como ejemplo a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

Para facilitar esta tarea, se considera el siguiente proyecto como ejemplo:

Se propone la ampliación de 2 a 4 carriles de 23.85 kilómetros (km), de la carretera situada entre las ciudades A y B, con el objetivo de disminuir el tiempo de viaje de los usuarios y el costo de operación de los vehículos y con ello, reducir los costos generalizados de viaje (CGV), particularmente en horarios de congestión. El monto total de inversión es de 150.49 millones de pesos (mdp) sin IVA, con un periodo de construcción de 1 año.

El ejemplo anterior trata de un caso hipotético inspirado en ciertos aspectos de un caso real. Por lo tanto, las cifras incluidas en el documento no se pueden usar como referencia para futuros estudios.

Para elaborar el documento, se seguirán los lineamientos establecidos por la UISHCP, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 27 de abril de 2012.

Antes de describir los requisitos para cada tipo de análisis, la presentación de los documentos de evaluación deberá considerar algunas indicaciones básicas:

- Presentar las cifras monetarias en moneda de un mismo momento de tiempo, que generalmente es el año en el que se realiza el estudio.
- Indicar en cada figura (gráfica) o cuadro, el título y fuente de información.
- Las referencias a textos o estudios dentro del documento, deben realizarse con un número que se explicará a pie de página.
- Al final del texto se debe señalar la bibliografía utilizada en el estudio.

2.1 Resumen Ejecutivo

El objetivo de este punto es presentar la información más relevante del estudio de evaluación, de modo que se pueda entender la problemática que se pretende solucionar con el proyecto, así como la descripción del proyecto, los resultados de la evaluación y las conclusiones. Debido a que este resumen sólo se puede realizar hasta tener el estudio completo, se recomienda elaborarlo hasta ese momento, pero presentarlo en el orden que a continuación se sugiere:

Análisis Costo-Beneficio del Proyecto “Ampliación de la carretera entre las ciudades A y B”

Objetivo, problemática y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo de este proyecto es reducir los costos generalizados de viaje (CGV) de los vehículos que circulan por la carretera situada entre las ciudades A y B, particularmente en horarios de congestión.

Problemática identificada

Actualmente los vehículos que circulan por la carretera situada entre las ciudades A y B enfrentan “altos” CGV dado que existen horarios de congestión y una gran proporción de camiones de carga.

Breve descripción del PPI

El proyecto consiste en la ampliación de dos a cuatro carriles, de la carretera de 23.85 km situada entre las ciudades A y B. La ampliación se realizará mediante la construcción de un cuerpo paralelo para obtener una carretera con un ancho de corona de 24 metros, acotamientos de 2.5 metros y una superficie de rodado de asfalto.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación será de 31 años (1 año de inversión y 30 años de operación o vida útil).

Descripción de los principales costos del PPI

- Costos de inversión: El monto total de inversión sin IVA será de 150.49 millones de pesos (lo que corresponde a un monto de inversión presupuestal de 174.57 millones de pesos con IVA).
- Los costos de mantenimiento se dividen en conservación normal, riego de sello, sobrecarpeta y reconstrucción, cuyos montos de inversión y periodicidad se muestran en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Costos de mantenimiento (pesos de 2012, sin IVA)

Concepto	\$/km/carril	Periodicidad (año) ^{1/}	Número de km	Costos Totales (\$)
Conservación normal	30,000	Todos los años	23.85	1,431,000
Riego de sello	100,000	4, 12, 20, 28		4,770,000
Sobrecarpeta	350,000	8, 24		16,695,000
Reconstrucción	1,000,000	16		47,700,000

^{1/} Los costos de mantenimiento no se suman cuando coinciden en un mismo año, sólo se considera el mayor.

Fuente: Información proporcionada por el estudio de ingeniería.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Los beneficios que se generan con la ampliación son: la disminución en los CGV de los vehículos que circulan por el proyecto y, por consiguiente, la reducción en la contaminación por menores emisiones de gases contaminantes. Además, al final de la vida útil de proyecto, existe un valor de rescate que debe considerarse como beneficio del proyecto.

Indicadores de rentabilidad, riesgos asociados y conclusión

Indicadores de rentabilidad del PPI

Con base en el análisis de evaluación del PPI se obtuvo un Valor Presente Neto (VPN) de 104.53 millones de pesos de 2012, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 18.56% y una Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI) de 14.35% en el año 2013.

Riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI

Los riesgos más comunes de este tipo de proyectos se relacionan con los derechos de vía y los retrasos en la ejecución de la obra.

Conclusión del análisis de evaluación del PPI

Se recomienda realizar este proyecto de ampliación dado que el momento óptimo de operar es el año 2013, ya que la TRI es 14.35%, la cual es mayor a la tasa social de descuento del 12%. Por lo tanto, el año óptimo de inversión debe ser el 2012.

Invirtiéndose en el año 2012, se obtiene un VPN máximo de 104.53 millones de pesos de 2012 y una TIR de 18.56%.




Independientemente de que el resumen ejecutivo sea el primer capítulo del análisis costo-beneficio, debe redactarse al final, un vez que el resto del documento esté terminado.

2.2 Situación Actual del PPI

Antes de determinar la situación sin proyecto, es necesario describir las condiciones actuales de la carretera a evaluar. Así, la situación actual consiste básicamente en tomar una foto del mercado del bien o servicio objeto del estudio dadas sus características actuales. Para ello, en el caso bajo análisis se identificarán y cuantificarán la demanda y la oferta para este proyecto, así como la estimación de los CGV, en los que incurren los vehículos y usuarios que circulan por la zona.

2.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual

En este apartado se debe realizar un resumen de los elementos más importantes que sirven para identificar y explicar la problemática u oportunidad de negocio que el proyecto busca atender a partir del diagnóstico de la interacción de la oferta y la demanda del bien o servicio objeto del estudio.


 El diagnóstico de la situación actual es un paso fundamental en el proceso de planeación: primero se identifica la problemática y después se determina la solución a este problema.

Ahora bien, independientemente de que la problemática se presenta en este apartado, ésta se obtiene a partir de la interacción entre la oferta y la demanda de la situación actual.

En este sentido, en el presente caso actualmente se observan 12 horas de congestión y una gran proporción de camiones de carga en la carretera situada entre las ciudades A y B, lo que implica “altos” CGV para los usuarios de dicha vialidad.

2.2.2 Análisis de la Oferta

La determinación de la oferta actual se refiere a la caracterización de la capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios en las condiciones actuales. Para una correcta determinación de la oferta actual, primeramente es necesario plantear el área de estudio y el área de influencia del PPI en cuestión. En este sentido, se recomienda plasmar un mapa que ubique la localización del proyecto, así como las coordenadas geográficas para georreferenciarlo.

 En esta sección se debe describir con detalle el estado actual de la infraestructura existente, cuándo se inició su construcción y su vida útil remanente.

En relación al ejemplo, en esta sección se describen las características físicas y geométricas de la carretera como lo son el tipo de superficie, índice de rugosidad internacional (IRI), número de carriles, pendientes, grados de curvatura y altitud.

La carretera tiene una longitud de 23.85 km y está constituida por dos carriles con un ancho de corona de 12 metros y acotamiento de 2.5 metros para cada sentido. El tipo de superficie de rodado es pavimento asfáltico.

En el trabajo de campo se debe recabar información sobre las características físicas y geométricas de la carretera, las cuales se presentan en el Cuadro 2.2.


Cuadro 2.2 Características físicas y geométricas de la carretera por sentido de circulación, 2011

Concepto	Sentido de circulación	
	N-S	S-N
Índice de rugosidad internacional (IRI)	4.26	4.49
Pendiente media ascendente (%)	0.45	0.51
Pendiente media descendente (%)	0.51	0.45
Proporción de viaje ascendente (%)	23.82	25.62
Altitud promedio (m.s.n.m)	1,546.90	
Curvatura horizontal promedio ponderada (grados/km)	61.14	
Longitud de la carretera	23.85	
Número de carriles	2	
Ancho de corona (mts)	12	
Ancho de acotamiento por sentido (mts)	2.5	
Tipo de superficie de rodado	Pavimento asfáltico	

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en el trabajo de campo.

2.2.3 Análisis de la Demanda

Por demanda se entiende la cantidad requerida de bienes y servicios por unidad de tiempo, que satisface las necesidades de la población objetivo del PPI. Por tanto en este apartado se debe dar una descripción precisa de sus características principales y comportamiento histórico, considerando las variables que la condicionan.

 Al igual que para la determinación de la oferta, para la demanda se requiere de un estudio particular que muchas veces implica la realización de trabajo de campo.

Cabe mencionar, que la medición de la demanda depende directamente del tipo de proyecto, ya que no es necesariamente única. En este sentido, se puede definir la demanda dependiendo del tipo de vehículos, del tipo de residuos sólidos, del tipo de internos en un reclusorio, etc.

Además, es muy importante tomar en cuenta la periodicidad de la demanda.

