

Análisis Costo-Beneficio Simplificado¹
**“AMPLIACIÓN DEL MALECÓN DE LA GLORIETA
JUSTO SIERRA A LA AV. AGUSTÍN MELGAR”**

¹ Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio y costo-beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.

“AMPLIACIÓN DEL MALECÓN DE LA GLORIETA JUSTO SIERRA A LA AV. AGUSTÍN MELGAR”

I. Resumen Ejecutivo

a) Problemática, objetivo y descripción del PPI

1.1 Nombre del PPI

AMPLIACIÓN DEL MALECÓN DE LA GLORIETA JUSTO SIERRA A LA AV. AGUSTÍN MELGAR

1.2 Localización del PPI

El proyecto se ubica en el estado de Campeche, en el municipio de Campeche. Al norte del estado de Campeche.

Figura 1 Zona de influencia



Dentro de la red nacional de carreteras, el proyecto forma parte de la carretera Mérida - Campeche y permite el acceso a la ciudad de Campeche.

Tabla 1 Coordenadas

	Inicio	Final
Latitud	19.841824°	19.831683°
Longitud	-90.545921°	-90.558863°

1.3 Monto total de inversión (con IVA)

El monto total de inversión es de \$219,956,640.40 pesos.

1.4 Objetivo del PPI

La realización de esta obra se justifica porque cumple su propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas que circulan a través de la vía, ya que se tendrán beneficios para los usuarios al lograrse mayores velocidades de desplazamiento, lo que contribuirá a la disminución de los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. Finalmente, al contar con una vía modernizada de altas especificaciones se logrará una mayor competitividad en la economía de la región norte del Estado de Campeche.

La ejecución del proyecto permitirá disminuir el tiempo de recorrido del viaje y el costo de operación vehicular, en general, reducir los Costos Generalizados de viaje (CGV). Además, mejorará el nivel de servicio de la Avenida.

La creación de infraestructura en transporte mejora el funcionamiento del sistema económico al posibilitar que las materias primas y productos intermedios puedan desplazarse de su lugar de origen al destino donde se realizan los procesos productivos. Además, permite que los productos finales se desplacen a su lugar de venta y contribuye a la apertura de nuevos mercados para la comercialización de estos productos. Todo esto es generado por la disminución de costos en los productos.

Generando la infraestructura necesaria para atender los volúmenes vehiculares que circulan por la vialidad tendrá un impacto a nivel estatal y regional, mejorando el traslado de personas y mercancías.

En general el objetivo de este proyecto es ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios, mediante la ampliación de la avenida, lo cual permitirá mayores velocidades causando con ello menores CGV, logrando un recorrido seguro.

1.5 Problemática Identificada

La problemática que se presenta son las bajas velocidades de circulación, altos tiempos de recorrido y costos de operación vehicular. Por lo tanto, el nivel de servicio de la vía actual no es satisfactorio. Además, aunque la problemática son los altos Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los usuarios, la operación actual los obliga a transitar bajo condiciones inseguras y los expone a sufrir accidentes viales.

Además, las condiciones actuales de la vía dificultan el traslado de las personas bajo condiciones inseguridad, incrementan la contaminación auditiva y la degradación del medio ambiente.

1.6 Componentes y metas

La ampliación del malecón de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar, consistirá en la modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros.

Figura 2 Sección tipo del proyecto



Tabla 2 Metas físicas anuales

Componentes/Rubros	Monto de inversión (pesos)
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

b) Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

2.1 Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación es de 31 años, incluye 1 años de inversión y 30 años de operación.

2.2 Identificación y descripción de los principales costos del PPI

Los principales componentes del proyecto, y sus costos de operación y mantenimiento son:

Tabla 3 Monto total de inversión (pesos de 2018)

Componentes/Rubros	Monto de inversión (pesos)
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

Tabla 4 Costos de operación vehicular (pesos de 2018)

Concepto	A	B	C
Velocidad (km/hr)	80	75	61
COV (\$/km)	3.43	10.16	14.29

2.3 Identificación y descripción de los principales beneficios del PPI

Con la construcción del proyecto y su puesta en operación los usuarios de la vialidad se beneficiaran con lo siguiente:

- Aumentar las velocidades de operación.

- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios al contar con una alternativa vial mejor.
- Dar seguridad a los usuarios al disminuirse la posibilidad de accidentes, maniobras de rebase y movimientos de vehículos de carga.
- Mejorar los niveles de servicio.

c) Indicadores de Rentabilidad del PPI

3.1 Valor Presente Neto (VPN)

449,715,735.10 pesos

3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

20.50%

3.3 Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

11.12%

3.4 Riesgos asociados al PPI

Los principales riesgos asociados al proyecto son la demanda social de obras adicionales al momento de la construcción, adquisición de derecho de vía, retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar el costo y los tiempos de ejecución.

d) Conclusión

4.1 Conclusión del Análisis del PPI

La evaluación del proyecto muestra que es una obra de infraestructura socialmente rentable.

Los beneficios generados por esta obra de infraestructura son una mejora en las velocidades de operación, lo cual disminuirá los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. Esto se traduce en una disminución de los Costos Generalizados de Viaje. Adicional, el proyecto contribuirá a disminuir los accidentes de tránsito.

La puesta en operación de esta obra dará una mejor conectividad para la región. En este contexto, esta obra apoyará al desarrollo regional.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El presente análisis comprende de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar”, la cual se ubica en el Estado de Campeche, es de tipo urbana y se ubica en la zona costera de la ciudad de Campeche. Además, es la vía de entrada a la ciudad de Campeche para los usuarios que tienen como origen la ciudad de Mérida que a nivel nacional se encuentran entre los municipios más importantes.

La Avenida está localizada dentro de la zona urbana de la Ciudad de San Francisco de Campeche y es una de las arterias viales importantes para el acceso de los vehículos que van o vienen del norte del Estado; debido al alto volumen de vehículos que circulan por esta avenida, es que se hace necesaria la ampliación y modernización.

La sección típica que se encuentra actualmente en la Avenida, es en terraplenes de baja altura, alojados en una zona baja sujeta a inundación, ya que se construyó en zona de manglar. Y está formado por dos cuerpos con dos carriles de circulación de 3.50 m cada uno, dos por cada sentido, sin acotamiento, separados por un camellón central de 7.0 m, para un ancho total de corona de 21 m.

El tramo de estudio inicia en la intersección con la Glorieta Justo Sierra y finalizando en la Av. Agustín Melgar”. Los principales problemas que se presenta en este tramo de estudio son: altos tiempos de recorrido, bajas velocidades de operación y elevados costo de operación vehicular, por lo tanto, los Costos Generalizados de Viaje (CGV) son altos.

Actualmente el parque vehicular que circula sobre la vialidad no permite una operación adecuada sobre el trazo, por tal motivo se propone apoyar el desarrollo del presente proyecto de infraestructura, permitiendo una dinámica económica regional. La velocidad promedio del tramo de estudio es de 47 km/hr.

La falta de infraestructura en la vía no permite una operación óptima, obligando a los usuarios a circular bajo condiciones inseguras, incrementando el riesgo de accidentes y altos niveles de contaminación. A continuación se presentan algunas imágenes de la Carretera Costera.

Figura 3 Carretera Costera



El principal problema que se presenta en la zona de influencia del proyecto son los altos tiempos de recorrido en que incurren los usuarios debido a la geometría y estado físico de la vía.