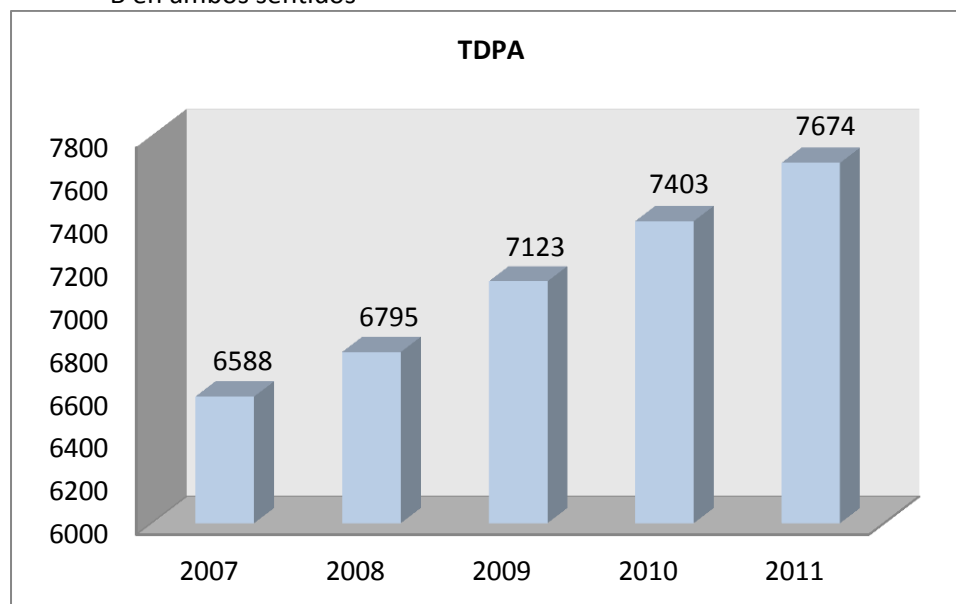
En este tipo de proyectos, la demanda está compuesta por el aforo vehicular que viaja de la ciudad A hacia la B y viceversa. No obstante, en atención a la metodología internacionalmente aceptada para la evaluación de proyectos carreteros, es necesario determinar la composición, la tasa de crecimiento y el comportamiento histórico del aforo, para poder generar la estimación de los CGV relevantes del proyecto.

Aforo vehicular

Para calcular el aforo vehicular, se utilizaron las estimaciones de tránsito diario promedio anual (TDPA), publicadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), para los años 2006-2011⁵ (véase Figura 2.1).

⁵ Aún teniendo las estimaciones del TDPA publicadas por la SCT, es recomendable realizar un trabajo de campo que corrobore esta información, ya que en general las estadísticas de la SCT sólo permiten conocer la composición vehicular, más no los horarios de congestión.

Figura 2.1 Tránsito diario promedio anual (TDPA) de la carretera entre las ciudades A y B en ambos sentidos



Fuente: Elaboración propia con base en los datos viales publicados por la SCT 2006-2011.

Composición vehicular

De acuerdo con la información publicada por la SCT, la composición vehicular para esta carretera se constituye por vehículos ligeros, autobuses, camiones unitarios y camiones articulados. La distribución del TDPA en el año 2011 de acuerdo a su composición, se muestra en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Composición vehicular, 2011

Tipo de vehículo	TDPA	Composición vehicular (%) ^{1/}
Vehículo ligero	5,099	66.45
Autobús	467	6.09
Camión unitario	1,283	16.72
Camión articulado	825	10.75
Total	7,674	100.00

^{1/} Se supone misma composición vehicular sin y con congestión y en ambos sentidos.

Fuente: Elaboración propia con base en la información publicada por la SCT.

A partir de la información del Cuadro 2.3, se puede observar que existe una alta proporción de camiones que circulan por la carretera bajo estudio (27.47%), hecho que podría ocasionar “bajas” velocidades en la situación actual.

Tasa de crecimiento histórica del TDPA

Con el fin de determinar el crecimiento promedio anual del TDPA para esta carretera, en el Cuadro 2.4 se muestra el crecimiento del aforo vehicular del periodo 2007-2010, de acuerdo a su composición vehicular.

Cuadro 2.4 Crecimiento promedio del flujo vehicular por tipo de vehículo (porcentaje)

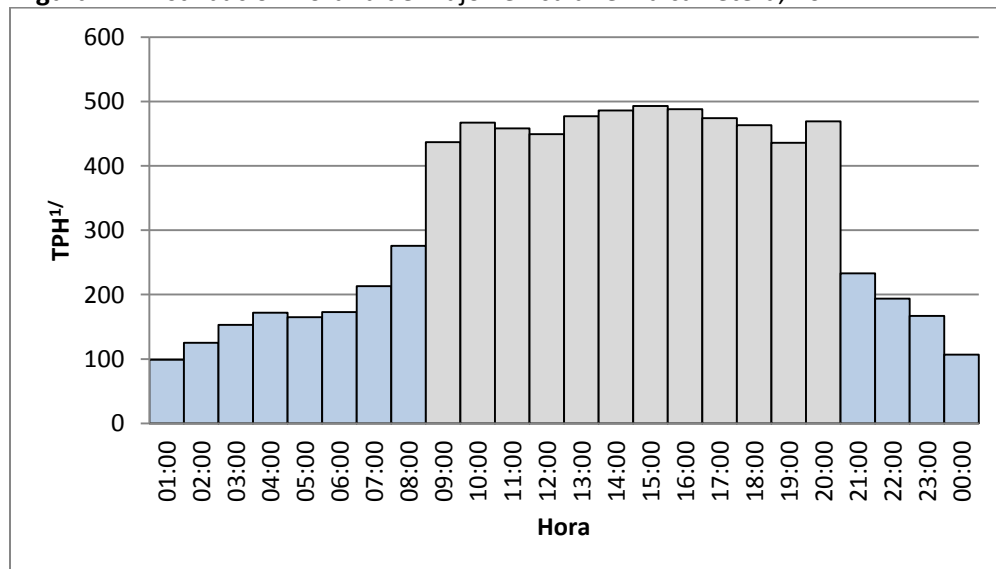
Tipo de vehículo	Año				Crecimiento promedio
	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	
Vehículo ligero	2.80	4.90	3.59	3.23	3.63
Autobús	4.50	3.80	3.31	5.31	4.23
Camión unitario	3.80	4.90	4.50	4.52	4.43
Camión articulado	3.50	4.90	5.50	4.09	4.00

Fuente: Elaboración propia con base en la información publicada por la SCT.

Comportamiento horario del flujo vehicular

Con el fin de disminuir el nivel de error de la estimación de los CGV, se analizó el comportamiento del flujo vehicular durante el día, encontrando que existen horas sin congestión y horas con congestión. Lo anterior, se determinó con base en el trabajo de campo realizado (véase Figura 2.2).

Figura 2.2 Distribución horaria del flujo vehicular en la carretera, 2011



^{1/} Tránsito Promedio por Hora

Fuente: Elaboración propia con base en la información recabada del trabajo de campo.

En la Figura 2.2, se observa que entre las 9:00 y 20:00 horas existe un mayor flujo vehicular (situación con congestión), el cual en el año 2011 asciende a 5,597 vehículos durante doce horas al día. Por otro lado, el flujo vehicular entre las 21:00 y 8:00 horas (situación sin congestión), es de 2,077 vehículos.

En el Cuadro 2.5, se presenta el aforo vehicular por tipo de vehículo para las situaciones sin congestión y con congestión a lo largo de un día tipo, utilizando la composición vehicular presentada en el Cuadro 2.3⁶.

Cuadro 2.5 Aforo vehicular en horas sin congestión y con congestión de acuerdo a la composición vehicular de la carretera, 2011

Tipo de vehículo	Composición vehicular (%)	Aforo total en horas con congestión	Aforo por tipo de vehículo en horas con congestión	Aforo total en horas sin congestión	Aforo por tipo de vehículo en horas sin congestión
Vehículo ligero	66.45	5,597	3,719	2,077	1,380
Autobús	6.09		341		126
Camión articulado	26.72		936		347
Camión unitario	10.75		602		223

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Tasa de ocupación de los vehículos

De acuerdo con la metodología aceptada, otro requisito para la estimación de los CGV, es el cálculo de la tasa de ocupación por tipo de vehículo (véase Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6 Tasa de ocupación por tipo de vehículos, 2011

Tipo de vehículo	Pasajeros por vehículo (incluye al chofer) ^{1/}
Vehículo ligero	2.6
Autobús	24.2
Camión unitario	1.8
Camión articulado	1.9

1/ Se supone mismo comportamiento sin y con congestión.

Fuente: Elaboración con base en el trabajo de campo.

2.2.4 Interacción de la Oferta-Demanda

El objetivo de presentar la interacción entre la oferta y la demanda, es mostrar la problemática a resolver o la oportunidad por aprovechar.

⁶ Se supone la misma composición vehicular sin y con congestión.

 En general, existen 3 principales tipos de problemáticas:

- “Altos” costos
- Déficit (falta o escasez del bien o servicio objeto del estudio).
- Oportunidad de negocio

En relación al caso bajo estudio, la ampliación de la carretera de 2 a 4 carriles, pretende resolver una problemática, que se define como la disminución de los “altos” CGV, en los que incurren los vehículos que circulan por esta carretera.

Por lo tanto, para estimar los CGV en la situación actual, además de utilizar la información antes presentada, es necesario calcular la velocidad promedio para los vehículos que circulan por la carretera.

Velocidades promedio de operación

En el trabajo de campo se estimaron las velocidades promedio mediante el método de placas. Este método consiste en colocar una brigada en el inicio de la carretera y otra en el final. La primera brigada anota las placas de los vehículos y la hora en que pasan por dicho lugar; la brigada del final realiza la misma operación. De esta manera se obtiene el tiempo en que recorre cada vehículo la ruta del proyecto y por lo tanto, dado que ya se conoce la distancia de la ruta, se puede calcular la velocidad de cada vehículo.