El proyecto beneficia directamente al municipio de Campeche, Campeche que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010 cuenta con 259,005 habitantes, de los cuales 125,561 son hombres 133,444 son mujeres. A continuación se presentan los principales indicadores socioeconómicos de la localidad.

Tabla 5 **Indicadores socioeconómicos**

Índice de marginación	Grado de Marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar Nacional
-1.3790	Muy bajo	12.0901	2 277

Fuente: CONAPO

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Municipio de Campeche, durante el año 2013 registro 988 accidentes en zonas urbanas y suburbanas, de los cuales 5 resultaron fatales, 647 personas resultaron heridas y 6 personas resultaron muertas.

Figura 4 INEGI Accidentes de tránsito en el Municipio de Campeche

Entidad: Municipio: Período desde: hasta:

Indicador	2011	2012	2013
Accidentes de tránsito en zona suburbana	33	29	23
Accidentes de tránsito en zona urbana	1,178	1,185	965
Accidentes de tránsito fatales	9	8	5
Accidentes de tránsito no fatales	501	487	465
Accidentes de tránsito sólo daños	701	719	518
Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas	1,211	1,214	988
Accidentes en donde el conductor responsable es hombre	942	959	774
Accidentes en donde el conductor responsable es mujer	155	163	140
Porcentaje de accidentes de tránsito terrestre fatales	0.74	0.66	0.51
Victimas heridas en los accidentes de tránsito	698	679	647
Victimas muertas en los accidentes de tránsito	10	9	6

La

carretera Campeche - Mérida durante 2012 presentó 108 accidentes, de los cuales 36 tuvieron víctimas humanas con un saldo de 7 muertos y 59 lesionados.

Figura 5 Accidentes en la red federal carretera

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Accidentes con víctimas	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Tránsito diario promedio anual 2012	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-180	00066	Campeche - Mérida	158.5	108	36	7	59	480.37	7,855	0.681	149

b) Análisis de la Oferta Existente

La vialidad actual tiene un sección tipo Boulevard, con un ancho de 7.0 metros por cuerpo, con una carril de circulación por sentido de 3.5 metros cada uno, sin acotamientos y un camello central de 7.0 metros. Esta vialidad no cumple con las dimensiones suficientes para dar flujo vehicular, ya que el ancho de carril genera colas vehiculares a no permitir el rebase cuando un vehículo articulado circula sobre la vialidad. Aunado a esto, el estado físico del pavimento es regular, actualmente existen desprendimientos de carpeta en varios lugares y esto deteriora la circulación vehicular.

Figura 6 Avenida Justo Sierra Méndez



Figura 7 Carretera Costera - Sección Tipo



Tabla 6 Datos de la Oferta

Concepto	Carretera Costera
Tipo de Vía	Boulevard
Longitud (Km.)	1.8
Número de carriles	4
Acotamiento	No
Ancho de Calzada (m)	14.0
Ancho de carril (m)	3.50
Tipo de terreno	Plano (P)
Estado Físico	Regular
IRI (m/Km)	3.5
Señalamiento	Bueno

Para determinar las velocidades de operación se realizaron recorridos, de los cuales se obtuvieron los tiempos de recorrido. La metodología utilizada fue la del vehículo flotante, consiste en cronometrar el tiempo de recorrido de cada tipo de vehículo. Los responsables del estudio de campo realizan esta medición por persecución, es decir se da seguimiento al tipo de vehículo que se está muestreando. Se omiten vehículos que transitan fuera de la ley (exceso de velocidad).

La estructura del pavimento actual en el tramo en estudio, es variable en sus espesores debido a que la construcción se realizó por etapas en diferentes periodos de tiempo; aunado a esto se han realizado trabajos de mantenimiento o reconstrucción en varios subtramos, por lo que se encuentra algunas zona que presenta una estructura de pavimento compuesta por una carpeta de 10 cm, la estratigrafía en forma general es la siguiente:

Tabla 7 Estructura de Pavimento

ESTRATO	ESPESOR	DESCRIPCION
Carpeta	2 a 3 cm	Carpeta de riegos arena – grava – asfalto.
Base Hidráulica	13 a 21 cm	Grava con poca arena arcillosa, color café claro, compacta. GC
Subrasante	20 a 40 cm	Arena arcillosa, color café claro, compacta.SC
Cuerpo de Terraplén	Variable	Arena limosa o arcillosa, color café claro y crema, con gravas y Fcm de roca caliza aislados, de compacta. SM o SC

c) Análisis de la Demanda Actual

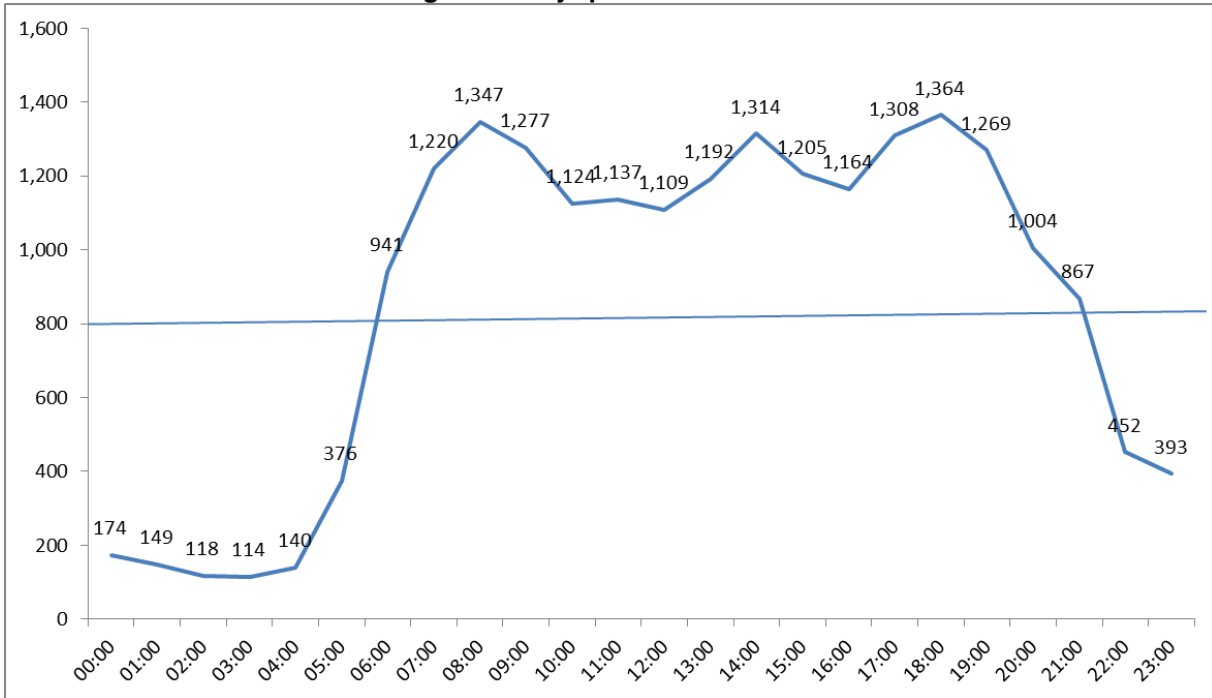
Para la estimación del TDPA se hicieron aforos las 24 horas durante 7 días de la semana, del 16 al 22 de Octubre de 2017, en el punto que se ubicada en la carretera Campeche – Mérida (MEX-180), con coordenadas geográficas (19.874793, -90.492101). Los resultados del estudio se muestran a continuación:

Tabla 8 TDPA para el año 2017

Vialidad	TDPA	Clasificación vehicular		
		A	B	C
Carretera Costera	20,758	92.6%	3.0%	4.3%

A continuación se muestra el comportamiento horario del aforo.

Figura 8 Flujo promedio semanal



Se determinaron 16 horas de congestión y 8 horas sin congestión, el TDPA se presenta a continuación:

Tabla 9 TDPA en horas de congestión y sin congestión para el año 2017

Vialidad	TDPA	Clasificación vehicular		
		A	B	C
Carretera Costera	20,758	92.48%	3.25%	4.28%
Con Congestión	18,840	92.64%	3.03%	4.33%
Sin Congestión	1,918	90.85%	5.37%	3.78%

El análisis de capacidad indica que el nivel de servicio con el que opera la vía es D, que representa condiciones de funcionamiento cerca de la capacidad, la velocidad de todos los vehículos se ve reducida a un valor bajo bastante uniforme.

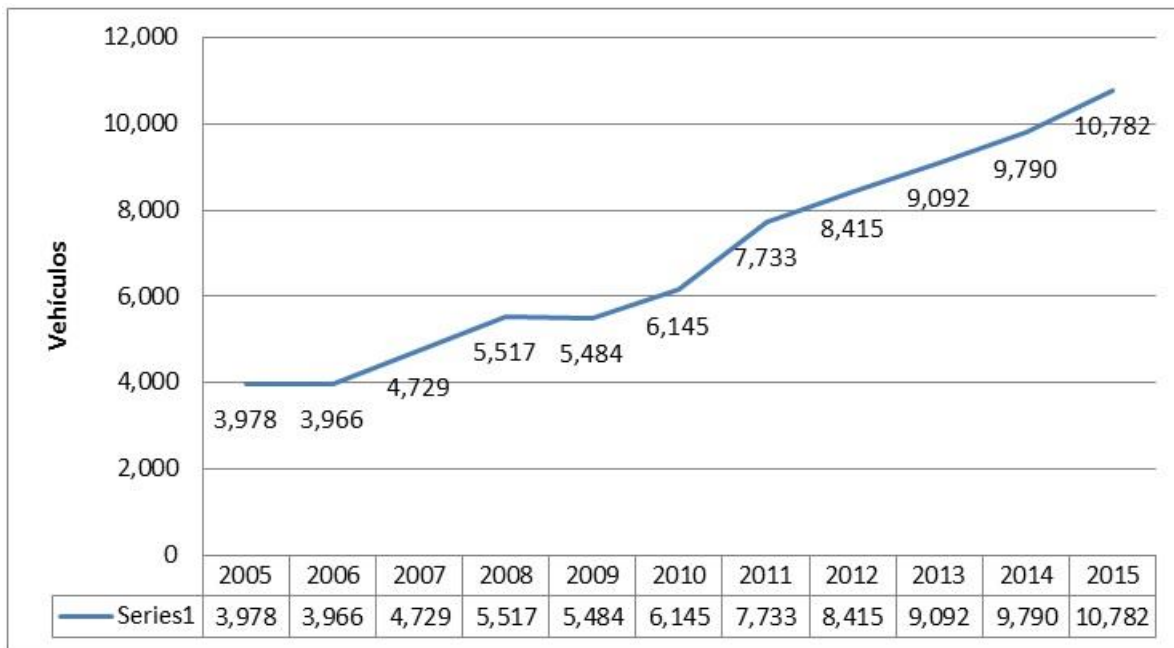
Utilizando la información histórica de datos viales de 2005 a 2016, se obtuvo el comportamiento del TDPA en el tramo de estudio. La estación que se utilizó como referencias fue Campeche ubicada en el Km 0.000 de la carretera Mérida – Campeche. El siguiente gráfico muestra el comportamiento del TDPA en los últimos 10 años.

Tabla 10 Histórico de TDPA

Año	Estación: Campeche km 0+000			Distribución Vehicular		
	Sentido 1	Sentido 2	Ambos	A	B	C
2005	1,956	2,022	3,978	84.52%	4.49%	10.98%
2006	2,031	1,935	3,966	84.98%	3.51%	11.51%
2007	2,285	2,444	4,729	83.41%	3.70%	12.90%
2008	2,786	2,731	5,517	87.91%	3.80%	8.29%
2009	2,693	2,791	5,484	87.50%	2.85%	9.65%
2010	3,025	3,120	6,145	77.20%	5.40%	17.40%
2011	3,836	3,897	7,733	83.54%	5.15%	11.30%
2012	4,182	4,233	8,415	90.05%	3.55%	6.40%
2013	4,758	4,334	9,092	90.52%	3.29%	6.19%
2014	5,123	4,667	9,790	91.46%	0.40%	8.14%
2015	5,643	5,139	10,782	92.00%	0.40%	7.60%

Figura 9 Histórico de TDPA

Análisis Costo-Beneficio



El pronóstico de demanda muestra un crecimiento variable durante el horizonte de evaluación, de su análisis se obtuvo que la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) en los últimos 10 años es de 10.5%. Por lo tanto, para la presente evaluación se utilizó una tasa de crecimiento anual de 3.0% como un crecimiento conservador.

Para calcular el TDPA en el año 2018 se utilizó la tasa de crecimiento del 3.0%

Tabla 11 TDPA para el año 2018

Vialidad	TDPA	Clasificación vehicular		
		A	B	C
Carretera Costera	21,381	92.48%	3.25%	4.28%
Con Congestión	19,405	92.64%	3.03%	4.33%
Sin Congestión	1,976	90.85%	5.37%	3.78%

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Para el análisis de capacidad se utilizó la metodología y parámetros del Manual de Capacidad Vial de la SCT. Así mismo, con base a la TCMA seleccionada, se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no hacer el proyecto. Los datos base para calcular el nivel de servicio se muestran en la tabla siguiente

Tabla 12 Datos base para cálculo de nivel de servicio

Concepto	Carretera Costera
Longitud (km)	5.8
Tipo de Pavimento	Asfalto
Número de carriles	2
Ancho de carril (m)	3.5
Acotamientos (m)	Si
Ancho de sección (m)	18.0
Tipo de terreno	Plano
TDPA	11,253
Automóviles (%)	92.48%
Autobuses (%)	3.25%
Camiones (%)	4.28%
Carretera Divida	Si

En base al Manual de Capacidad Vial se obtuvieron las siguientes variables intermedias a fin de estimar la capacidad y nivel de servicio de los tramos en análisis.

Tabla 13 Variables para cálculo de nivel de servicio

Factor	Carretera Costera
C:	2,800
(V/C):	0.8400
FA:	0.5800
FD:	1.000
FP:	1.000
FVP:	0.4260
VSi:	7,514

Obteniendo que el tramo opera en nivel de servicio D.