Se encontró que existen cambios relativamente significativos en las velocidades dependiendo del aforo vehicular que circula, es decir, existe una velocidad para la situación sin congestión y con congestión. En el Cuadro 2.7 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 2.7 Velocidad promedio en horas sin congestión y con congestión en la situación actual (km/hr), 2011

Tipo de vehículo	Ambos sentidos	
	Horas sin congestión	Horas con congestión
Vehículo ligero	82	75
Autobús	78	70
Camión unitario	64	60
Camión articulado	60	55

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Costos generalizados de viaje actuales

De acuerdo con las condiciones físicas y geométricas de la carretera (número de carriles, tipo de terreno, altitud de terreno, IRI, grados de curvatura horizontal, velocidad de circulación, etc.) se determinaron los CGV en la situación actual, utilizando el modelo computacional VOC-MEX III⁷. En el Cuadro 2.8 se muestran los resultados obtenidos de acuerdo al tipo de vehículo, sentido y horario de circulación.

Cabe mencionar que el CGV se conforma tanto por los costos de operación vehicular (COV), así como el costo de oportunidad del tiempo de las personas que transitan por la vialidad. Para la estimación de éste último, es necesario tomar en cuenta el valor social del tiempo⁸.

Cuadro 2.8 CGV por vehículo en los 23.85 km para la situación actual (pesos de 2012)

Tipo de vehículo	Horas sin congestión		Horas con congestión	
	Norte-sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte
Vehículo ligero	64.85	67.23	66.99	72.00
Autobús	279.02	280.21	295.48	296.43
Camión unitario	112.55	114.93	113.50	117.56
Camión articulado	184.57	188.87	184.81	191.01

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del modelo VOC-MEX III.

2.3 Situación Sin el PPI


La situación sin PPI se obtiene a partir de la situación actual con optimizaciones, proyectándola a lo largo del horizonte de evaluación. Por tanto, en este apartado es necesario precisar cuáles serían las optimizaciones y su impacto sobre la oferta y la demanda para, finalmente, reestimar el diagnóstico de la interacción y, en consecuencia, la problemática de la situación sin el PPI.

2.3.1 Optimizaciones

Incorporar optimizaciones a la situación actual, consiste en realizar medidas administrativas o pequeñas inversiones, con el fin de no atribuirle al proyecto beneficios que no le corresponden. Al considerar estas optimizaciones, la situación actual se convierte en la situación sin proyecto.

⁷ Submodelo de HDM-IV desarrollado por el Banco Mundial, adaptado y calibrado para México por la SCT.


⁸ El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) publica cada año las estimaciones oficiales del valor social del tiempo de la población mexicana, las cuales pueden ser consultadas en la página http://www.imt.mx/Sitio/IMT/Boletines/frmBoletines.aspx?ID_CON_Seccion=11&Pagina=54&Ruta=Boletín/Consultas&InicioB=InicioB&ID_CON_Menu=128

 Las optimizaciones deben permitir aminorar la problemática identificada, para así asegurar que el tamaño de la solución sea el más adecuado.

Para este caso, la optimización que se incorporó fue pasar de un IRI actual de 4.26 y 4.49 por sentido, a uno de 3.00 en la superficie de rodado, lo cual provocará una mayor velocidad promedio de circulación en la carretera y como consecuencia, un menor CGV. Para llevar a cabo dicha optimización, además de dar el mantenimiento regular a la carretera, se realizarán actividades de bacheo, riego de sello y tendido de carpeta de acuerdo con las condiciones físicas de la carretera actual.

2.3.2 Análisis de la Oferta

Una vez identificadas las optimizaciones, se debe realizar una reestimación de la oferta de la situación actual para plasmar en la misma los posibles cambios que se observarían producto de las optimizaciones.

 En este apartado, es necesario redefinir/recalcular la oferta incluyendo las optimizaciones.

En algunos casos, se considera que la oferta varía en el tiempo. En este caso, se deberá proyectar la oferta a lo largo del horizonte de evaluación.

En relación al caso bajo estudio, con la implementación de la optimización mencionada el único cambio en las características de la oferta se observa en el IRI. En este sentido, en el Cuadro 2.9 se establecen las características físicas y geométricas de la carretera a ser consideradas para el cálculo de las velocidades y CGV de la situación sin proyecto.


Cuadro 2.9 Características físicas y geométricas de la carretera por sentido de circulación incorporando optimización, 2011

Concepto	Sentido de circulación	
	N-S	S-N
Índice de rugosidad internacional (IRI)	3.00	3.00
Pendiente media ascendente (%)	0.45	0.51
Pendiente media descendente (%)	0.51	0.45
Proporción de viaje ascendente (%)	23.82	25.62
Altitud promedio (m.s.n.m)	1,546.90	
Curvatura horizontal promedio ponderada (grados/km)	61.14	
Longitud de la carretera	23.85	
Número de carriles	2	
Ancho de corona (mts)	12	
Ancho de acotamiento por sentido (mts)	2.5	
Tipo de superficie de rodado	Pavimento asfáltico	

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en el trabajo de campo.

2.3.3 Análisis de la Demanda

Al igual que en el caso de la oferta, es necesario reestimar la demanda de la situación actual para que la misma contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos.

 En general, las optimizaciones tienden a mejorar la oferta. Sin embargo, también existen algunas optimizaciones que disminuyen la demanda, como puede ser la tarificación y las campañas de información, entre otras.

En los casos en que la demanda crece a lo largo del tiempo (proyectos relacionados con un flujo vehicular, agua, servicios de salud, electricidad...), se deberá determinar el momento óptimo para invertir en el proyecto.

Dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, en el presente caso la demanda de la situación sin proyecto es igual a la demanda de la situación actual. En este sentido, a partir la composición vehicular en horas sin y con congestión (Cuadro 2.5), así como la tasa de ocupación por tipo de vehículo (Cuadro 2.6), a continuación se plantea el cálculo de la demanda en la situación sin PPI y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Proyección del Aforo Vehicular

Con base en la tasa anual promedio de crecimiento por tipo de vehículo mostrada en el Cuadro 2.4, se realizó la proyección del TDPA en el horizonte de evaluación⁹, en horas con congestión y sin congestión. Los resultados se presentan en los Cuadros 2.10 y 2.11.

Cuadro 2.10 Proyección del aforo vehicular en horas con congestión para algunos años en el horizonte de evaluación

Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión articulado	Camión unitario	Aforo vehicular ^{1/}
2011	3,719	341	936	602	5,597
2012	3,854	355	977	626	5,812
2013	3,994	370	1,020	651	6,035
2014	4,139	386	1,066	677	6,267
2019	4,947	474	1,324	823	7,568
2024	5,912	584	1,644	1,002	9,141
2029	7,066	718	2,042	1,219	11,044
2034	8,445	883	2,536	1,483	13,347
2039	10,093	1,087	3,150	1,804	16,133
2042	11,232	1,230	3,587	2,030	18,079

^{1/}Para conocer el aforo vehicular por año, véase Anexo A.

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la SCT y del trabajo de campo.

Cuadro 2.11 Proyección del aforo vehicular en horas sin congestión para algunos años en el horizonte de evaluación

Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión articulado	Camión unitario	Aforo vehicular ^{1/}
2011	1,380	126	347	223	2,077
2012	1,430	132	363	232	2,157
2013	1,482	137	379	242	2,240
2014	1,536	143	395	251	2,326
2019	1,836	176	491	306	2,808
2024	2,194	217	610	372	3,392
2029	2,622	266	758	452	4,099
2034	3,134	328	941	550	4,953
2039	3,745	403	1,169	670	5,987
2042	4,168	457	1,331	753	6,709

^{1/}Para conocer el aforo vehicular por año, véase Anexo A.

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la SCT y del trabajo de campo.

⁹ La razón de utilizar un horizonte de evaluación de 31 años se explicará en la sección "Situación Con el PPI".

Finalmente, en el Cuadro 2.12 se muestran los aforos vehiculares anuales que presentará esta carretera en algunos años del horizonte de evaluación.


Cuadro 2.12 Aforos vehiculares anuales para algunos años en el horizonte de evaluación

Año	Aforo vehicular con congestión	Aforo vehicular sin congestión	Aforo vehicular anual ^{1/}
2011	5,597	2,077	2,801,010
2012	5,812	2,157	2,908,570
2013	6,035	2,240	3,020,288
2014	6,267	2,326	3,136,326
2019	7,568	2,808	3,787,445
2024	9,141	3,392	4,574,818
2029	11,044	4,099	5,527,200
2034	13,347	4,953	6,679,468
2039	16,133	5,987	8,073,937
2042	18,079	6,709	9,047,807

^{1/}Para obtener este resultado, se multiplicó por 365 (días) la suma el aforo vehicular sin congestión y con congestión.

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la SCT y del trabajo de campo.

2.3.4 Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda

 En general, es necesario recalcular, a lo largo del horizonte de evaluación, los siguientes elementos:

- “Altos” costos
- Déficit
- Excedentes socioeconómicos

Una vez incorporada la optimización identificada, para estimar la velocidad promedio por tipo de vehículo en la situación sin proyecto, se debe realizar un trabajo de campo en una carretera con características semejantes. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2.13.

Cuadro 2.13 Velocidad promedio en horas sin congestión y con congestión en la situación sin proyecto (km/hr), 2012

Tipo de vehículo	Ambos sentidos	
	Horas sin congestión	Horas con congestión
Vehículo ligero	87	80
Autobús	83	75
Camión unitario	69	65
Camión articulado	65	60

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Finalmente en el Cuadro 2.14 se presenta el cálculo de los CGV en la situación sin proyecto con base en las modificaciones realizadas al IRI y las velocidades promedio de circulación.