Tabla 14 Interacción oferta-demanda

Análisis Costo-Beneficio

Año	Con Congestión		Sin Congestión	
	TDPA	NS	TDPA	NS
0	19,405	D	1,976	C
1	19,987	D	2,035	C
2	20,587	D	2,096	C
3	21,204	D	2,159	C
4	21,840	D	2,224	C
5	22,496	D	2,291	C
6	23,171	D	2,359	C
7	23,866	D	2,430	C
8	24,582	D	2,503	C
9	25,319	D	2,578	C
10	26,079	D	2,656	C
11	26,861	D	2,735	C
12	27,667	D	2,817	C
13	28,497	D	2,902	C
14	29,352	D	2,989	C
15	30,232	D	3,079	C
16	31,139	D	3,171	C
17	32,074	D	3,266	C
18	33,036	D	3,364	C
19	34,027	D	3,465	C
20	35,048	D	3,569	C
21	36,099	D	3,676	C
22	37,182	D	3,786	D
23	38,297	D	3,900	D
24	39,446	D	4,017	D
25	40,630	E	4,137	D
26	41,849	E	4,261	D
27	43,104	E	4,389	D
28	44,397	E	4,521	D
29	45,729	E	4,657	D
30	47,101	E	4,796	D

*El Nivel de Servicio fue estimado con el HCM (Highway Capacity Manual), utilizando variables de tiempo de espera, capacidad y flujo vehicular.

III. Situación sin el PPI

En la presente sección se comenta la situación esperada en caso de no atender la problemática descrita con anterioridad.

Los principales supuestos de la evaluación son:

- La tasa social de descuento del 10%.
- Un horizonte de evaluación de 31 años.

a) Optimizaciones

El proyecto beneficia directamente al municipio de Campeche, Campeche que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010 cuenta con 259,005 habitantes, de los cuales 125,561 son hombres 133,444 son mujeres. A continuación se presentan los principales indicadores socioeconómicos de la localidad.

Tabla 15 Indicadores socioeconómicos

Índice de marginación	Grado de Marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar Nacional
-1.3790	Muy bajo	12.0901	2 277

Fuente: CONAPO

La medida de optimización es recomendar a la autoridad federal mejorar el señalamiento y continuar con los trabajos de conservación y mantenimiento para mejorar la superficie de rodamiento y mantenerlo en condiciones adecuadas, en función de la asignación de recursos presupuestales.

Tabla 16 Costo de inversión de las medidas de optimización

Monto total de inversión	
1 Terracerías	\$519,120.00
2 Estructuras, Obras de Drenaje	\$276,246.00
3 Pavimentos	\$1,012,284.00
4 Señalamiento	\$46,350.00
Subtotal de Componentes/Rubros	\$1,854,000.00
Impuesto al Valor Agregado	\$296,640.00
Otros Impuestos	

Análisis Costo-Beneficio

Subtotal de Impuestos	\$296,640.00
TOTAL	\$2,150,640.00

Con base en lo anterior, a continuación se muestran las características de la situación actual optimizada

Tabla 17 Situación actual optimizada

Vialidad	Optimizaciones	Nivel de Servicio	Velocidad (km/hr)	IRI (m/Km)	Acotamientos
Carretera Costera	Conservación, mantenimiento y mejora de señalamiento	D	47	3.0	No

Las velocidades de la situación optimizada no se consideran adecuadas para el correcto funcionamiento, porque implican un bajo nivel de servicio, además, el usuario que transita por vialidades urbanas primarias busca continuidad, comodidad, seguridad y rapidez en su viaje, lo cual no se logra en la situación actual optimizada.

b) Análisis de la Oferta en caso de que el PPI no se lleve a cabo

Tabla 18 Datos de la oferta optimizada

Concepto	Carretera Costera
Tipo de Vía	Boulevard
Longitud (Km.)	1.8
Número de carriles	4
Acotamiento	No
Ancho de Calzada (m)	14.0
Ancho de carril (m)	3.50
Tipo de terreno	Plano (P)
Estado Físico	Regular
IRI (m/Km)	3.0
Señalamiento	Bueno
Tiempo de Recorrido Con Congestión (min)	2.32
Velocidad de operación Con Congestión (Km./hr)	47
Tiempo de Recorrido Sin Congestión (min)	1.83
Velocidad de operación Sin Congestión (Km./hr)	59

*Para fines de evaluación se considera la medida unitaria (1 Km)

c) Análisis de la demanda en caso de que el PPI no se lleve a cabo

Dado que los trabajos de optimización presentan un efecto marginal en las condiciones de operación, además de tratarse de vialidades existentes, se considera que la demanda permanece constante, por lo que se supone la misma que en la situación actual. La siguiente figura muestra los aforos por vialidad.

Tabla 19 TDPA en horas de congestión y sin congestión para el año 2018 en la situación sin proyecto

Vialidad	TDPA	Clasificación vehicular		
		A	B	C
Carretera Costera	21,381	92.48%	3.25%	4.28%
Con Congestión	19,405	92.64%	3.03%	4.33%
Sin Congestión	1,976	90.85%	5.37%	3.78%

El análisis de capacidad indica que el nivel de servicio con el que se opera es D, que representa condiciones de funcionamiento cerca de la capacidad, la velocidad de todos los vehículos se ve reducida a un valor bajo bastante uniforme.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda con Optimizaciones

Se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no hacer el proyecto.

Tabla 20 Interacción oferta-demanda

Año	Con Congestión		Sin Congestión	
	TDPA	NS	TDPA	NS
0	19,405	D	1,976	C
1	19,987	D	2,035	C
2	20,587	D	2,096	C
3	21,204	D	2,159	C
4	21,840	D	2,224	C
5	22,496	D	2,291	C
6	23,171	D	2,359	C
7	23,866	D	2,430	C

Año	Con Congestión		Sin Congestión	
	TDPA	NS	TDPA	NS
8	24,582	D	2,503	C
9	25,319	D	2,578	C
10	26,079	D	2,656	C
11	26,861	D	2,735	C
12	27,667	D	2,817	C
13	28,497	D	2,902	C
14	29,352	D	2,989	C
15	30,232	D	3,079	C
16	31,139	D	3,171	C
17	32,074	D	3,266	C
18	33,036	D	3,364	C
19	34,027	D	3,465	C
20	35,048	D	3,569	C
21	36,099	D	3,676	C
22	37,182	D	3,786	C
23	38,297	D	3,900	C
24	39,446	D	4,017	C
25	40,630	D	4,137	C
26	41,849	D	4,261	C
27	43,104	D	4,389	D
28	44,397	D	4,521	D
29	45,729	E	4,657	D
30	47,101	E	4,796	D

*El Nivel de Servicio fue estimado con el HCM (Highway Capacity Manual), utilizando variables de tiempo de espera, capacidad y flujo vehicular.

e) Alternativas de solución

Para dar solución a la problemática planteada se consideraron 2 alternativas de solución. En consecuencia, se procedió a analizar las alternativas:

Alternativa 1 La ampliación del malecón de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar, consistirá en la modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros. La construcción se realizara con concreto hidráulico.

Costo de inversión de 150.73 pesos con IVA.

Ventajas:

- Corrige el problema capacidad

- Mejora la velocidad de operación
- Es una opción viable de largo plazo
- Aceptable nivel de servicio durante su vida útil.

Desventajas:

- Mayor inversión.
- Mayor tiempo en la ejecución de la obra.
- Requiere la obtención de derecho de vía adicional.

Alternativa 2, La ampliación del malecón de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar, consistirá en la modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros. El material para la realización es asfalto.

Costo de inversión de 111.65 pesos con IVA.

Ventajas:

- Corrige el problema de capacidad.
- Es una opción viable de largo plazo.
- Mejora la velocidad y condiciones de operación.
- Mejora la seguridad del usuario.
- Costo de inversión menor

Desventajas:

- Requiere mantenimientos de forma continua.
- Requiere la obtención de derecho de vía adicional.