Cuadro 2.14 CGV por vehículo en los 23.85 km para la situación sin proyecto (pesos de 2012), 2012

Tipo de vehículo	Horas sin congestión		Horas con congestión	
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte
Vehículo ligero	56.05	58.43	58.19	63.20
Autobús	270.22	271.41	286.68	287.63
Camión unitario	103.75	106.13	104.70	108.76
Camión articulado	175.77	180.07	176.01	182.21

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del modelo VOC-MEX III.

Situación Sin Proyecto a partir de la Interacción Oferta-Demanda y su Proyección a lo largo del Horizonte de Evaluación

De acuerdo con el aforo vehicular estimado y el CGV por tipo de vehículo, en el Cuadro 2.15 se realiza la proyección¹⁰ de este último en el horizonte de evaluación.

¹⁰ Para la estimación anual del CGV por tipo de vehículo, se consideró que el aforo vehicular se divide a la mitad para cada sentido de circulación. Por ejemplo, para calcular el CGV del año 2011 para vehículos ligeros se realizó la siguiente operación: $\left(\frac{1,377}{2} * 56.05 + \frac{1,377}{2} * 58.43 + \frac{3,712}{2} * 58.19 + \frac{3,712}{2} * 63.20\right) * 365 = 111.00 \text{ mdp}$

Cuadro 2.15 CGV anuales para algunos años en el horizonte de evaluación de la situación sin proyecto (millones de pesos de 2012)

Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión unitario	Camión articulado	Total
2011	111.00	48.40	50.03	53.90	263.33
2012	115.10	50.36	52.20	56.06	273.72
2013	119.36	52.53	54.49	58.27	284.64
2014	123.79	54.80	56.89	60.62	296.10
2019	148.46	67.28	70.54	73.68	359.95
2024	178.03	82.76	87.52	89.66	437.99
2029	213.52	101.76	108.54	109.05	532.87
2034	256.03	125.08	134.64	132.73	648.49
2039	307.03	153.67	166.91	161.51	789.12
2042	342.39	174.00	189.90	181.68	887.97


Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del modelo VOC-MEX III.

2.3.5 Alternativas de Solución

Una vez identificadas las posibles alternativas de solución (incluido el proyecto propuesto), es necesario determinar si las mismas generan los mismos beneficios o no. En caso afirmativo, se debe evaluar cada una de las opciones mediante la comparación del Costo Anual Equivalente (CAE) de cada una para elegir la que represente los menores costos. Así, a partir de la comparación de este indicador se debe demostrar que el proyecto a evaluar es la mejor alternativa (en cuanto a costos) para la solución de la problemática planteada.

Por el contrario, en caso de identificar alternativas de solución que generen beneficios distintos, la comparación entre proyectos deberá hacerse a partir del Valor Presente Neto (VPN) de cada uno, para poder determinar cuál es el más rentable.

Ahora bien, en este apartado se recomienda enunciar únicamente el resultado final de la comparación entre alternativas, estableciendo claramente que el PPI propuesto resultó ser el más conveniente y que, por tanto, será el proyecto analizado en la sección de "Situación con el PPI". El resto del análisis, en el cual se comparan propiamente las alternativas, se recomienda ponerlo como Anexo al documento. Dicho Anexo deberá seguir la misma estructura de evaluación del PPI, es decir, deberá seguir el orden planteado en las secciones de "Situación con el PPI" y "Evaluación del PPI".

 Es importante que el documento refleje que se ha hecho un trabajo serio de planeación antes de llegar a la conclusión de que el proyecto propuesto es la mejor solución a la problemática identificada.

Por ello, el objetivo de esta sección es comparar alternativas de solución al problema y no únicamente alternativas técnicas o financieras del proyecto.

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se proponen alternativas de solución distintas al proyecto evaluado. Sin embargo, en este apartado se deben incluir todas aquellas alternativas de solución a la problemática identificada. En este sentido, para el presente caso se puede pensar en las siguientes opciones:

1. Ampliación de la carretera objeto del estudio (Proyecto objeto del presente estudio).
2. Creación de una nueva carretera con un trazo distinto al propuesto por el proyecto, pero que mantiene el mismo origen-destino.
3. Creación de puentes que ayuden a descongestionar las vías en cruces relevantes identificados (de haberlos).

2.4 Situación Con el PPI

Para determinar la situación con PPI, se deben simular los impactos que el proyecto provocará sobre la oferta y la demanda de la situación sin proyecto.

2.4.1 Descripción General

De acuerdo a los Lineamientos establecidos por la UISHCP, existen proyectos de infraestructura económica, social y gubernamental, así como proyectos de inmuebles, programas de adquisiciones y de mantenimiento y otros proyectos y programas de inversión (*para mayor referencia ver Sección II, numerales 2 y 3 de los Lineamientos 2012 de la UISHCP*).

El proyecto de ampliación de la carretera es de infraestructura económica, pues es un activo fijo para la producción de bienes y servicios en el sector de comunicaciones y transportes.

Cuadro 2.16 Tipo de PPI

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto consiste en la ampliación de dos a cuatro carriles, de la carretera de 23.85 km, situada entre las ciudades A y B, con el propósito de que los vehículos que circulan por la zona del proyecto, tengan una mayor velocidad de desplazamiento.

La ampliación se realizará mediante la construcción de un cuerpo paralelo, considerando las características físicas y geométricas a las ya existentes en la situación sin proyecto. Con dicha ampliación, la carretera pasaría a ser del tipo A4¹¹, con un ancho de corona de 24 metros, acotamientos de 2.5 metros y una superficie de rodado de asfalto (véase Cuadro 2.17).

Cuadro 2.17 Descripción general del PPI

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características
Ampliación de la carretera situada entre las ciudades A y B	A4	23.85 km	Ampliación: de 2 a 4 carriles Ancho de corona con proyecto: 24 metros Acotamientos con proyecto: 2.5 metros Superficie de rodado con proyecto: Asfalto

Fuente: Elaboración propia.



Es importante tener presente al momento de su redacción, que el documento está dirigido para alguien que no conoce el proyecto.

2.4.2 Alineación Estratégica


El objetivo de este proyecto es reducir los costos generalizados de viaje de los vehículos que circulan por la carretera de la ciudad A a la B y viceversa, lo cual está de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo en vigor a la fecha de realización del estudio.

¹¹ De acuerdo a los caminos establecidos por la SCT, el tipo A4 corresponde a carreteras con un TDPA de más de 5,000 vehículos.

En este apartado es importante incluir los Ejes, Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción a los cuales busca contribuir la ejecución del proyecto propuesto.

2.4.3 Localización Geográfica

En este caso, la localización no se presentará por ser un caso hipotético, pero el objetivo de esta sección es el de mostrar al lector del documento cuál es la ubicación geográfica del proyecto y la zona de influencia donde se propone realizarlo. Por ello, en este apartado se recomienda la inclusión de mapas y croquis, así como las coordenadas donde se ubica el proyecto para georreferenciarlo.

 La importancia de plasmar la ubicación georreferenciada del proyecto es que permite identificar, a nivel nacional o regional, la proximidad entre proyectos similares, así como posibles traslapes o duplicidades entre ellos.


2.4.4 Calendario de Actividades

El propósito de establecer un calendario de actividades, es el de mostrar las principales acciones que se requieren para realizar el proyecto así como su tiempo estimado de ejecución. En el Cuadro 2.18 se muestra un ejemplo de cómo debe presentarse.

Cuadro 2.18 Calendario de actividades

Orden	Actividad	Año 1			
		1er Trimestre	2do Trimestre	3er Trimestre	4to Trimestre
1	Estudios de mecánica de suelos				
2	Ingeniería de detalle				
3	Suministro de materiales				
4	Limpieza, trazo y nivelación				
5	Construcción de carpeta asfáltica				
6	Señalamientos				
7	Limpieza General				

Fuentes: Elaboración propia con base en el estudio de ingeniería del proyecto “Ampliación de la carretera situada entre las ciudades A y B”

 De manera general, los promotores de los proyectos tienden a subestimar el tiempo de ejecución de los mismos, lo que hace que la rentabilidad ex – post de los proyectos sea menor que la determinada ex – ante.

2.4.5 Monto Total de Inversión

El monto total de inversión del proyecto asciende a 170.57 millones de pesos con IVA. Este monto se ejercerá en el año 2012 y sus principales componentes son: estudios de mecánica de suelos, construcción de carpeta asfáltica y señalamientos. En el Cuadro 2.19 se muestra la distribución de la inversión en los componentes del proyecto.

 En general, siempre se utilizan 2 tipos de montos de inversión:

1. El monto presupuestal (con IVA); y
2. El monto de inversión relevante para la evaluación socioeconómica (valorado a precios sociales, lo que implica la utilización de precios sin IVA y la valoración del costo de oportunidad del terreno, de las externalidades y de los costos de molestia, entre otros).

Cuadro 2.19 Monto total de inversión (mdp/año)

Componente	Monto de inversión (mdp)
Estudios de mecánica de suelos	21.03
Ingeniería de detalle	21.11
Suministro de materiales	43.44
Limpieza, trazo y nivelación	26.43
Construcción de carpeta asfáltica	32.46
Señalamientos	4.21
Limpieza General	1.81
Subtotal de Componentes	150.49
Impuesto al valor agregado (16%)	24.08
Subtotal de impuestos	24.08
Monto total de inversión	174.57

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de ingeniería del proyecto.

Por otro lado, en el Cuadro 2.20 se presentan el calendario de los costos de mantenimiento, mientras que se considera que no existen costos de operación ya que en este tipo de proyectos tienden a ser marginales.

Cuadro 2.20 Calendario de los costos de mantenimiento para la carpeta de asfalto (millones de pesos de 2012, sin IVA)

Costo de mantenimiento ^{1/}			
Conservación menor	Riego de sello	Sobrecarpeta	Reconstrucción
1.43 (cada año)	4.77 (años 4, 12, 20, 28)	16.69 (años 8, 24)	47.70 (en el año 16)

1/Los costos de mantenimiento no se suman cuando coinciden en un mismo año, sólo se considera el mayor.

Fuente: Cotizaciones proporcionadas por empresas constructoras.

Por lo general, en proyectos de infraestructura carretera existen costos por molestias debido a la disminución de la velocidad de los vehículos que circulan por la zona de construcción del proyecto. Para este caso no se consideran, ya que la carretera se construirá paralelamente a la actual, sin obstruir la circulación de los vehículos.

2.4.6 Fuentes de Financiamiento

Las fuentes de financiamiento pueden ser de carácter privado o gubernamental (municipales, estatales, federales y fideicomisos), y debe especificarse el porcentaje de participación de cada una de ellos. Para este caso, se supondrá que el 100 por ciento de los recursos son proporcionados por el gobierno federal (véase Cuadro 2.21).

Cuadro 2.21 Fuentes de financiamiento del PPI (monto con IVA)

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales	Presupuesto de Egresos de la Federación	174.57 mdp	100%
2. Estatales	-	-	-
3. Municipales	-	-	-
4. Fideicomisos	-	-	-
5. Otros	-	-	-
Total	-	174.57 mdp	100%


Fuente: Elaboración propia.



El costo social del proyecto no depende de la fuente de financiamiento, sin embargo es importante que el proyecto sea factible financieramente.

2.4.7 Capacidad Instalada

De acuerdo con el estudio de ingeniería carretero, se estimó que la capacidad de operación de la carretera con proyecto es de un TDPA de hasta 20,000 vehículos durante los años de operación del proyecto.

 La capacidad instalada de un proyecto puede diferir de la cantidad de bienes y servicios que se vayan a proveer con la nueva infraestructura, así como del déficit que se saneará con el proyecto.

2.4.8 Metas Anuales y Totales de Producción

Las metas anuales de producción del presente caso consisten en la cantidad de viajes que se realizarán con proyecto. En este sentido, dicho aforo vehicular se puede consultar en el Cuadro 2.12 (ver sección 2.4.12 para mayor referencia).


2.4.9 Vida Útil

Se estima que los 23.85 kilómetros que se pavimentarán con asfalto tienen una vida útil de 30 años. Por lo tanto, el estudio considerará un horizonte de evaluación de 31 años, de los cuales un año es de inversión y 30 años de operación (véase Cuadro 2.22).

Cuadro 2.22 Vida útil del PPI


Vida útil del PPI	
Vida útil	30 años

Fuente: Elaboración propia.

 El horizonte de evaluación de un proyecto es la suma de los años de inversión (ejecución de obras), más los años de operación del proyecto (vida útil).

2.4.10 Descripción de los Aspectos más Relevantes de los Estudios de Factibilidad

Este apartado tiene como objetivo demostrar si el proyecto es factible técnica, legal y ambientalmente, para lo cual se deben tener los estudios y las autorizaciones pertinentes para corroborar lo antes mencionado. Además, en esta sección se deben incluir los resultados y recomendaciones derivadas de los estudios de mercado y específicos del proyecto.

 Después del registro del proyecto en cartera, las dependencias dispondrán de un plazo establecido para la presentación de los estudios y autorizaciones faltantes necesarios para la ejecución de las obras.

Para el presente caso se supone lo siguiente:

Estudios técnicos: Con base en los estudios técnicos se concluye que el proyecto se apega a las normas vigentes de la SCT.

Estudios legales: Con base en los estudios legales se concluye que se cuenta con todos los derechos de vía necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Estudios ambientales: El resolutivo de la SEMARNAT en relación a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se encuentra en trámite. Sin embargo, el costo de mitigación de impacto ambiental estimado ya se incluye en los costos totales de la obra.

Estudios de mercado: Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se cuenta con estudios de mercado específicos. Sin embargo, se recomienda incluir en esta sección la matriz origen-destino y los estudios de TDPA, entre otros.


Estudios específicos: Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios específicos relativos al mismo, sin embargo, en este apartado se podrían incluir los estudios de factibilidad social, entre otros.

2.4.11 Análisis de la Oferta

Con el proyecto se obtendrá una carretera de cuatro carriles (dos por sentido) con una longitud de 23.85 km. Tendrá un ancho de corona de 24 metros con acotamientos de 2.5 metros.

Con lo anterior se pretende disminuir los CGV, por lo cual en este apartado también se debe incluir las demás características físicas y geométricas de la obra que constituirán los parámetros a utilizar en el modelo VOC-MEX III para la estimación de los CGV con proyecto.

En el presente caso, se parte del supuesto de que dichos parámetros serán los mismos a los de la situación sin proyecto, con excepción del número de carriles y el ancho de corona (véase Cuadro 2.9).


 La oferta en la situación con proyecto no es necesariamente igual a la capacidad instalada del proyecto.

2.4.12 Análisis de la Demanda

La demanda en la situación con proyecto está compuesta por los vehículos que transitarían por la carretera una vez realizada su ampliación. Para este caso, la demanda se considera igual que en la situación sin proyecto por las siguientes razones:


1. No existen carreteras sustitutas que permitan circular en el mismo origen-destino. Por lo tanto, no habrá tránsito desviado debido a la reducción del CGV.
2. No habrá tránsito generado debido a que el ahorro en los CGV es marginal en comparación al CGV total.

Por tanto, para la estimación de la demanda en la situación con proyecto, se mantienen los aforos calculados en el Cuadro 2.12, tomando en cuenta la tasa de ocupación por tipo de vehículo planteada en el Cuadro 2.6.

 En muchos casos, la demanda en la situación con proyecto es igual a la demanda en la situación sin proyecto, excepto si existe demanda generada como consecuencia de la ejecución del proyecto.

2.4.13 Interacción Oferta-Demanda

Al igual que la situación sin proyecto, se estimarán los CGV en el horizonte de evaluación. Para ello, es necesario calcular la velocidad promedio por tipo de vehículo, el aforo vehicular y las características físicas y geométricas de la carretera.

 No necesariamente se debe proponer un proyecto que resuelva la problemática a lo largo de todo el horizonte de evaluación. En algunos casos, puede ser más rentable llevar a cabo un proyecto de menores dimensiones en el presente y ampliarlo después de algunos años.

Como se mencionó en los apartados de oferta y demanda de la situación con proyecto, las características físicas y geométricas, así como el aforo vehicular permanecerán iguales que en la situación sin proyecto, por lo que sólo se estimarán las velocidades promedio.

Las velocidades promedio se obtuvieron con base en estudios previos de evaluación de carreteras con características similares. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.23.

Cuadro 2.23 Velocidad promedio de circulación (km/hr) de la carretera situada entre las ciudades A y B, situación con proyecto

Tipo de vehículo	Ambos sentidos
Vehículo ligero	103
Autobús	94
Camión unitario	79
Camión articulado	74

Fuente: Elaboración propia con base en la información recabada en el trabajo de campo.

Por lo tanto, de acuerdo con las condiciones físicas y geométricas de la carretera (número de carriles, tipo de terreno, altitud del terreno, IRI, grados de curvatura horizontal, etc.) se determinaron los CGV en la situación con proyecto, utilizando el modelo computacional VOC-MEX III. En el Cuadro 2.24 se muestran los resultados obtenidos de acuerdo al tipo de vehículo, sentido y horario de circulación.

Cuadro 2.24 CGV por vehículo en los 23.85 km para la situación con proyecto (pesos de 2012)

Tipo de vehículo	CGV ^{1/}	
	Norte-Sur	Sur-Norte
Vehículo ligero	51.39	54.13
Autobús	254.48	255.67
Camión unitario	100.65	102.08
Camión articulado	170.05	171.48

^{1/}Se consideran los mismos CGV, para horas sin y con congestión, debido a que con la ampliación no habrá reducciones en la velocidad en ninguno de los horarios.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del modelo VOC-MEX III.

Finalmente, en el Cuadro 2.25 se presentan los CGV anuales para la situación con proyecto.

Cuadro 2.25 CGV anuales para algunos años en el horizonte de evaluación en la situación con proyecto (millones de pesos de 2012)


Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión Unitario	Camión articulado	Total
2013	104.32	47.39	51.98	55.66	259.35
2014	108.19	49.44	54.28	57.90	269.81
2019	129.75	60.70	67.30	70.37	328.12
2024	155.60	74.67	83.50	85.64	399.41
2029	186.62	91.80	103.56	104.15	486.13
2034	223.77	112.84	128.46	126.78	591.85
2039	268.34	138.63	159.24	154.26	720.48
2042	299.25	156.97	181.18	173.52	810.92

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del modelo VOC-MEX III.

2.5 Evaluación del PPI

El propósito principal de este punto es determinar si el proyecto es conveniente, lo cual se obtiene comparando la situación sin proyecto y con proyecto.