Debido a que con ambas opciones se obtiene el mismo beneficio, pero con diferente vida útil, se utilizó el costo anual equivalente (CAE) para determinar la alternativa de menor costo. A continuación se presenta el análisis de CAE y sus resultados.

Análisis Costo-Beneficio

Tabla 21 Costos Totales Alternativa 1 (Millones de Pesos)

AÑO	INVERSION	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Periodico	Reconstrucción	TOTAL	VPN	CAE
0	255.98				255.98	255.98	\$27.74
1					-	-	
2		0.42			0.42	0.34	
3					-	-	
4		0.42			0.42	0.28	
5					-	-	
6		0.42			0.42	0.24	
7					-	-	
8		0.42	1.60		2.02	0.94	
9					-	-	
10		0.42			0.42	0.16	
11					-	-	
12		0.42			0.42	0.13	
13					-	-	
14		0.42			0.42	0.11	
15					-	-	
16		0.42	1.60		2.02	0.44	
17					-	-	
18		0.42			0.42	0.08	
19					-	-	
20		0.42			0.42	0.06	
21					-	-	
22		0.42			0.42	0.05	
23			1.60		1.60	0.18	
24		0.42		20.95	21.36	2.17	
25					-	-	
26		0.42			0.42	0.04	
27					-	-	
28		0.42			0.42	0.03	
29					-	-	
30		0.42			0.42	0.02	
31			1.60		1.60	0.08	
32		0.42			0.42	0.02	
33					-	-	
34		0.42			0.42	0.02	
35					-	-	
36		0.42			0.42	0.01	
37					-	-	
38		0.42	1.60		2.02	0.05	
39					-	-	
40		0.42			0.42	0.01	

Análisis Costo-Beneficio

41					-	-	
42		0.42			0.42	0.01	
43					-	-	
44		0.42			0.42	0.01	
45					-	-	
46		0.42	1.60		2.02	0.03	
47					-	-	
48		0.42			0.42	0.00	
49					-	-	
50		0.42			0.42	0.00	
Total	255.98	6.26	4.80	20.95	296.96	261.50	27.74

Tabla 22 Costos Totales Alternativa 2 (Millones de Pesos)

AÑO	INVERSION	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Periódico	Reconstrucción	TOTAL	VPN	CAE
0	189.62		-		189.62	189.62	\$22.17
1		0.40			0.40	0.37	
2		0.40	-	-	0.40	0.33	
3		0.40	-	-	0.40	0.30	
4		0.40	1.94	-	2.35	1.60	
5		0.40	-	-	0.40	0.25	
6		0.40	-	-	0.40	0.23	
7		0.40	-	-	0.40	0.21	
8		0.40	10.69	-	11.09	5.18	
9		0.40	-	-	0.40	0.17	
10		0.40	-	-	0.40	0.15	
11		0.40	-	-	0.40	0.14	
12		0.40	1.94	-	2.35	0.75	
13		0.40	-	-	0.40	0.12	
14		0.40	-	-	0.40	0.11	
15		0.40	-	29.16	29.56	7.08	
16		0.40	-	-	0.40	0.09	
17		0.40	-	-	0.40	0.08	
18		0.40	-	-	0.40	0.07	
19		0.40	1.94	-	2.35	0.38	
20		0.40	-	-	0.40	0.06	
21		0.40	-	-	0.40	0.05	
22		0.40	-	-	0.40	0.05	
23		0.40	10.69	-	11.09	1.24	
24		0.40	-	-	0.40	0.04	
25		0.40	-	-	0.40	0.04	
26		0.40	-	-	0.40	0.03	
27		0.40	1.94	-	2.35	0.18	

Análisis Costo-Beneficio

28		0.40	-	-	0.40	0.03	
29		0.40	-	-	0.40	0.03	
30		0.40	-	-	0.40	0.02	
Total	189.62	12.05	29.16	29.16	259.99	208.98	22.17

Los resultados del análisis fueron los siguientes:

Tabla 23 Resultados del análisis por CAE (millones)

Concepto	Alternativa 1	Alternativa 2
CAE	27.74	22.17
VPN(MDP)	261.50	208.98
Costo	296.94	219.96

La alternativa 2 es la más viable, es la alternativa que soluciona la problemática a un menor costo. Técnicamente la alternativa 2 soluciona la problemática del nivel de servicio y proporciona una vía con una capacidad adecuada a flujo vehicular que actualmente se presenta. Adicional, el costo y los requerimientos constructivos de la alternativa son menores

IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

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"/>

La ampliación del malecón de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar, consistirá en la modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50 m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros.

Figura 10 Sección tipo del proyecto



Cálculo del Espesor Total del Pavimento.

Con los datos del tránsito acumulado obtenidos anteriormente, se empleó el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, mismo que utiliza el criterio por Deformación Permanente y por Fatiga, para obtener los espesores requeridos para cada una de las capas que formarán la estructura del pavimento.

Análisis Costo-Beneficio

Para el cálculo se consideraron los valores de VRS críticos de los materiales a emplear; asignando un nivel de confianza de $Q = 0.85$; para un camino de tipo normal, considerándolo tipo A o B. Del análisis de toda la información obtenida de campo, así como de los resultados de los ensayos de laboratorio y del análisis del conjunto de información obtenida por los tres métodos de diseño de espesores, se concluye que la sección recomendada para rehabilitar el pavimento existente es:

Estructura para Rehabilitar al Pavimento Actual			
Carpeta	=	10	Cm
Base Asfáltica	=	10	Cm
Base Hidráulica	=	20	Cm

Sin embargo para las secciones nuevas de Pavimento por Ampliaciones o mejoras del trazo, la sección será:

Carpeta	=	10	Cm
Base Asfáltica	=	10	Cm
Base Hidráulica	=	20	Cm
Subrasante	=	40	Cm

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Terracerías:

Para la construcción en las zonas de ampliación se deberán efectuar los siguientes trabajos:

A).- Retirar del talud del terraplén actual del camino, un espesor promedio de 0.10 m del suelo vegetal de arroje, colocándolo fuera de la línea de ceros del nuevo talud.

B).- A partir del hombro de la corona actual; realizar un primer escalón de liga, efectuando un corte vertical mínimo de 0.70 m por debajo de la rasante actual ó hasta alcanzar un ancho mínimo de huella de 2.50 m; a partir de este punto realizar los escalones necesarios con el mismo ancho de huella (2.50 m), hasta alcanzar el nivel del terreno natural. Véase Anexo No. 15 (Detalle de Escalones de Liga).

C).- El material producto del corte efectuado se desperdiciara y se colocará al pie del nuevo talud de manera que funcione como arroje y/o berma de protección.

D).- Cuando así lo indique las recomendaciones de Curva Masa del Estudio Geotécnico; en el área indicada en el inciso anterior, para despirme, se abrirá caja adicional hasta a completar 0.70 m de espesor; sobre la superficie descubierta será necesario pasar el equipo de compactación hasta lograr una compactación del 95% del P.V.S.M. del material, en una profundidad de 0.20 m., se rellenará con material con calidad

Análisis Costo-Beneficio

de cuerpo de terraplén compactándose al 95% de su P.V.S.M., tamaño máximo del agregado de 10 cm y Finos $\leq 15\%$; esto es previo a la construcción del cuerpo de terraplén propiamente.

G).- Construir el cuerpo de terraplén de la ampliación, mediante capas compactadas al 95 % del P.V.S.M. del material proveniente de los bancos recomendados.

H).- Sobre el terraplén debidamente terminado, se construirá la capa subrasante de 0.40 m de espesor compacto, con material procedente de los bancos recomendados; construyéndola mediante capas y compactándola al 100% de su P.V.S.M.

Los Pesos Volumétricos Secos Máximos de los materiales se refieren a la prueba AASHTO Estándar.

Del Pavimento

Para la construcción de la ampliación de proyecto y la rehabilitación del pavimento actual, se deberán efectuar los siguientes trabajos:

A).- En el área de ampliaciones, sobre la subrasante debidamente terminada, construir, la capa de base granular de 0.20 m de espesor compacto, mediante capas, compactadas al 100 % del P. V. S. M. del material, el nivel superior de la base hidráulica debe quedar al nivel de la rasante actual.

B).- Para el caso del pavimento existente, previo a la colocación de la base hidráulica este se deberá escarificar, para asegurar una buena adherencia entre las dos capas.

C).- En todo el ancho de la sección, sobre la capa de base hidráulica debidamente terminada, construir la capa de base asfáltica de 0.10 m de espesor compacto.

D).- En todo el ancho de la nueva sección, sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada, construir carpeta de concreto asfáltico de 0.10 m de espesor compacto.

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características
Carretera Costera	Boulevard	1.8 km	Modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros

b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018

Objetivo 4.9: Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.

Estrategia 4.9.1. Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad, bajo criterios estratégicos y de eficiencia.

1. Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumentar la competitividad derivada de una mayor interconectividad.
2. Evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros.
3. Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos y concluir aquellos que se encuentren pendientes.
4. Mejorar y modernizar la red de caminos rurales y alimentadores.
5. Conservar y mantener en buenas condiciones los caminos rurales de las zonas más marginadas del país.
6. Modernizar las carreteras interestatales.
7. Llevar a cabo la construcción de libramientos, incluyendo entronques, distribuidores y accesos

Programa Nacional de Infraestructura 2014 - 2018

Objetivos:

Contar con una infraestructura y una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

Estrategias y líneas de acción:

Estrategia 1.1 Desarrollar a México como plataforma logística con infraestructura de transporte multimodal que genere costos competitivos y valor agregado, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.

Estrategia 1.2 Generar infraestructura para una movilidad de pasajeros moderna, integral, ágil, segura, sustentable e incluyente.

Líneas de acción

1.1.1 Mejorar la competitividad y eficiencia de la red de transportes a través del desarrollo de infraestructura integral, multimodal y que agregue valor.

1.1.2 Consolidar corredores logísticos nacionales mediante infraestructura que estructure el territorio nacional en ejes longitudinales y transversales que fortalezcan las cadenas de suministro.

1.1.3 Facilitar el comercio exterior desarrollando proyectos que agilicen los flujos internacionales de carga y descongestionen los accesos a puertos fronterizos marítimos y terrestres.

1.1.4 Modernizar y ampliar la infraestructura de transportes de forma que propicie un desarrollo regional equilibrado.

1.2.1 Promover el desarrollo de infraestructura que contribuya al crecimiento de las localidades además de brindarles una mayor accesibilidad a los servicios.

1.2.2 Avanzar en la movilidad urbana sustentable mediante sistemas integrados de transporte que garanticen rapidez y seguridad del viaje puerta a puerta.

1.2.3 Potenciar el transporte interurbano de pasajeros a través del relanzamiento del ferrocarril de pasajeros.

1.2.4 Desarrollar y promover obras de infraestructura que contribuyan al crecimiento del turismo en el país.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018.

Objetivo 1: Desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.

1.1.1 Consolidar los ejes troncales.

1.1.2 Construir, modernizar, reconstruir y conservar caminos rurales y alimentadores, llegando a las zonas más marginadas del país.

1.1.4 Construir infraestructura que permita brindar mayor seguridad a los usuarios.

Plan Estatal de Desarrollo 2015 - 2021 del estado de Campeche

6.2.2. DESARROLLO INDUSTRIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS Fortalecer el mercado interno, la atracción de inversiones y la promoción de Campeche a nivel nacional e internacional, que propicie el crecimiento equilibrado y sostenido de las actividades industriales, comerciales y de servicios.

ESTRATEGIA: 6.2.2.5. Desarrollar la Infraestructura Carretera.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

6.2.2.5.1. Ampliar y modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales del Estado, así como las carreteras interestatales.

6.2.2.5.2. Ampliar y modernizar las carreteras estatales.

6.2.2.5.3. Construir libramientos, entronques, distribuidores y accesos.

c) Localización geográfica

El proyecto beneficia directamente al municipio de Campeche, Campeche que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010 cuenta con 259,005 habitantes, de los cuales 125,561 son hombres 133,444 son mujeres. A continuación se presentan los principales indicadores socioeconómicos de la localidad.

Tabla 24 Indicadores socioeconómicos

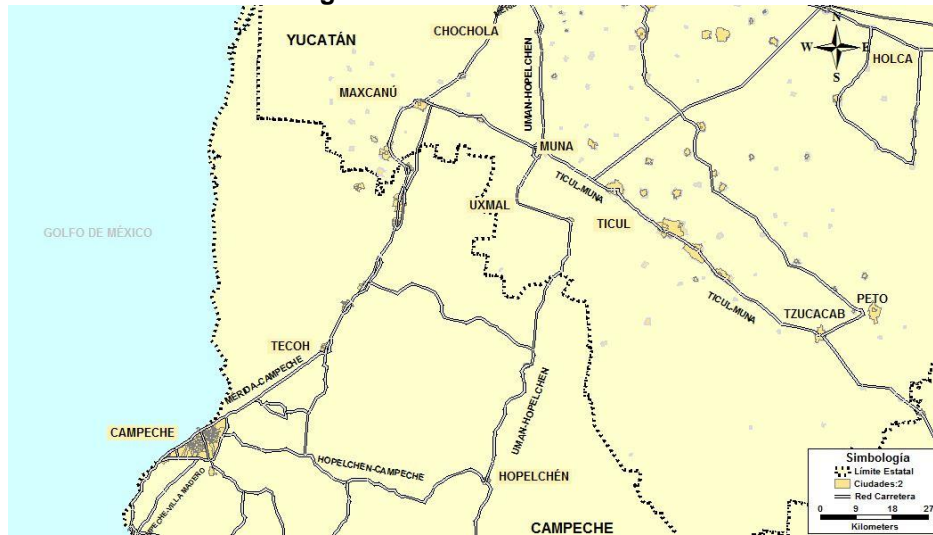
Índice de marginación	Grado de Marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar Nacional
-1.3790	Muy bajo	12.0901	2 277

Fuente: CONAPO

Figura 11 Ubicación Estatal



Figura 12 Zona de influencia



Dentro de la red nacional de carreteras, el proyecto forma parte de la carretera Mérida - Campeche, tal como se muestra en la figura siguiente

Figura 13 Ubicación en la red de carreteras



Tabla 25 Coordenadas

	Inicio	Final
Latitud	19.841824°	19.831683°
Longitud	-90.545921°	-90.558863°

Análisis Costo-Beneficio

d) Calendario de actividades

Tabla 26 Programa de Trabajos

Componentes/Rubros	Monto de inversión (pesos)
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

e) Monto total de inversión

Componentes/Rubros	Monto de inversión (pesos)
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

f) Fuentes de financiamiento

Los recursos para este proyecto provienen del Presupuesto de Egresos del Gobierno Federal.

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto (con IVA)	Porcentaje
1. Federales	Recursos Fiscales	219,956,640.40	100 %
2. Estatales			
3. Municipales			
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total	Recursos Fiscales	219,956,640.40	100 %

g) Capacidad instalada

Se realizó un análisis de interacción oferta-demanda en la situación con proyecto, para estimar el nivel de servicio que presentará la carretera, dicho análisis considera el volumen de TDPA, la capacidad de la vía y el diseño geométrico de la carretera.

Tabla 27 Nivel de servicio con proyecto

Año	Carretera Costera	
	TDPA	NS
0	21,381	A
1	22,022	A
2	22,683	A
3	23,364	A
4	24,065	A
5	24,786	A
6	25,530	A
7	26,296	A
8	27,085	A
9	27,897	A
10	28,734	A
11	29,596	A
12	30,484	A
13	31,399	A
14	32,341	A
15	33,311	A
16	34,310	A
17	35,340	A
18	36,400	A
19	37,492	A
20	38,616	A
21	39,775	A
22	40,968	A
23	42,197	A
24	43,463	A
25	44,767	A
26	46,110	A
27	47,493	A
28	48,918	A
29	50,386	A
30	51,897	A

*Autos en el primer año de operación.

Al comparar estos niveles de servicio con la situación actual, se observa un aumento en la capacidad vial, y por consiguiente una gran mejoría en los niveles de servicio.

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28 Metas físicas anuales

Componentes/Rubros	2018
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

i) Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	30

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Avance = 100%

Estudios legales

Avance = 100%

Estudios ambientales

Avance = 100%

k) Análisis de la Oferta con la implementación del Proyecto

La ampliación del malecón de la Glorieta Justo Sierra a la Av. Agustín Melgar, consistirá en la modernización de la actual a un ancho de corona de 28.0 metros, carretera tipo A6 con un ancho 13.0 m en cada uno de sus cuerpos, los cuales a su vez, cuentan con una calzada de 10.50 m que aloja 3 carriles de circulación de 3.50 m cada uno y un camellón con un ancho de 7.00 metros.

Figura 14 Sección tipo del proyecto



Tabla 29 Oferta en la situación con proyecto

Concepto	Carretera Costera
Longitud (Km.) *	1.8
Número de carriles	9
Acotamiento	Si
Ancho de Calzada (m)	28.0
Ancho de carril (m)	3.50
Tipo de terreno	Plano (P)
Estado Físico	Bueno
IRI (m/Km)	2.5
Señalamiento	Bueno
Tiempo de Recorrido (min)	1.35
Velocidad de operación. (Km./hr)	80.0

I) Análisis de la Demanda con la implementación del Proyecto

La demanda en la situación con proyecto es la siguiente:

Tabla 30 TDPA en horas de congestión y sin congestión para el año 2018 en la situación con proyecto

Vialidad	TDPA	Clasificación vehicular		
		A	B	C
Carretera Costera	21,381	92.48%	3.25%	4.28%
Con Congestión	19,405	92.64%	3.03%	4.33%
Sin Congestión	1,976	90.85%	5.37%	3.78%

m) Interacción Oferta-Demanda con la implementación del Proyecto

De acuerdo con los datos de tránsito pronosticados, se llevó a cabo un análisis de capacidad del proyecto, para conocer su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se observa que el proyecto atenderá la demanda durante el horizonte de planeación con un nivel de servicio aceptable, tal como se muestran a continuación.

Tabla 31 Interacción Oferta-Demanda

Año	Carretera Costera	
	TDPA	NS
0	21,381	A
1	22,022	A
2	22,683	A
3	23,364	A
4	24,065	A
5	24,786	A
6	25,530	A
7	26,296	A
8	27,085	A
9	27,897	A
10	28,734	A
11	29,596	A
12	30,484	A
13	31,399	A
14	32,341	A

Análisis Costo-Beneficio

Año	Carretera Costera	
	TDPA	NS
15	33,311	A
16	34,310	A
17	35,340	A
18	36,400	A
19	37,492	A
20	38,616	A
21	39,775	A
22	40,968	A
23	42,197	A
24	43,463	A
25	44,767	A
26	46,110	A
27	47,493	A
28	48,918	A
29	50,386	A
30	51,897	A

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

a.1. Etapa de ejecución

La etapa de ejecución de estas obras será durante un período de 1 año de ejercicio presupuestal y al finalizar el mismo estarán en condiciones de operar para satisfacer la demanda de flujo vehicular en esta zona.

El calendario de inversiones a erogar durante la etapa de ejecución considera los recursos necesarios para concluir la obra en un periodo de 1 año, tal como se muestra a continuación.

Tabla 32 Calendario de inversiones (millones \$ con IVA)

Componentes/Rubros	Monto de inversión (pesos)
TERRACERIAS	67,572,808.44
OBRAS DE DRENAJE	25,406,566.16
PAVIMENTOS	30,509,706.89
SEÑALAMIENTO	3,825,440.24
MUELLE	10,666,121.30
DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	793,421.32
PRELIMINARES	1,521,219.56
ALBAÑILERIA	27,070,269.00
PINTURA	932,846.06
JARDINERIA	7,004,142.73
ALUMBRADO	14,315,251.74
SUBTOTAL	189,617,793.45
IVA	30,338,846.95
TOTAL	219,956,640.40

Costos por molestias

Durante las obras de la inversión se generan costos de molestia por la reducción de carriles que afectan el flujo de los vehículos y aumentan los tiempos de traslado, y por ende los CGV. Para fines de esta evaluación, se considera que en los años de inversión los costos por molestias tendrán un monto de 16.73

millones de pesos. Los costos por molestias equivalen a una reducción en un 30% la velocidad de operación, este parámetro se tomó de otros proyectos de inversión

Tabla 33 Costos por molestias (miles de pesos de 2018)

Año	Costos por Molestias
2018	16,731

a.2. Etapa de operación

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza y bacheo general, así como reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo, de forma anual desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, que incluye riego de sello cada 4 años y tendido de sobrecarpeta cada 8 años; (iii) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 15 años. La tabla siguiente presenta los costos de mantenimiento y conservación considerados para las situaciones sin y con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas.

Tabla 34 Mantenimiento y Conservación (miles de pesos)

Situación	Longitud (m)	Rutinaria	Riego de sello	Sobrecarpeta	Reconstrucción
Sin proyecto	1.8	6,696	4,320	11,880	16,200
Con Proyecto	1.8	12,053	7,776	21,384	29,160

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y (ii) ahorros en costo de operación vehicular.

Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. En ambos casos, sin y con proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

Análisis Costo-Beneficio

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín NOTAS núm. 164, 2017, artículo 1, del IMT. De acuerdo con estudios realizados por el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$45.52. Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 70.5% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo, tanto para automóvil como para autobús. La configuración del valor del tiempo de los usuarios es la siguiente.

Tabla 35 Configuración del valor del tiempo

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo viaje de trabajo	45.52	\$/hr
Porcentaje de viajeros por motivo de trabajo	70.5%	%
Número de pasajeros auto	2.32	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor del tiempo de la carga	15.00	\$/hr/ton
Toneladas promedio	19.37	ton/veh

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años del horizonte del proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados y beneficios para el primer año de operación del proyecto.

Tabla 36 Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto

Costos (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Ahorro por tiempo	39,587	23,723	15,864

Ahorro en costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 37 Variables para el cálculo del COV

PARÁMETRO	UNIDAD	Automóvil	Autobús	Camión
Utilización del vehículo				
1 No. kilómetros conducidos por año	Km	20,000.00	240,000.00	180,000.00

Análisis Costo-Beneficio

2 No. horas conducidas por año	Horas	1,716.00	2,860.00	2,860.00
3 Índice de utilización horaria	Fracción	0.60	0.80	0.85
4 Vida útil promedio de servicio	Años	6.00	8.00	8.00
5 ¿Usar vida útil constante?	1=Si 0=No	1.00	1.00	1.00
6 Edad del vehículo en kilómetros	Km	70,000.00	750,000.00	600,000.00
7 Número de pasajeros por vehículo	#	2.00	23.00	0.00
Costos unitarios				
1 Precio del vehículo nuevo	\$	220,233.00	2,116,800.00	1,102,080.00
2 Costo del combustible	\$/litro	10.58	10.97	10.97
3 Costo de los lubricantes	\$/litro	26.38	25.87	25.87
4 Costo por llanta nueva	\$/llanta	924.00	2,714.04	2,531.76
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	23.11	66.19	53.06
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7 Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	21.84	56.77	37.66
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9 Tasa de interés anual real	%	2.56	2.56	2.56
10 Costos indirectos por vehículo-km	\$	0.35	1.06	1.17

Para la situación actual optimizada sin proyecto se consideró una calidad de la superficie de rodamiento correspondiente a la meta del promedio nacional de la Red Federal Carretera, así como la eliminación de los reductores de velocidad, y un señalamiento horizontal y vertical en buen estado.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 30 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo y se encuentran en las hojas de cálculo anexas.

La siguiente tabla presenta los costos totales de operación vehicular (miles de pesos por año) para las situaciones sin y con proyecto.

Tabla 38 Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto

Costos (miles de pesos)	Sin proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Ahorro por costos	64,902	59,495	5,408

La evaluación económica del proyecto se realizó a nivel prefactibilidad utilizando velocidades de operación para la situación con proyecto estimadas y costos de obra a partir de precios índice, bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se considera la situación actual optimizada en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, buen estado físico del señalamiento horizontal y vertical, y una tasa de crecimiento del tránsito es fija durante el periodo de análisis.

En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas indicadas en la descripción del proyecto.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad		
Indicador	Valor	Unidades
Valor Presente Neto (VPN)	449,715,735.10	pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	20.50%	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	11.12%	%

d) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad con respecto al monto de la inversión, a los costos de mantenimiento y a la demanda, modificando las cifras del 60 al 140% respecto del valor programado.

Tabla 39 Análisis de sensibilidad al monto de la inversión

Tasa de variación (%)	Inversión (MDP)	TIR (%)	VPN (MDP)	TRI (%)
1.4	265.7	17.1%	373.9	7.9%
1.3	246.7	17.8%	392.8	8.6%
1.2	227.8	18.6%	411.8	9.3%
1.1	208.8	19.5%	430.8	10.1%
1.0	189.8	20.5%	449.7	11.1%
0.9	170.8	21.7%	468.7	12.4%
0.8	151.8	23.1%	487.6	13.9%
0.7	132.9	24.8%	506.6	15.9%
0.6	113.9	27.0%	525.6	18.5%

Este análisis de sensibilidad muestra que aun aumentando en un 40% el monto de la inversión, el proyecto estaría en su momento óptimo de operación. Con un incremento del 237.17% el VPN sería cero y con un incremento del 10.20% el TRI sería igual a 10%.

Tabla 40 Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento

Tasa de variación (%)	TIR (%)	VPN (MDP)	TRI (%)
140	20.4%	446.3	11.1%
130	20.4%	447.1	11.1%
120	20.5%	448.0	11.1%
110	20.5%	448.9	11.1%

Análisis Costo-Beneficio

100	20.5%	449.7	11.1%
90	20.5%	450.6	11.1%
80	20.5%	451.4	11.1%
70	20.6%	452.3	11.2%
60	20.6%	453.2	11.2%

Este análisis de sensibilidad muestra que aun aumentando en un 40% los costos de conservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto éste sería rentable económicamente. Asimismo, se observa poca sensibilidad de los indicadores respecto a estos costos.

Tabla 41 Análisis de sensibilidad a la demanda

Tasa de variación	TIR	VPN	TRI
(%)	(%)	(MDP)	(%)
140	46.4%	1,378.8	39.5%
130	37.5%	1,128.3	28.5%
120	30.5%	884.1	20.7%
110	24.9%	655.5	15.1%
100	20.5%	449.7	11.1%
90	16.8%	272.0	8.2%
80	13.5%	123.7	6.1%
70	10.2%	5.1	4.6%
60	6.7%	(75.0)	3.4%

Este análisis de sensibilidad muestra que al disminuir la demanda al 40%, el proyecto se encuentra en sus momento óptimo de operación, sin embargo al disminuir la demanda en un 30.49% el VPN sería igual a cero y al disminuir en un 3.39% la TRI es igual a 10%.

e) Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados al proyecto son la demanda social de obras adicionales a momento de la construcción, y fenómenos inflacionarios que podrían incrementar el costo.

El proyecto requiere 1 año de inversión, postergar la obra evitaría obtener los beneficios generados en el primer año.

Tabla 42 Mitigación de riesgos.

Descripción	Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Mitigación
Obras adicionales al momento de la construcción	Incremento en costo y demoras en inicio de operaciones	Bajo	El proyecto ejecutivo debe realizarse a detalle para evitar que se presenten este tipo de problemas.
Retrasos en la entrega por problemas técnicos	Incremento en costo y demoras en inicio de operaciones	Bajo	Para evitar que se susciten este tipo de inconvenientes, se contratará a una empresa con la capacidad y experiencia que garantice la ejecución del proyecto en tiempo y forma.
Fenómenos inflacionarios	Incremento en costos (construcción o de operación)	Medio	La propuesta de presupuesto se ajustará a precios del año en el que se realice la contratación de la obra. Se adquirirán seguros e instrumentos de cobertura de riesgos financieros.

Fuente: Elaboración propia

VI. Conclusiones y Recomendaciones

La evaluación del proyecto muestra que es una obra de infraestructura económicamente rentable.

Con el proyecto se tendrán los siguientes beneficios:

- Aumentar las velocidades de operación.
- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios al contar con una alternativa vial mejor.
- Dar seguridad a los usuarios al disminuirse la posibilidad de accidentes, maniobras de rebase y movimientos de vehículos de carga.
- Mejorar los niveles de servicio.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la construcción.

Recomendaciones

- a) Realizar las obras propuestas en el tiempo propuesto.
- b) Aplicar adecuadamente los programas de mantenimiento y conservación.

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Se anexa Hoja de Calculo
Anexo B	Estudios Técnicos	Se anexa archivo electrónico
Anexo C	Estudios Legales	Se anexa archivo electrónico
Anexo D	Estudios Ambientales	Se anexa archivo electrónico
Anexo E	Aforos	Se anexa Hoja de Calculo

VIII. Bibliografía

1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2017. Boletín Notas Número 164, 2017, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García, Instituto Mexicano del Transporte.
2. Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 407.
3. Datos Viales de 1999 a 2016, Secretaría de Comunicaciones y Transportes
4. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. DOF del 27 de abril de 2012.
5. Metodología General para la Evaluación de Proyectos, CEPEP Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D. F. 2008.