2.5.1 Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del PPI

 Al nivel de la identificación de los costos, es necesario tomar en cuenta todos los insumos que se requieren para generar los beneficios identificados y contemplar para cada uno de ellos su valor social.

Costos directos del PPI

En este proyecto se identifican los costos de inversión y mantenimiento, los cuales se cuantifican y valoran respecto de las cotizaciones presentadas en el estudio de ingeniería de este proyecto (véase Cuadro 2.26).

Cuadro 2.26 Costos de inversión y mantenimiento (millones de pesos de 2012, sin IVA)

Costo		Monto
Inversión		150.49
Mantenimiento ^{1/}	Conservación menor	1.43 (anualmente)
	Riesgo de sello	4.77 (años 4, 12, 20, 28)
	Sobrecarpeta	16.69 (años 8, 24)
	Reconstrucción	47.7 (año 16)


^{1/} Los costos de mantenimiento no se suman cuando coinciden en un mismo año, sólo se considera el mayor.

Fuente: Estudios de ingeniería y trabajo de campo.

Costos indirectos y externalidades del PPI

El presente proyecto no ocasionará costos de molestia ni externalidades como consecuencia de su ejecución y/o su operación.

2.5.2 Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del PPI

 Es importante cuidar el no duplicar beneficios.

Beneficios directos del PPI

El beneficio directo identificado en este proyecto, es la reducción de los CGV de los vehículos y personas que transitan por el proyecto. Para calcularlo, se realiza la diferencia entre la situación con proyecto y sin proyecto (véase Cuadro 2.27).

Cuadro 2.27 Beneficios anuales generados por el proyecto en algunos años en el horizonte de evaluación (millones de pesos 2012)

Año	CGV situación sin proyecto	CGV situación con proyecto	Beneficios
2013	284.64	259.35	25.29
2014	296.10	269.81	26.29
2019	359.95	328.12	31.83
2024	437.99	399.41	38.58
2029	532.87	486.13	46.74
2034	648.49	591.85	56.64
2039	789.12	720.48	68.64
2042	887.97	810.92	77.05

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en este apartado debe mencionarse el valor de rescate (de haberlo), que en este caso es igual que el monto de la inversión (150.49 mdp).

Beneficios indirectos y externalidades del PPI

Se identifica una externalidad positiva consecuencia del proyecto que tiene que ver con la reducción de emisiones de gases contaminantes como consecuencia de la descongestión que generará la ampliación de la vía. Sin embargo, este es un beneficio intangible dada la dificultad de cuantificar y valorar su impacto.

2.5.3 Cálculo de los Indicadores de Rentabilidad

Para este proyecto se calcularán el VPN, la TIR y la TRI, siendo esta última el indicador relevante para evaluarlo, dado que este proyecto presenta beneficios netos crecientes en el tiempo. Para poder calcular la TRI, se analizaron los costos de mantenimiento, ya que de no hacerlo no se observarían el crecimiento en el tiempo de los beneficios netos (véase Cuadro 2.28; para mayor referencia véase Anexo G).

Cuadro 2.28 Indicadores de rentabilidad


Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	104.53 (millones de pesos de 2012)
Tasa Interna de Retorno (TIR)	18.56%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	14.35% (2013) ^{1/}

^{1/} Cuando la TRI es mayor a la tasa social de descuento (12%), entonces se concluye que es el momento óptimo de operación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4 Análisis de Sensibilidad

Tanto el análisis de sensibilidad como el de riesgos, se realizan con el objetivo de determinar la rentabilidad del proyecto con diferentes escenarios.

 En este apartado es importante evaluar cuánto debería aumentar el monto total de inversión para que el proyecto deje de ser rentable.

Para el análisis de sensibilidad, el CEPEP propone realizar una evaluación con cambios en la inversión y en los beneficios del proyecto. Por lo tanto, en el presente caso se consideró que la inversión del proyecto tuviera un aumento de un 5% y 15%, mientras que los beneficios disminuían en 10%. Los resultados obtenidos sobre los indicadores de rentabilidad se muestran en el Cuadro 2.29.

Cuadro 2.29 Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre los Indicadores de Rentabilidad	
Inversión	+ 5%	VPN (millones de pesos de 2012)	97.26
		TIR	17.84%
		TRI (2013)	13.67%
	+ 15%	VPN (millones de pesos de 2012)	82.71
		TIR	16.58%
		TRI (2013)	12.48%
Beneficios	- 10%	VPN (millones de pesos de 2012)	76.56
		TIR	16.85%
		TRI (2013)	12.67%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se determinó el valor de la inversión que hace que el VPN sea igual a cero. Este monto asciende a 258.63 millones de pesos, lo cual representa un aumento de 71.86% de la inversión.

Por otro lado, el porcentaje de disminución de los beneficios para que el VPN sea igual a cero debería ser del 37.37%, con lo que se obtendría una TRI de 7.69% y una TIR del 12%.

2.5.5 Análisis de Riesgos

Finalmente, en esta sección se deben identificar los riesgos inherentes al proyecto, así como las medidas de mitigación que se tomarán al respecto. En el caso bajo estudio, se realizó un análisis de riesgos en el cual se supone que existe un retraso de 1 año en la construcción del proyecto, por lo que la generación de beneficios se retrasaría en el mismo periodo. Los resultados obtenidos sobre los indicadores de rentabilidad se muestran en el Cuadro 2.30.

Cuadro 2.30 Análisis de riesgos

Descripción	Impacto sobre los Indicadores de Rentabilidad	
	Retraso de 1 año en la construcción del proyecto	VPN (millones de pesos de 2012)
TIR		17.92%
TRI (2014)		14.17%

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Conclusiones y Recomendaciones

Este apartado tiene como objetivo describir la decisión a tomar con base en el análisis de evaluación socioeconómica realizado.



Durante el trabajo de planeación existen varias conclusiones posibles:

- Profundizar el estudio de evaluación
- Postergar la ejecución del proyecto
- Modificar el proyecto
- Descartar el proyecto
- Ejecutar el proyecto

Para el proyecto de ampliación de la carretera entre la ciudad A y B se concluye lo siguiente:

1. El momento óptimo de operar es el año 2013, ya que la TRI es de 14.35%, la cual es mayor a la tasa social de descuento de 12%. Por lo tanto, el año óptimo de inversión debe ser el 2012.
2. Invirtiendo en el año 2012, se obtiene un VPN máximo de 104.53 mdp y una TIR de 18.56%.

Finalmente, se recomienda realizar este proyecto de ampliación y tratar de optimizar su tiempo de construcción.

2.7 Anexos

Anexo A: Análisis de la Oferta y la Demanda

Cuadro 2.31 Proyección del TDPA en el horizonte de evaluación para el flujo vehicular sin congestión

Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión unitario	Camión articulado	Total
2011	1380	126	347	223	2077
2012	1430	132	363	232	2157
2013	1482	137	379	242	2240
2014	1536	143	395	251	2326
2015	1592	149	413	261	2415
2016	1649	155	431	272	2508
2017	1709	162	450	283	2604
2018	1771	169	470	294	2704
2019	1836	176	491	306	2808
2020	1902	184	513	318	2917
2021	1971	191	536	331	3029
2022	2043	199	559	344	3145
2023	2117	208	584	357	3266
2024	2194	217	610	372	3392
2025	2274	226	637	387	3523
2026	2356	235	665	402	3659
2027	2442	245	695	418	3800
2028	2530	256	726	435	3946
2029	2622	266	758	452	4099
2030	2717	278	791	470	4257
2031	2816	289	826	489	4421
2032	2918	302	863	509	4592
2033	3024	314	901	529	4769
2034	3134	328	941	550	4953
2035	3248	342	983	572	5144
2036	3365	356	1026	595	5343
2037	3488	371	1072	619	5550
2038	3614	387	1119	644	5764
2039	3745	403	1169	670	5987
2040	3881	420	1221	696	6219
2041	4022	438	1275	724	6459
2042	4168	457	1331	753	6709

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.32 Proyección del TDPA en el horizonte de evaluación para el flujo vehicular con congestión

Año	Vehículo ligero	Autobús	Camión unitario	Camión articulado	Total
2011	3719	341	936	602	5597
2012	3854	355	977	626	5812
2013	3994	370	1020	651	6035
2014	4139	386	1066	677	6267
2015	4289	402	1113	704	6508
2016	4445	419	1162	732	6758
2017	4606	437	1214	761	7018
2018	4773	455	1267	792	7288
2019	4947	474	1324	823	7568
2020	5126	495	1382	856	7859
2021	5312	515	1443	891	8162
2022	5505	537	1507	926	8476
2023	5705	560	1574	963	8802
2024	5912	584	1644	1002	9141
2025	6127	608	1717	1042	9494
2026	6349	634	1793	1084	9859
2027	6579	661	1872	1127	10240
2028	6818	689	1955	1172	10634
2029	7066	718	2042	1219	11044
2030	7322	748	2132	1268	11471
2031	7588	780	2227	1318	11913
2032	7863	813	2325	1371	12373
2033	8149	847	2428	1426	12851
2034	8445	883	2536	1483	13347
2035	8751	921	2648	1542	13863
2036	9069	960	2766	1604	14398
2037	9398	1000	2888	1668	14955
2038	9739	1042	3016	1735	15533
2039	10093	1087	3150	1804	16133
2040	10459	1133	3289	1877	16757
2041	10839	1180	3435	1952	17406
2042	11232	1230	3587	2030	18079

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.33 Proyección del aforo vehicular anual a lo largo del horizonte de evaluación

Año	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	Aforo vehicular anual
2011	5597	2077	2,801,010
2012	5812	2157	2,908,570
2013	6035	2240	3,020,288
2014	6267	2326	3,136,326
2015	6508	2415	3,256,853
2016	6758	2508	3,382,043
2017	7018	2604	3,512,078
2018	7288	2704	3,647,146
2019	7568	2808	3,787,445
2020	7859	2917	3,933,178
2021	8162	3029	4,084,557
2022	8476	3145	4,241,803
2023	8802	3266	4,405,144
2024	9141	3392	4,574,818
2025	9494	3523	4,751,073
2026	9859	3659	4,934,167
2027	10240	3800	5,124,365
2028	10634	3946	5,321,947
2029	11044	4099	5,527,200
2030	11471	4257	5,740,425
2031	11913	4421	5,961,933
2032	12373	4592	6,192,050
2033	12851	4769	6,431,111
2034	13347	4953	6,679,468
2035	13863	5144	6,937,483
2036	14398	5343	7,205,537
2037	14955	5550	7,484,022
2038	15533	5764	7,773,347
2039	16133	5987	8,073,937
2040	16757	6219	8,386,235
2041	17406	6459	8,710,699
2042	18079	6709	9,047,807

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B: Estudios Técnicos

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios técnicos.

Anexo C: Estudios Legales

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios legales.

Anexo D: Estudios Ambientales

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios ambientales. Sin embargo, es importante recordar que en este apartado se debe incluir la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto.

Anexo E: Estudios de Mercado

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios de mercado. Sin embargo, se recomienda que en este apartado se incluya la matriz origen-destino, el TDPA, etc.

Anexo F: Estudios Específicos

Dado que el presente estudio trata de un caso hipotético, no se incluyen estudios específicos.

Anexo G: Memoria de Cálculo con los Costos, Beneficios e Indicadores de Rentabilidad del PPI

Cuando los costos tienen cambios “fuertes” (re inversiones), durante la vida útil del proyecto, es conveniente realizar su anualización¹² para aproximar el cálculo de la TRI. Lo anterior se debe a que la estimación de ésta, depende de que los beneficios netos sean crecientes en el tiempo, lo cual no se cumpliría si los costos, en algún momento del tiempo, son mayores que los beneficios esperados, probando errores en la estimación de la TRI.

Cuadro 2.34 Anualización de los costos durante la operación del proyecto

Año	Costos durante la operación del proyecto	Flujo descontado	VPC	Anualidad de los costos durante la operación del proyecto
2012			29.71	3.69
2013	1.43	1.28		
2014	1.43	1.14		
2015	1.43	1.02		
2016	4.77	3.03		
2017	1.43	0.81		
2018	1.43	0.72		
2019	1.43	0.65		
2020	16.70	6.74		
2021	1.43	0.52		
2022	1.43	0.46		
2023	1.43	0.41		
2024	4.77	1.22		
2025	1.43	0.33		
2026	1.43	0.29		
2027	1.43	0.26		
2028	47.70	7.78		
2029	1.43	0.21		
2030	1.43	0.19		
2031	1.43	0.17		
2032	4.77	0.49		
2033	1.43	0.13		
2034	1.43	0.12		
2035	1.43	0.11		
2036	16.70	1.10		
2037	1.43	0.08		
2038	1.43	0.08		
2039	1.43	0.07		
2040	4.77	0.20		
2041	1.43	0.05		
2042	1.43	0.05		

Fuente: Elaboración propia.

¹² Anualizar los costos no provoca ningún efecto en la estimación de los indicadores de rentabilidad como el VPN y la TIR.

Cuadro 2.35 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	150.49				-150.49	-150.49	104.53		18.56%
2013		3.69		25.29	21.60	19.29		14.35%	
2014		3.69		26.29	22.60	18.02		15.02%	
2015		3.69		27.31	23.62	16.81		15.70%	
2016		3.69		28.37	24.68	15.69		16.40%	
2017		3.69		29.49	25.80	14.64		17.15%	
2018		3.69		30.63	26.94	13.65		17.90%	
2019		3.69		31.83	28.14	12.73		18.70%	
2020		3.69		33.07	29.38	11.87		19.52%	
2021		3.69		34.37	30.68	11.06		20.39%	
2022		3.69		35.72	32.03	10.31		21.28%	
2023		3.69		37.12	33.43	9.61		22.22%	
2024		3.69		38.57	34.88	8.95		23.18%	
2025		3.69		40.08	36.39	8.34		24.18%	
2026		3.69		41.65	37.96	7.77		25.23%	
2027		3.69		43.28	39.59	7.23		26.31%	
2028		3.69		44.98	41.29	6.74		27.44%	
2029		3.69		46.74	43.05	6.27		28.61%	
2030		3.69		48.57	44.88	5.84		29.82%	
2031		3.69		50.48	46.79	5.43		31.09%	
2032		3.69		52.45	48.76	5.05		32.40%	
2033		3.69		54.51	50.82	4.70		33.77%	
2034		3.69		56.64	52.95	4.38		35.19%	
2035		3.69		58.86	55.17	4.07		36.66%	
2036		3.69		61.17	57.48	3.79		38.20%	
2037		3.69		63.56	59.87	3.52		39.78%	
2038		3.69		66.05	62.36	3.28		41.44%	
2039		3.69		68.64	64.95	3.05		43.16%	
2040		3.69		71.33	67.64	2.83		44.95%	
2041		3.69		74.14	70.45	2.63		46.81%	
2042		3.69	150.49	77.04	223.84	7.47		148.74%	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo H: Análisis de Sensibilidad y Riesgos
Cuadro 2.36 Análisis de sensibilidad de la inversión con un aumento del 5%

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	158.01				-158.01	-158.01	97.26		17.84%
2013		3.69		25.29	21.60	19.29		13.67%	
2014		3.69		26.29	22.60	18.02		14.30%	
2015		3.69		27.31	23.62	16.81		14.95%	
2016		3.69		28.37	24.68	15.69		15.62%	
2017		3.69		29.49	25.80	14.64		16.33%	
2018		3.69		30.63	26.94	13.65		17.05%	
2019		3.69		31.83	28.14	12.73		17.81%	
2020		3.69		33.07	29.38	11.87		18.59%	
2021		3.69		34.37	30.68	11.06		19.42%	
2022		3.69		35.72	32.03	10.31		20.27%	
2023		3.69		37.12	33.43	9.61		21.16%	
2024		3.69		38.57	34.88	8.95		22.08%	
2025		3.69		40.08	36.39	8.34		23.03%	
2026		3.69		41.65	37.96	7.77		24.02%	
2027		3.69		43.28	39.59	7.23		25.06%	
2028		3.69		44.98	41.29	6.74		26.13%	
2029		3.69		46.74	43.05	6.27		27.25%	
2030		3.69		48.57	44.88	5.84		28.40%	
2031		3.69		50.48	46.79	5.43		29.61%	
2032		3.69		52.45	48.76	5.05		30.86%	
2033		3.69		54.51	50.82	4.70		32.16%	
2034		3.69		56.64	52.95	4.38		33.51%	
2035		3.69		58.86	55.17	4.07		34.92%	
2036		3.69		61.17	57.48	3.79		36.38%	
2037		3.69		63.56	59.87	3.52		37.89%	
2038		3.69		66.05	62.36	3.28		39.47%	
2039		3.69		68.64	64.95	3.05		41.10%	
2040		3.69		71.33	67.64	2.83		42.81%	
2041		3.69		74.14	70.45	2.63		44.59%	
2042		3.69	158.01	77.04	231.37	7.72		146.42%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.37 Análisis de sensibilidad de la inversión con un aumento del 15%

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	173.06				-173.06	-173.06	82.71		16.58%
2013		3.69		25.29	21.60	19.29		12.48%	
2014		3.69		26.29	22.60	18.02		13.06%	
2015		3.69		27.31	23.62	16.81		13.65%	
2016		3.69		28.37	24.68	15.69		14.26%	
2017		3.69		29.49	25.80	14.64		14.91%	
2018		3.69		30.63	26.94	13.65		15.57%	
2019		3.69		31.83	28.14	12.73		16.26%	
2020		3.69		33.07	29.38	11.87		16.98%	
2021		3.69		34.37	30.68	11.06		17.73%	
2022		3.69		35.72	32.03	10.31		18.51%	
2023		3.69		37.12	33.43	9.61		19.32%	
2024		3.69		38.57	34.88	8.95		20.16%	
2025		3.69		40.08	36.39	8.34		21.03%	
2026		3.69		41.65	37.96	7.77		21.94%	
2027		3.69		43.28	39.59	7.23		22.88%	
2028		3.69		44.98	41.29	6.74		23.86%	
2029		3.69		46.74	43.05	6.27		24.88%	
2030		3.69		48.57	44.88	5.84		25.93%	
2031		3.69		50.48	46.79	5.43		27.04%	
2032		3.69		52.45	48.76	5.05		28.18%	
2033		3.69		54.51	50.82	4.70		29.37%	
2034		3.69		56.64	52.95	4.38		30.60%	
2035		3.69		58.86	55.17	4.07		31.88%	
2036		3.69		61.17	57.48	3.79		33.21%	
2037		3.69		63.56	59.87	3.52		34.60%	
2038		3.69		66.05	62.36	3.28		36.03%	
2039		3.69		68.64	64.95	3.05		37.53%	
2040		3.69		71.33	67.64	2.83		39.08%	
2041		3.69		74.14	70.45	2.63		40.71%	
2042		3.69	173.0635	77.04	246.42	8.22		142.38%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.38 Análisis de sensibilidad de la inversión con VPN=0

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	258.63				-258.63	-258.63	0.00		12.00%
2013		3.69		25.29	21.60	19.29		8.35%	
2014		3.69		26.29	22.60	18.02		8.74%	
2015		3.69		27.31	23.62	16.81		9.13%	
2016		3.69		28.37	24.68	15.69		9.54%	
2017		3.69		29.49	25.80	14.64		9.98%	
2018		3.69		30.63	26.94	13.65		10.42%	
2019		3.69		31.83	28.14	12.73		10.88%	
2020		3.69		33.07	29.38	11.87		11.36%	
2021		3.69		34.37	30.68	11.06		11.86%	
2022		3.69		35.72	32.03	10.31		12.39%	
2023		3.69		37.12	33.43	9.61		12.93%	
2024		3.69		38.57	34.88	8.95		13.49%	
2025		3.69		40.08	36.39	8.34		14.07%	
2026		3.69		41.65	37.96	7.77		14.68%	
2027		3.69		43.28	39.59	7.23		15.31%	
2028		3.69		44.98	41.29	6.74		15.97%	
2029		3.69		46.74	43.05	6.27		16.65%	
2030		3.69		48.57	44.88	5.84		17.35%	
2031		3.69		50.48	46.79	5.43		18.09%	
2032		3.69		52.45	48.76	5.05		18.85%	
2033		3.69		54.51	50.82	4.70		19.65%	
2034		3.69		56.64	52.95	4.38		20.47%	
2035		3.69		58.86	55.17	4.07		21.33%	
2036		3.69		61.17	57.48	3.79		22.23%	
2037		3.69		63.56	59.87	3.52		23.15%	
2038		3.69		66.05	62.36	3.28		24.11%	
2039		3.69		68.64	64.95	3.05		25.11%	
2040		3.69		71.33	67.64	2.83		26.15%	
2041		3.69		74.14	70.45	2.63		27.24%	
2042		3.69	258.63	77.04	331.98	11.08		128.36%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.39 Análisis de sensibilidad de los beneficios con una disminución del 10%

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	150.49				-150.49	-150.49	76.56		16.85%
2013		3.69		22.76	19.07	17.03		12.67%	
2014		3.69		23.66	19.97	15.92		13.27%	
2015		3.69		24.58	20.89	14.87		13.88%	
2016		3.69		25.53	21.84	13.88		14.52%	
2017		3.69		26.54	22.85	12.97		15.19%	
2018		3.69		27.57	23.88	12.10		15.87%	
2019		3.69		28.65	24.96	11.29		16.58%	
2020		3.69		29.76	26.07	10.53		17.33%	
2021		3.69		30.93	27.24	9.82		18.10%	
2022		3.69		32.15	28.46	9.16		18.91%	
2023		3.69		33.41	29.72	8.54		19.75%	
2024		3.69		34.71	31.02	7.96		20.62%	
2025		3.69		36.07	32.38	7.42		21.52%	
2026		3.69		37.49	33.80	6.92		22.46%	
2027		3.69		38.95	35.26	6.44		23.43%	
2028		3.69		40.48	36.79	6.00		24.45%	
2029		3.69		42.07	38.38	5.59		25.50%	
2030		3.69		43.71	40.02	5.20		26.60%	
2031		3.69		45.43	41.74	4.85		27.74%	
2032		3.69		47.21	43.52	4.51		28.92%	
2033		3.69		49.06	45.37	4.20		30.15%	
2034		3.69		50.98	47.29	3.91		31.42%	
2035		3.69		52.97	49.29	3.64		32.75%	
2036		3.69		55.05	51.36	3.38		34.13%	
2037		3.69		57.20	53.52	3.15		35.56%	
2038		3.69		59.45	55.76	2.93		37.05%	
2039		3.69		61.78	58.09	2.72		38.60%	
2040		3.69		64.20	60.51	2.53		40.21%	
2041		3.69		66.73	63.04	2.36		41.89%	
2042		3.69	150.49	69.34	216.14	7.21		143.62%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.40 Análisis de sensibilidad de los beneficios con VPN=0

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	150.49				-150.49	-150.49	0.00		12.00%
2013		3.69		15.84	12.15	10.85		8.07%	
2014		3.69		16.47	12.78	10.19		8.49%	
2015		3.69		17.10	13.42	9.55		8.91%	
2016		3.69		17.77	14.08	8.95		9.36%	
2017		3.69		18.47	14.78	8.39		9.82%	
2018		3.69		19.18	15.50	7.85		10.30%	
2019		3.69		19.94	16.25	7.35		10.80%	
2020		3.69		20.71	17.02	6.88		11.31%	
2021		3.69		21.53	17.84	6.43		11.85%	
2022		3.69		22.37	18.68	6.02		12.41%	
2023		3.69		23.25	19.56	5.62		13.00%	
2024		3.69		24.16	20.47	5.25		13.60%	
2025		3.69		25.10	21.41	4.91		14.23%	
2026		3.69		26.09	22.40	4.58		14.88%	
2027		3.69		27.11	23.42	4.28		15.56%	
2028		3.69		28.17	24.48	3.99		16.27%	
2029		3.69		29.27	25.58	3.73		17.00%	
2030		3.69		30.42	26.73	3.48		17.76%	
2031		3.69		31.62	27.93	3.24		18.56%	
2032		3.69		32.85	29.16	3.02		19.38%	
2033		3.69		34.14	30.45	2.82		20.23%	
2034		3.69		35.47	31.79	2.63		21.12%	
2035		3.69		36.86	33.18	2.45		22.05%	
2036		3.69		38.31	34.62	2.28		23.01%	
2037		3.69		39.81	36.12	2.12		24.00%	
2038		3.69		41.37	37.68	1.98		25.04%	
2039		3.69		42.99	39.30	1.84		26.12%	
2040		3.69		44.67	40.99	1.72		27.23%	
2041		3.69		46.43	42.75	1.60		28.40%	
2042		3.69	150.49	48.25	195.05	6.51		129.61%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2.41 Análisis de riesgo (retraso de la construcción por un año)

Año	Inversión	Costos de operación	Valor de rescate	Ahorro en CGV (beneficios)	Beneficios netos	Flujo descontado	VPN	TRI	TIR
2012	75.25				-75.25	-75.25	95.04		17.92%
2013	75.25				-75.25	-67.18			
2014		3.69		26.29	22.60	18.02		14.17%	
2015		3.69		27.31	23.62	16.81		14.81%	
2016		3.69		28.37	24.68	15.69		15.47%	
2017		3.69		29.49	25.80	14.64		16.17%	
2018		3.69		30.63	26.94	13.65		16.89%	
2019		3.69		31.83	28.14	12.73		17.64%	
2020		3.69		33.07	29.38	11.87		18.42%	
2021		3.69		34.37	30.68	11.06		19.23%	
2022		3.69		35.72	32.03	10.31		20.08%	
2023		3.69		37.12	33.43	9.61		20.96%	
2024		3.69		38.57	34.88	8.95		21.87%	
2025		3.69		40.08	36.39	8.34		22.81%	
2026		3.69		41.65	37.96	7.77		23.80%	
2027		3.69		43.28	39.59	7.23		24.82%	
2028		3.69		44.98	41.29	6.74		25.89%	
2029		3.69		46.74	43.05	6.27		26.99%	
2030		3.69		48.57	44.88	5.84		28.14%	
2031		3.69		50.48	46.79	5.43		29.33%	
2032		3.69		52.45	48.76	5.05		30.57%	
2033		3.69		54.51	50.82	4.70		31.86%	
2034		3.69		56.64	52.95	4.38		33.19%	
2035		3.69		58.86	55.17	4.07		34.59%	
2036		3.69		61.17	57.48	3.79		36.03%	
2037		3.69		63.56	59.87	3.52		37.53%	
2038		3.69		66.05	62.36	3.28		39.09%	
2039		3.69		68.64	64.95	3.05		40.72%	
2040		3.69		71.33	67.64	2.83		42.40%	
2041		3.69		74.14	70.45	2.63		44.16%	
2042		3.69		77.04	73.35	2.45		45.98%	
2043		3.69	150.49	80.05	226.86	6.76		142.21%	

Fuente: Elaboración propia.

2.8 Bibliografía

En este apartado se debe incluir la referencia de todas las fuentes consultadas para la realización del análisis costo-beneficio. Para el presente ejemplo se utilizaron las siguientes:

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), 2008a, "Metodología general para la evaluación de proyectos" [disponible en línea:] <http://www.cepep.gob.mx/materiales.html>

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), 2008b, "Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión" [disponible en línea:] <http://www.cepep.gob.mx/materiales.html>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2012a, "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión", DOF, 27 de abril de 2012.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2012b, "Metodología global de las etapas que componen el ciclo de inversiones" [disponible en línea:] <http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/PPI/Paginas/Metodologias.aspx>

2.9 Responsable de la Información

Por último, es importante incluir los datos de la persona responsable de la información vertida en el Análisis Costo-Beneficio. Para ello, deben especificarse los siguientes datos.

1. Ramo;
2. Entidad;
3. Área responsable;
4. Datos del administrador del programa y/o proyecto de inversión (nombre, cargo, firma y fecha)¹³; y
5. Versión y fecha del documento de Análisis Costo-Beneficio.

¹³ En atención al artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, el administrador del programa y/o proyecto de inversión deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente.