



Análisis Costo-Beneficio¹

Nombre del Programa o Proyecto de Inversión:

“Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE”

Tipo de evaluación socioeconómica

Ficha Técnica Simplificada		Ficha Técnica		Análisis Costo Beneficio Nivel Perfil	X	Análisis Costo-Eficiencia Prefactibilidad	
----------------------------	--	---------------	--	---------------------------------------	---	---	--



¹REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO



Contenido

A. RESUMEN EJECUTIVO.....	4
NOMBRE DEL PPI	4
LOCALIZACIÓN	4
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	5
OBJETIVO DEL PPI	5
PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA	6
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PPI.....	7
HORIZONTE DE EVALUACIÓN	9
PRINCIPALES COSTOS DEL PPI.....	9
PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PPI	10
INDICADORES DE RENTABILIDAD	11
RIESGOS ASOCIADOS.....	11
CONCLUSIÓN: BREVE CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS, REFERENTE A LA RENTABILIDAD DEL PPI.	11
B. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN	12
1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	12
2. ANÁLISIS DE LA OFERTA O INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	17
3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	20
4. DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA - DEMANDA A LO LARGO DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN	23
C. SITUACIÓN SIN EL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN	27
1. OPTIMIZACIONES.....	27
2. ANÁLISIS DE LA OFERTA EN LA SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	29
3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA EN LA SITUACIÓN SIN PROYECTO	32
4. DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA - DEMANDA CON OPTIMIZACIONES A LO LARGO DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN	37
5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	44
D. SITUACIÓN CON EL PROGRAMA O PROYECTO DE INVERSIÓN	56
1. DESCRIPCIÓN GENERAL	56
2. ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	65
3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	66
5. CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	67
6. MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.....	69
7. FINANCIAMIENTO	70
8. CAPACIDAD INSTALADA	70
9. METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	71
10. VIDA ÚTIL.....	71
11. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PPI.....	72
12. ANÁLISIS DE LA OFERTA A LO LARGO DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN	73
13. ANÁLISIS DE LA DEMANDA A LO LARGO DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN.....	77
14. DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA A LO LARGO DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN	82



E.	EVALUACIÓN DEL PPI	89
1.	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	89
2.	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.....	96
3.	CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	99
4.	ANÁLISIS DE RIESGOS	99
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
6.	ANEXOS.....	106
8.	BIBLIOGRAFÍA	107
F.	ANEXO I. INDICADORES DE RENTABILIDAD Y EFICIENCIA.....	108



a. Resumen Ejecutivo

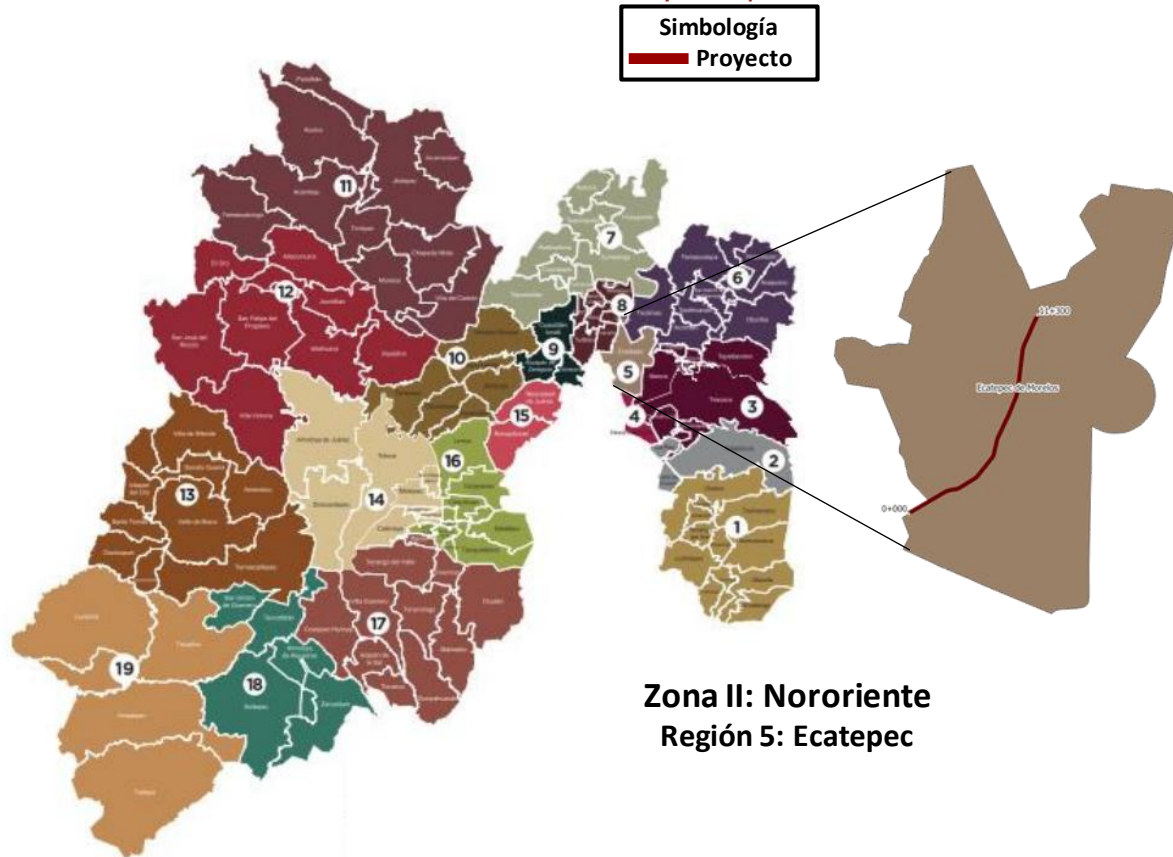
Nombre del PPI

Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE

Localización

El proyecto se ubica en el Estado de México dentro de la Región 5 (Ecatepec) en el municipio de Ecatepec de Morelos, en la localidad de Ecatepec de Morelos.

Ilustración 1: Entidad Federativa y Municipios del PPI



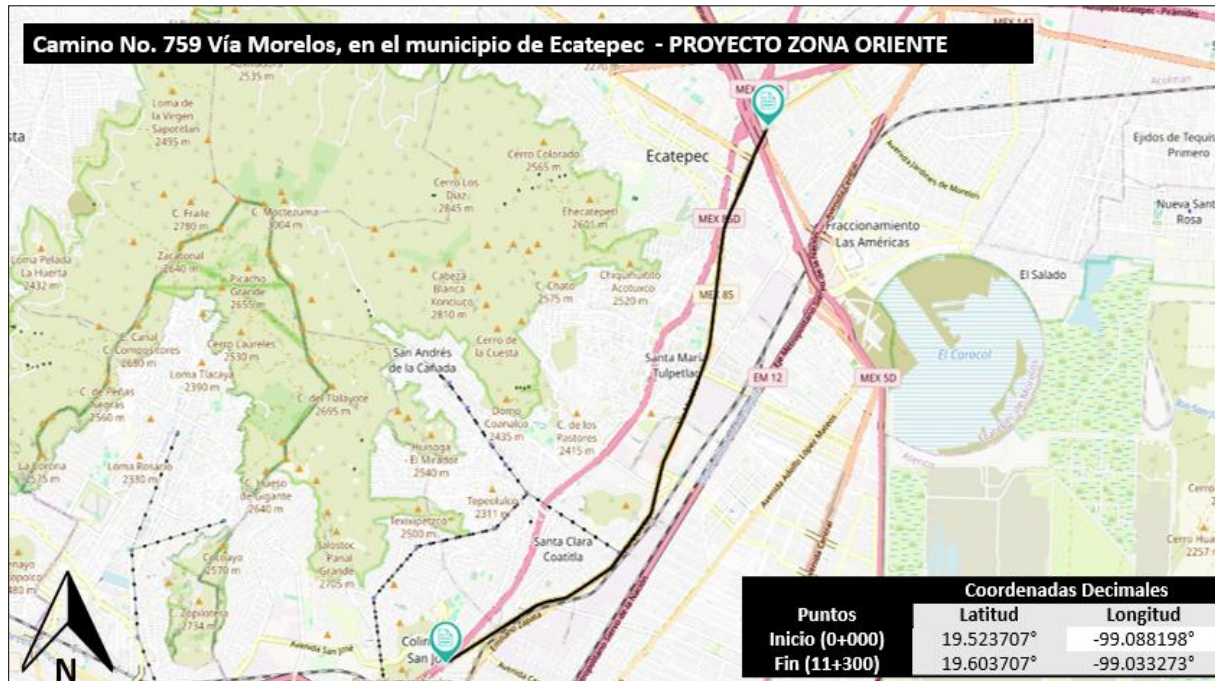
Fuente: División Territorial del Estado de México por Región, publicado en Gaceta de Gobierno del Estado de México el 27 de mayo del 2024.

Particularmente, el tramo a intervenir del km 0+000 al km 11+300 involucra una longitud total de 11,300 m, la cual se encuentra referenciada mediante las siguientes coordenadas de inicio y fin:



Tramo a intervenir:

Tabla 1: Localización del PPI



Fuente: Coordenadas obtenidas por el Mapa Digital de INEGI

Monto total de inversión

El monto de inversión del proyecto denominado: “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE” es de **\$303,647,142.05** incluyendo el Impuesto al Valor Agregado (IVA), (trescientos tres millones seiscientos cuarenta y siete mil ciento cuarenta y dos pesos 05/100 M.N., con IVA).

Objetivo del PPI

El objetivo principal del PPI consiste en rehabilitar la superficie de rodadura del camino No. 759 Vía Morelos, a efecto de resolver la problemática presentada actualmente, derivado de las malas condiciones del pavimento y a los elementos viales que componen el tramo del km 0+000 al km 11+300 del camino referido, el cual se ubica en el municipio de Ecatepec, situación que genera bajas velocidades de operación, altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje, lo que se ve agravado por problemas de encharcamiento, espacios peatonales poco seguros y falta de iluminación para la movilidad nocturna. Aunado a las condiciones de tránsito antes descritas se suma la problemática del transporte de pasajeros el intercambio de mercancías y víveres a la población, así como el acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda etc. Tanto para el tránsito local como para usuarios de largo itinerario, se ve afectada la calidad de vida de los habitantes de los municipios por donde atraviesa esta vialidad.

De acuerdo a esto se determina que los objetivos principales del proyecto, que permiten una comunicación eficaz, segura y fluida son los mencionados a continuación:



- Aumentar las velocidades de recorrido
- Disminuir los tiempos de traslado
- Reducir los costos generalizados de viaje (CGV's)

Tabla 2 Beneficios Promedio del PPI

Descripción	Situación Sin Proyecto	Situación con proyecto	Beneficio
IRI (mm/m)	6 mm/m	3 mm/m	3 mm/m
Velocidad (km/h)	31.68 km/h	39.60 km/h	7.92 km/h
Tiempo de traslado (h:min:s)	00:21:32	00:17:13	00:04:18
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$4,529,046,202.80	\$3,827,621,878.40	\$701,424,324.40

Fuente: Elaboración propia

Además, con el mejoramiento de la superficie de rodamiento se tienen objetivos indirectos que mejoran la calidad de vida de los habitantes de la zona, como:

- Evitar posibles accidentes menores y mayores por la interacción peatón – vehículo
- Disminuir los índices de robos derivados de la implementación de alumbrado público en todo el camino, evitando zonas oscuras.
- Desarrollar un crecimiento urbano que permita conformar la vitalidad social de los municipios.
- Interconexión rápida y segura de la zona oriente del estado

Por lo tanto, el proyecto contempla mejorar las condiciones del pavimento de la vialidad con el objeto de hacer más cómodo y seguro el viaje, que, si bien no se ve reflejado el beneficio en las velocidades por ser una vía ubicada en una traza urbana, si se mejoran las condiciones viales que repercuten en costos de operación vehicular menores y por ende se tiene una reducción considerable de los costos generalizados de viaje (CGV's).

Estos beneficios mejoran la comunicación intraurbana e interurbana en la zona de Ecatepec y su interacción con los municipios aledaños que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo económico y social de los municipios. Permitiendo así, cumplir con los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030, Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 y del Plan Municipal de Desarrollo de Ecatepec de Morelos 2022-2024 (No hay un Plan municipal actual publicado para el año 2025).

Problemática identificada

El tramo km 0+000 al km 11+300 del camino del No. 759 Vía Morelos forma parte de la red vial primaria municipal que conecta con la Ciudad de México, albergando la línea del Mexibús, y se ubica en una zona completamente urbanizada, contando con un alta demanda vial, lo que ha provocado un desgaste excesivo en la superficie de rodamiento formada por carpeta asfáltica, la cual presenta agrietamientos, deformaciones y roderas, existiendo tramos aislados con depresiones y fallas estructurales significativas, lo que dificulta la movilidad vehicular, generando velocidades bajas, altos tiempos de recorrido y elevados Costos Generalizados de Viaje (CGV).



Aunado a lo anterior, las guarniciones y banquetas se encuentran en estado regular existiendo tramos donde la baqueta presenta fisuración, así como agrietamiento de la guarnición; en materia de drenaje, las tapas, brocales y rejillas de alcantarillas y pozos de visita presentan ruptura o pérdida de dichos elementos perjudicando la circulación de los usuarios; el señalamiento horizontal es poco visible o nulo y el señalamiento vertical es escaso. La condición antes descrita genera puntos de riesgo en materia de movilidad para los usuarios en general.

A lo largo de la vía se observa la presencia de luminarias de manera aislada, algunas de las cuales no se encuentran en operación, lo anterior ocasiona zonas de riesgo producto de una iluminación deficiente.

Las condiciones actuales de la vialidad repercuten de manera negativa en la movilidad de los usuarios y la seguridad de estos y los habitantes aledaños al camino. En este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE y de esta manera seguir dando el mejor servicio a los usuarios de esta carretera.

Principales características del PPI

El presente proyecto consiste en rehabilitar del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec y se realizará a través de la reparación de baches, agrietamientos, oquedades y deformaciones existentes en la superficie de rodamiento.

La sección a intervenir cuenta con una longitud de 11,300 m, la cual está compuesta por dos cuerpos de circulación separados por un camellón de ancho variable. Cada cuerpo de circulación opera para un sentido y se compone de 2 a 5 carriles de circulación cada uno. Cabe mencionar que en algunos tramos los cuerpos incluyen los carriles del Mexibús, por lo tanto, no se llevarán a cabo trabajos sobre estos mismos. La sección afectada contempla de 2 a 5 carriles de circulación sobre un ancho variable por cuerpo de circulación los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3: Anchos de calzada del camino

Cadenamiento	Longitud	No de carriles a intervenir	Carril del Mexibús	Acho de calzada	Superficie de carriles a intervenir
CUERPO ESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+230	230 m	5 de 3.0 m c/u	Inexistente	15.0 m	3,450.0 m ²
0+230 al 0+325	95 m	4 de 3.0 m c/u	Inexistente	12.0 m	1,140.0 m ²
0+325 al 7+470	7,145 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	70,735.5 m ²
7+470 al 7+620	123 m	3 de 3.3 m c/u	*Ancho variable	12.72 m	1,564.4 m ²
7+620 al 9+840	2,247 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	22,245.3 m ²
9+840 al 10+200	360 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	2,520.0 m ²
10+200 al 10+705	505 m	3 de 3.2 m c/u	Ancho variable	9.6 m	4,848.0 m ²
10+705 al 11+300	595 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	4,165.0 m ²
Subtotal 1					110,668.2 m²
CUERPO OESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+270	270 m	5 de 3.03 m c/u	Inexistente	15.15 m	4,090.5 m ²
0+270 al 10+585	10,315 m	3 de 3.20 m c/u	Ancho variable	9.62 m	99,230.3 m²
10+585 al 11+300	715 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	5,005.0 m ²

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Subtotal 2	108,325.8 m ²
Total	218,994.0 m ²

*En dicho punto se cuenta con acotamiento de ancho variable
Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Como se puede observar de la tabla anterior, el proyecto contempla intervenir una superficie total de **218,994 m²** sobre una longitud total de **11.30 km**, la superficie de rodamiento no incluye la superficie del Mexibús.

Por lo tanto, el proyecto contempla la sustitución de las capas de pavimento dañadas (carpeta asfáltica y capas inferiores de manera aislada) en los dos cuerpos del tramo km 0+000 al km 11+300 del camino No 759 Vía Morelos, misma que **no contempla los carriles del Mexibús**.

Los trabajos a ejecutar en una superficie de rodamiento de 181,589.80 m² son: recorte de carpeta asfáltica, recompactación de la superficie descubierta cuando la base hidráulica quede expuesta, riego de impregnación, riego de liga, carpeta asfáltica y riego de sello.

Los trabajos a ejecutar en una superficie de rodamiento de 37,404.20 m² en tramos aislados son: recorte de carpeta asfáltica, corte en caja, recompactación de la superficie descubierta después del corte, capa de pedraplén, capa subrasante, base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, carpeta asfáltica y riego de sello.

A lo largo de toda la longitud se llevará a cabo la reconstrucción de guarniciones y banquetas dañadas, incluyendo trabajos de demolición y rellenos; colocación de señalamiento preventivo e informativo, marcas en el pavimento, marcas en guarniciones y señales verticales. En materia de drenaje se contempla la reposición de tapas y rejillas de coladeras de piso, de banquetas y de pozos de visita.

En materia de alumbrado público, el proyecto contempla el retiro de luminarias dañadas e instalación de luminarias interpostales y luminarias solares, que incluyen señalética institucional.

Aún cuando el camino forma parte del contrato Programas de Prestación de Servicios (PPS) y este incluido dentro de los caminos a dar mantenimiento al alumbrado público, este está enfocado a las luminarias ya existentes cuyos trabajos del contrato incluyen pintura de postes, reposición de luminarias, cambios de cableados, reposición de bombillas, retiro de publicidad de los postes, encendido y apagado de las luminarias con sistema de fotosensores.

El proyecto se enfoca al aumento de luminarias, toda vez que las luminarias actuales no alcanzan a cubrir la iluminación de todo el camino, aunado a que el proyecto incluye el uso de luminarias solares a efecto de disminuir los gastos por consumo de energía eléctrica y con esto contribuir con el objetivo 7 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Tabla 4: Superficies de rodamiento a atender del PPI

Cadenamiento	Longitud	Superficie de rodamiento a rehabilitar	Superficie de rodamiento a reconstruir	Superficie de rodamiento total
0+000 al 11+300	11,300 m	181,589.80 m ²	37,404.20 m ²	218,994.00 m ²

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto



Horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación de la “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE” contempla 5 meses de ejecución y 20 años de operación, este último siempre y cuando se le dé el mantenimiento correspondiente.

Principales costos del PPI

Los costos del proyecto corresponden a todos los trabajos de obra relacionados a la “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE”, así como a la etapa de mantenimiento durante los 20 años de vida útil y los costos por molestia que presentará dicha construcción durante el tiempo de su ejecución, esto con el objeto de contar con todos los elementos de la infraestructura vial en óptimas condiciones.

- Monto de Inversión**

Descripción de los componentes del proyecto				
Componente	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total S/IVA
Cortes	\$381.02	29,923.34	m3	\$11,401,391.01
Recompactación	\$46.09	7,480.84	m3	\$344,791.92
Capa subrasante	\$363.81	11,221.25	m3	\$4,082,402.96
Pedraplenes	\$530.60	11,221.25	m3	\$5,953,995.25
Rellenos	\$312.01	395.50	m3	\$123,399.96
Guarniciones	\$504.11	2,260.00	m	\$1,139,288.60
Banquetas	\$452.33	7,910.00	m2	\$3,577,930.30
Demoliciones y desmantelamientos	\$934.28	994.40	m3	\$929,048.03
Coladera de piso	\$3,249.92	95.00	Pza.	\$308,742.40
Coladera de banqueta	\$3,799.75	38.00	Pza.	\$144,390.50
Pozo de visita	\$4,015.00	117.00	Pza.	\$469,755.00
Coladera de piso reforzado rectangular	\$15,133.75	15.00	Pza.	\$227,006.25
Base hidráulica	\$777.29	7,480.84	m3	\$5,814,782.12
Riego de impregnación	\$43.61	218,994.00	m2	\$9,550,328.34
Arena para cubrir el riego de impregnación	\$664.18	13,139.64	m3	\$8,727,086.10
Carpeta asfáltica	\$5,984.13	21,899.40	m3	\$131,048,856.52
Recompactación con calidad de base	\$49.30	7,308.00	m3	\$360,284.40
Riego de sello	\$95.71	218,994.00	m2	\$20,959,915.74
Recorte de carpetas	\$450.29	21,899.40	m3	\$9,861,080.83
Raya continua	\$29.25	2,160.00	m	\$63,180.00
Raya discontinua	\$29.25	43,047.93	m	\$1,259,151.95
Raya en la orilla derecha	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Raya en la orilla izquierda	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Rayas peatonales	\$71.79	70.00	Pza.	\$5,025.30
Rayas, símbolos y leyendas	\$1,237.81	60.00	Pza.	\$74,268.60

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto				
Componente	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total S/IVA
Marcas en guarniciones	\$55.99	22,600.00	m	\$1,265,374.00
Señales preventivas	\$4,845.30	88.00	Pza.	\$426,386.40
Señales restrictivas	\$7,592.88	66.00	Pza.	\$501,130.08
Señales informativas de destino	\$7,480.09	22.00	Pza	\$164,561.98
iluminación interpostal	\$24,473.39	847.00	Pza.	\$20,728,961.33
Luminaria solar	\$32,354.97	644.00	Pza.	\$20,836,600.68
Obras inducidas	\$2,881.35	18.00	Pza	\$51,864.30
Anuncio informativo	\$41,696.78	1.00	Pza.	\$41,696.78
SUBTOTAL				\$261,764,777.63
IVA				\$41,882,364.42
TOTAL				\$303,647,142.05

- Costos de mantenimiento (S/IVA)**

Mantenimiento	Periodicidad	Importe
Conservación rutinaria	Anual	\$8,855,992.60
Conservación periódica	3 años	\$30,476,636.86
Rehabilitación	10 años	\$76,858,153.60

- Costos por molestia**

Alternativa	Meses de ejecución	Molestias
Molestias generadas por el PPI	5	\$1,480,348,664.18

Principales Beneficios del PPI

Con la “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE” se mejorarán las condiciones de movilidad en la zona de influencia, por lo que se ofrecerán ventajas principales para el usuario que consisten en:

Directos:

- Reducción de Costos Generalizados de Viaje (CGV).
- Reducción en los tiempos de traslado.
- Aumento en las velocidades.

Indirectos:

- Incremento del índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Aumento en la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumento en la competitividad de las comunidades de la región.
- Mejoramiento en el aspecto visual e incremento en el bienestar social.
- Mayor seguridad en la movilidad de las personas en horario nocturno



- Cobertura total de iluminación.
- Espacios para la movilidad peatonal seguros.

Indicadores de Rentabilidad

Tabla 5 Indicadores de Rentabilidad

Valor Presente Neto (VPNs)	\$4,753,143,108.78
Tasa Interna de Retorno (TIRs)	41.01%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRIs)	39.75%
Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)	

Riesgos Asociados

- No asignación del 100% de presupuesto estimado para su construcción.
- Posibilidad de retraso en las obras por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios.
- Impedimento al desarrollo del proyecto por parte de los pobladores.
- Posibilidad de incremento en el precio promedio de mercado de los materiales y mano de obra.
- No disponibilidad de recursos materiales, mano de obra y equipo para efectuar los trabajos en tiempo y forma de acuerdo al calendario de obra.
- Ocurrencia de fenómenos naturales

Conclusión: Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad del PPI.

Con base al análisis realizado para obtener los indicadores de rentabilidad, se deriva que el proyecto es técnicamente rentable y factible de realizarse, ya que el Valor Presente Neto (VPN) resultó ser positivo con un valor de \$4,753,142,858.33; tanto la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son mayores al 10% en ambos casos con porcentajes del 39.75% y del 41.01% respectivamente, por lo tanto, se puede decir que es recuperable la inversión del Proyecto.

Con la ejecución de la obra se presentan mejoras significativas en cuestión de movilidad, mejorando el nivel de servicio ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario, al garantizar una circulación fluida y segura de los vehículos. Las mejoras en materia de infraestructura vial permitirán contar con una expansión económica que garantice el bienestar de los habitantes, a efecto de mantener la prosperidad y satisfacer las necesidades de la población. Así como, aumentar las velocidades de circulación, disminuir los tiempos de traslado y reducir los costos generalizados de viaje.



b. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión

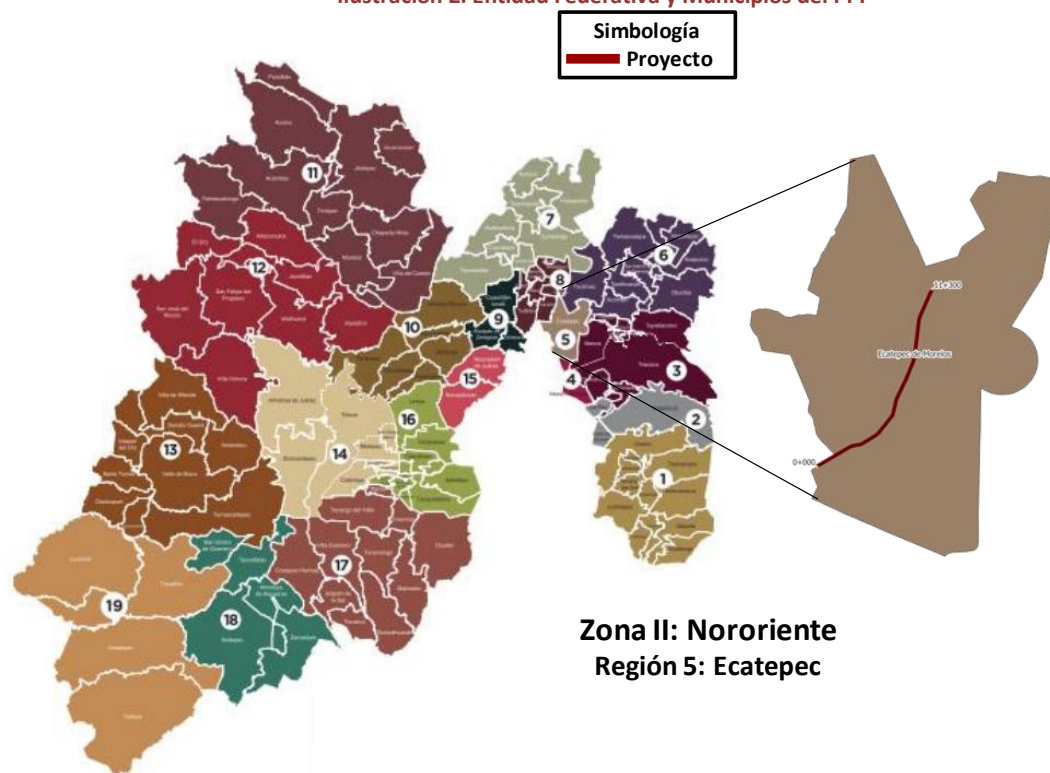
1. Diagnóstico de la situación actual

El camino No. 759 Vía Morelos forma parte de la Red vial libre de peaje del Estado de México. El tramo km 0+000 al km 11+300 del camino se ubica dentro del municipio de Ecatepec.

El municipio de Ecatepec se ubica en la parte norte del Estado de México, en las coordenadas de 19°35'57" de latitud norte y 99°02'57" de longitud oeste; altitud entre 2,240 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), según el Anuario estadístico y geográfico de México 2017. El municipio limita al norte con los municipios de Tultitlán, Jaltenco y Tecámac; al este con los municipios de San Salvador Atenco, Texcoco y Acolman, al sur con la alcaldía Gustavo A. Madero de la Ciudad de México y con el municipio de Nezahualcóyotl; al oeste: con los municipios de Coacalco y Tlalnepantla.

De acuerdo con el Dictamen de la División Regional, el municipio de Ecatepec se ubica dentro de la Zona II nororiente, dentro de la Región 5: Ecatepec.²

Ilustración 2: Entidad Federativa y Municipios del PPI



Fuente: División Territorial del Estado de México por Región, publicado en Gaceta de Gobierno del Estado de México el 27 de mayo del 2024.

El camino forma parte de la red vial primaria del municipio de Ecatepec, siendo una vía con alta capacidad que permite el flujo continuo entre distintas zonas del municipio, conectando con la vialidad regional Carretera México – Pachuca que conecta de manera directa con la ciudad de México, por lo anterior es una vía de comunicación de corto y largo itinerario, por lo que cuenta con una alta afluencia vehicular al albergar

² <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2024/mayo/may271/may271a.pdf>



además los carriles de la línea 4 del Mexibús, por lo que distribuye grandes cantidades de flujos vehiculares y peatonales, al formar parte de un corredor comercial y de servicios.

Ilustración 3: Ubicación geográfica del PPI



Fuente: Elaboración propia con Google Earth

Como se puede observar en la imagen, la vialidad conecta con vías secundarias y calles locales funcionando como colector de flujos vehiculares y peatonales.

Al formarse a lo largo de la vía un corredor comercial y de servicios, se observa la presencia de locales comerciales, comercio ambulante, industrias, zonas habitacionales entre otros servicios, lo que genera que exista la circulación de vehículos de carga, vehículos particulares y vehículos de transporte público, estos últimos no cuentan con regulación para su tránsito y paradas fuera de la línea del Mexibús.

Los criterios antes descritos ocasionan congestionamientos vehiculares, afectando la circulación, y en conjunto se provoca un mayor desgaste a la superficie de rodamiento, ocasionando deformaciones mayores por fallas en la estructura y agrietamientos. Bajo este escenario las situaciones mencionadas tienen un efecto negativo, ya que disminuyen la velocidad de circulación, aumentan los tiempos de traslado y por consecuencia, generan elevados Costos Generalizados de Viaje elevados.

La necesidad de movilidad de las personas y las condiciones actuales de la vialidad ocasionan que las personas pasen altos tiempos en los medios de transporte, que repercute en su calidad de vida, que afecta de manera negativa la economía del municipio y de la región en general.

La zona de incidencia del proyecto, correspondiente al municipio de Ecatepec que registra una población de 1,645,352 habitantes para el año 2020 según datos del INEGI, y de manera particular el PPI se ubica en la localidad de Ecatepec de Morelos con una población de 1,643,623 habitantes, que representan la población



objetivo (Población beneficiada).

Tabla 6 Población objetivo

Municipio	Localidades	Año 2020
Ecatepec	Ecatepec de Morelos	1,643,623
Total		1,643,623

Fuente: INEGI Censo 2020



Fuente: Mapa de Datos y Espacio - INEGI Censo 2020

(<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espaciodydatos/default.aspx>)

El tramo km 0+000 al km 11+300 del camino No. 759 Vía Morelos, cuenta con dos cuerpos separados por un camellón central, en el cual se albergan áreas verdes y las estaciones del Mexibús Línea 4, cada cuerpo cuenta con 3 a 5 carriles de circulación, encontrándose confinado uno de los carriles para la circulación del Mexibús, cuya superficie de rodadura es a base de losas de concreto hidráulico en buen estado.

La sección cuenta con una longitud de 11,300 m, la cual está compuesta por dos cuerpos de circulación separados por un camellón de ancho variable. Cada cuerpo de circulación opera para un sentido y se compone de 2 a 5 carriles de circulación cada uno. Cabe mencionar que en algunos tramos los cuerpos incluyen los carriles del Mexibús, por lo tanto, no se llevarán a cabo trabajos sobre estos mismos. La sección afectada contempla de 2 a 5 carriles de circulación sobre un ancho variable por cuerpo de circulación los cuales se describen en la siguiente tabla.

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 7 Anchos de calzada del camino

Cadenamiento	Longitud	No de carriles a intervenir	Carril del Mexibús	Acho de calzada	Superficie de carriles a intervenir
CUERPO ESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+230	230 m	5 de 3.0 m c/u	Inexistente	15.0 m	3,450.0 m ²
0+230 al 0+325	95 m	4 de 3.0 m c/u	Inexistente	12.0 m	1,140.0 m ²
0+325 al 7+470	7,145 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	70,735.5 m ²
7+470 al 7+620	123 m	3 de 3.3 m c/u	*Ancho variable	12.72 m	1,564.4 m ²
7+620 al 9+840	2,247 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	22,245.3 m ²
9+840 al 10+200	360 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	2,520.0 m ²
10+200 al 10+705	505 m	3 de 3.2 m c/u	Ancho variable	9.6 m	4,848.0 m ²
10+705 al 11+300	595 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	4,165.0 m ²
Subtotal 1					110,668.2 m²
CUERPO OESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+270	270 m	5 de 3.03 m c/u	Inexistente	15.15 m	4,090.5 m ²
0+270 al 10+585	10,315 m	3 de 3.20 m c/u	Ancho variable	9.62 m	99,230.3 m²
10+585 al 11+300	715 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	5,005.0 m ²
Subtotal 2					108,325.8 m²
Total					218,994.0 m²

*En dicho punto se cuenta con acotamiento de ancho variable

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Como se puede observar de la tabla anterior, el proyecto contempla intervenir una superficie total de **218,994 m²** sobre una longitud total de **11.30 km**, la superficie de rodamiento no incluye la superficie del Mexibús.

La superficie de rodamiento presenta agrietamiento de leve a severo en algunos puntos, observándose depresiones y pérdida de finos, ocasionando daño a las capas inferiores del pavimento, generando incomodidad e inseguridad a los usuarios que transitan en la zona. Por lo tanto, el camino se encuentra representado por un IRI de 8 mm/m.

A lo largo del camino se pueden observar pozos de visita y rejillas de piso, estas últimas presentando pérdida de la rejilla, hundimientos y azolve, lo que provoca encharcamientos y deterioro del pavimento aledaño. En las banquetas se cuentan con rejillas tipo boca de tormenta que presentan igualmente presencia de basura, dichas condiciones representan un riesgo para los usuarios.

En las laterales del camino se cuenta con guarniciones y banquetas de ancho variable que va de los 1.5 m a los 3 metros, existiendo zonas donde las losas se encuentra completamente fracturadas y presentan levantamientos localizados a causa de la expansión de la terracería producto del ingreso de agua así como por el crecimiento de pastos y herbáceas que afectan la losa de la banqueta, representando un peligro para los peatones y dificultando la movilidad de las personas con alguna discapacidad.

En el caso de las guarniciones estas presentan agrietamientos y descascaramiento de la pintura, por lo que la visibilidad de los límites de la calzada en horario nocturno representa un riesgo para los automovilistas al no estar perfectamente visible.

El señalamiento horizontal es poco visible o nulo y el señalamiento vertical es escaso generando puntos de



riesgo en materia de movilidad para los usuarios en general.

A lo largo de la vialidad se observa la presencia de luminarias tipo led que se encuentra en funcionamiento en un porcentaje alto, sin embargo, algunas lámparas se encuentran dañadas. La falta de iluminación representa un riesgo para los usuarios en horario nocturno, incluyendo a peatones locales, así como aquellos que requieren movilizarse a través del Mexibús.

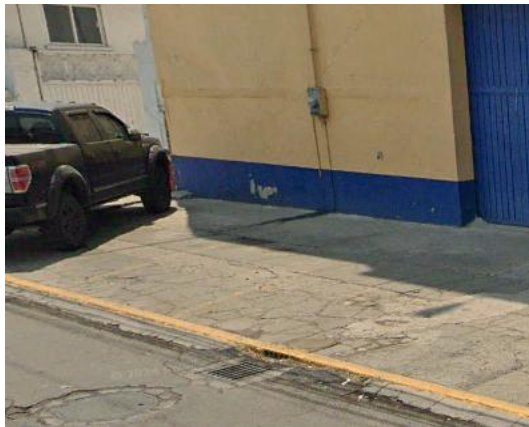
En la siguiente tabla se presentan los datos numéricos que representan la situación actual:

Tabla 8 Datos numéricos correspondientes a la Situación Actual

Descripción	Total/Promedio
IRI (mm/m)	8
Velocidad (km/h)	26.40
Tiempo de traslado (h:min:s) Promedio	00:25:50
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$5,183,369,936.60

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

A continuación, se presentan fotos de la situación actual en la que se encuentra el camino No. 759 Vía Morelos:

	
Fotografía 1: Se observa que la superficie de rodadura cuenta con agrietamiento severo tipo mapeo en carriles con carpeta asfáltica. El carril confinado del Mexibús se encuentra en buen estado.	Fotografía 2: Se observan hundimientos de las obras de drenaje, así como agrietamiento de lasas de banquetas



Fotografía 3: Se observan ruptura de losas de banquetas y levantamientos localizados, así como la falta de pintura en pavimento.



Fotografía 4: La banqueta se ve invadida por herbáceas y se observa presencia de basura en entradas de pozos de visita, con ruptura de tapa de estos.

2. Análisis de la oferta o infraestructura existente

El tramo km 0+000 al km 11+300 del camino No. 759 Vía Morelos ubicado en el municipio de Ecatepec forma parte de la red vial primaria municipal permitiendo la interconexión de la zona oriente del Estado de México y permite comunicar con la Ciudad de México, vinculando a la zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Para determinar cuál es la oferta actual, misma que está determinada por distintos factores como son, la geometría antes descrita, los movimientos direccionales existentes en el camino y las condiciones físicas, las cuales están determinadas por la operatividad del camino y como le afectan las condiciones medioambientales, teniendo así, una oferta basada en 3 tramos que representan los movimientos direccionales más representativos que existen a lo largo del camino, que incluyen los cruces 1)Vía Morelos – Av. 5 de Febrero y Av. Plásticos, 2)Vía Morelos – Av. México Pte. y Av. Gobernadora. Aun cuando existen otras intersecciones del camino con vías principales, estas no son significativas o a nivel. En el caso de la intersección del camino Vía Morelos – Circuito Exterior Mexiquense, este se da a desnivel por lo que no existe una intersección directa que afecte la demanda y circulación vehicular. Para el caso particular de la intersección Vía Morelos – Av. 1ro de mayo, esta no influye de manera significativa con las condiciones de movilidad del camino.

Por lo que la oferta del camino está determinada por tres secciones donde confluyen los factores antes descritos y determinan la oferta ofrecida actualmente, la cual se describe a continuación.

Tabla 9 Características físicas y geométricas del camino

Características del Camino	Tramo 1: 0+000-2+735	Tramo 2: 2+735-7+035	Tramo 3: 7+035-11+300	Total/Promedio
Distancia (m)	2,735	4,300	4,265	11,300
No. De cuerpos	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación
*Ancho camino (m)	Variable, con promedio de: 24.69	Variable, con promedio de: 19.52	Variable, con promedio de: 15.84	19.38
Superficie (m2)	67,513.48	83,936.00	67,544.52	218,994.00

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Características del Camino	Tramo 1: 0+000-2+735	Tramo 2: 2+735-7+035	Tramo 3: 7+035-11+300	Total/Promedio
No. De carriles	Variable de 3 a 5 carriles por cuerpo	3 carriles por cuerpo	Variable de 2 a 3 carriles por cuerpo	Variable
Pendiente Media ascendente	1.40%	2.40%	1.50%	2.00%
Pendiente Media descendente	-1.30%	-2.00%	-1.90%	-2.00%
Proporción de viaje ascendente	0.00%	30.00%	0.00%	10.00%
Altitud del terreno (msnm)	2237	2239	2242	2239.33
Tipo de Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en malas condiciones			
Obras de drenaje	Rejillas de piso y rejillas en banquetas con daños en tapas, rejillas y marcos			
Guarniciones y banquetas	Ancho variable de 1.5 a 3.0 m con tramos en mal estado.			
Condiciones de señalamiento horizontal	Marcas en pavimento poco visibles o inexistentes Pintura en guarniciones presentan descascaramiento y es poco visible.			
Condiciones de señalamiento vertical	Existente, pero escaso			
Alumbrado público	Existente, en estado regular a malo e insuficiente.			
Índice de rugosidad (mm/m)	8	8	8	8
Nivel de servicio	D	D	D	D
Velocidad (km/h)	26.41	25.92	26.86	26.40
Tiempo de traslado (h:min:s)	00:06:15	00:10:00	00:09:35	00:25:50
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$965,817,068.28	\$2,065,203,724.29	\$2,152,349,144.02	\$5,183,369,936.60

Fuente: Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

*El ancho esta dado en base a las variaciones del camino a efecto de contemplar la superficie del proyecto a intervenir

A continuación, se describe la metodología de obtención del Índice de Rugosidad Internacional y del nivel de servicio.

• Índice de Rugosidad Internacional –IRI–.

El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo, su unidad de medida es m/km o mm/m. En la siguiente figura se muestra la escala de dicho índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos rangos. Un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo consiste en colocar manualmente una regla de 2m o 3m de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino; medir la desviación máxima bajo la regla, en mm; y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas. Con los datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquél que es mayor al 95% de las observaciones, e inferior al 5%) en la fórmula siguiente, que corresponda, para conocer el valor del IIR, en m/km:

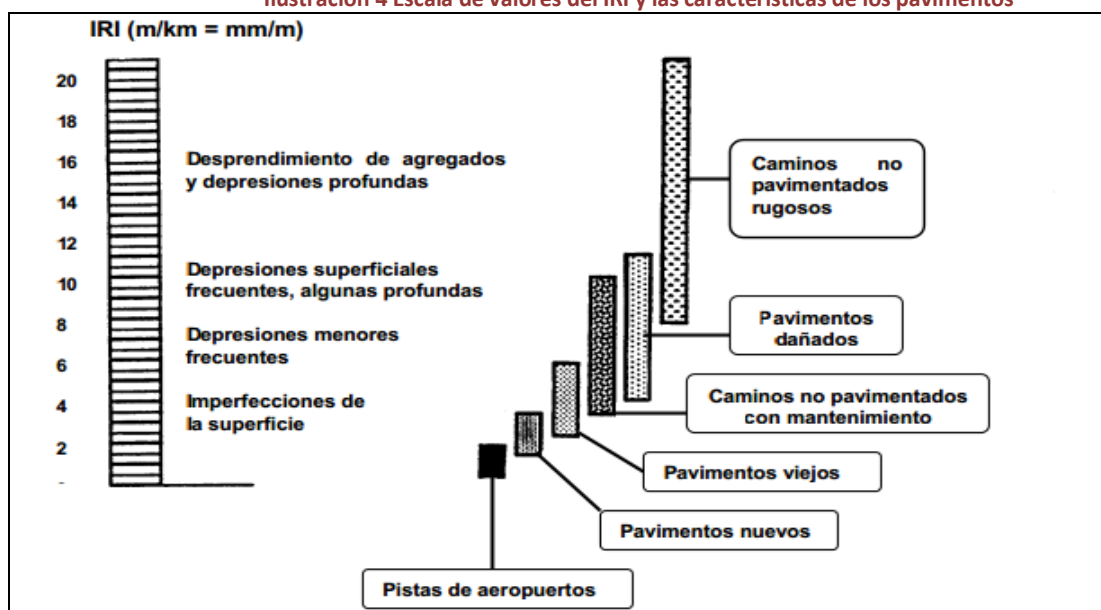
$IRI \text{ (m/km)} = 0.35 \text{ DMR3}$; DMR3=95 percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 3m de



largo

$IRI (m/km) = 0.437 \text{ DMR2}$; DMR2 = 95 percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 2m de largo³

Ilustración 4 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 20244
(Anexo 3. Factibilidad de mercado)

Asimismo, cuando no se cuenta con medición láser, cuarto de carro y no hay posibilidad de usar la regla de 3 metros una forma viable de hacer una estimación del IRI es en base a la observación de los daños y del estado superficial del pavimento, para que a través de la experiencia del ingeniero en lo relativo a evaluación de pavimentos se utilizara la escala anterior para asignar un IRI representativo.

• Nivel de servicio

Como referencia del estado físico de las vías de comunicación del país, la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes Federal, a través de la Dirección General de Servicios Técnicos, señala que el estado físico de la red Estatal de carreteras, a su cargo, en el Estado de México que influye en los costos de operación vehicular, el índice de accidentes y los tiempos de traslado de los automovilistas, de acuerdo a la publicación para el año 2023 el 57.92% de las carreteras de la entidad se encontraban dentro de los niveles de servicio más bajos, mientras que solo el 42.08% están en niveles de servicio A y B.

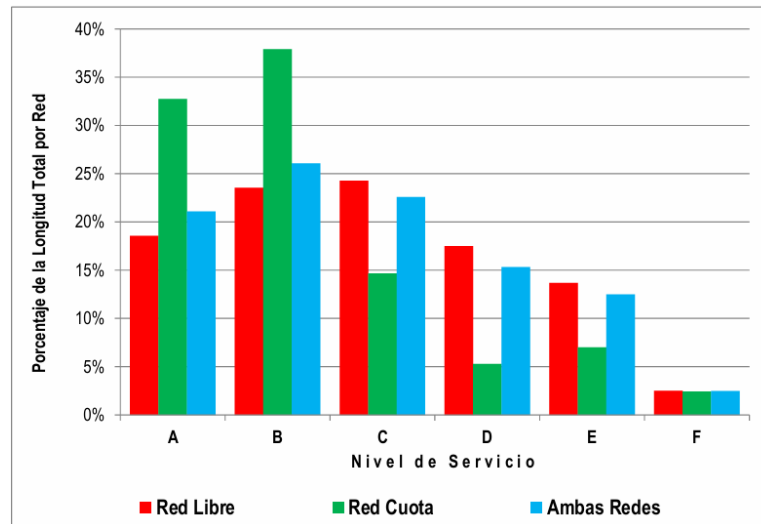
³<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

⁴ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>



Ilustración 5 Capacidad y niveles de Servicio Red Federal del Estado de México 2023

Nivel de Servicio	Red Libre		Red Cuota		Ambas Redes	
	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%
A	8,052.700	18.55%	3,058.786	32.74%	11,111.486	21.09%
B	10,204.497	23.53%	3,539.353	37.90%	13,743.850	26.07%
C	10,530.017	24.28%	1,370.057	14.67%	11,900.074	22.58%
D	7,579.295	17.48%	492.751	5.28%	8,072.046	15.31%
E	5,926.866	13.67%	652.542	6.99%	6,579.408	12.48%
F	1,078.535	2.49%	225.730	2.42%	1,304.265	2.47%
TOTAL	43,371.910	100.00%	9,339.219	100.00%	52,711.129	100.00%



Fuente: Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras, SICT 2023.⁵

El camino requiere de diversas acciones para lograr mantenerlo operando con adecuados niveles de servicio y brindar a los usuarios de estas vías un tránsito confortable y seguro.

3. Análisis de la demanda actual

La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino.

3.1. Movimientos direccionales

Los movimientos direccionales se refieren a los análisis y estudios que se realizan para entender cómo se desplazan los vehículos (tránsito) en las carreteras. Estos análisis, a su vez, están estrechamente relacionados con el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es una métrica clave para la gestión de la infraestructura vial.

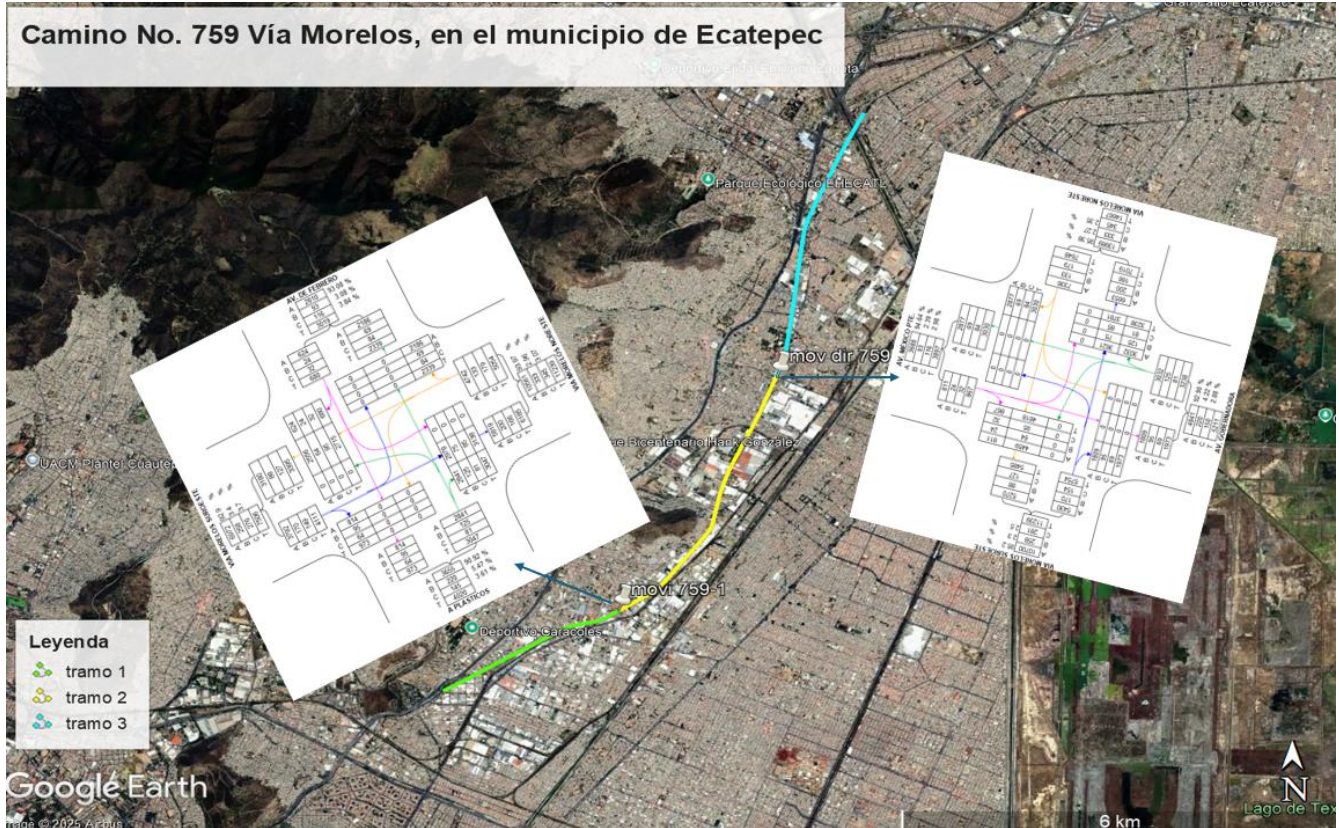
Bajo este escenario, se analizan los movimientos direccionales representativos del camino en su horario de máxima demanda con el objeto de entender cómo los vehículos se distribuyen y se desplazan. Esta

⁵ https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Capacidades/capacidades_2023/Libro_CAPyNS_DV2024_WEB_SICT__1_.pdf



información, combinada con el TDPA, permitirá identificar las zonas con mayor demanda y priorizar las acciones de mejora.

A continuación, se presenta un croquis con los movimientos direccionales representativos del tramo km 0+000 al km 11+300 del camino 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec.



Como se puede observar en la imagen y en relación con el análisis emitido por el Departamento de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México, se encuentran dos movimientos direccionales con mayor afluencia. Esto nos permite planificar las actividades de mejoramiento de la superficie de rodadura.

La intersección del camino 759 Vía Morelos con el Circuito Exterior Mexiquense se da a desnivel, no existiendo una intersección directa, por lo tanto, no existe movimiento direccional que contribuya al TDPA sobre la Vía en estudio. Esto, derivado de que, los usuarios que circulan por el Circuito Exterior Mexiquense transitan por un piso elevado que es independiente a la Vía Morelos. Por lo tanto, no genera un TDPA que demande la operación del tramo a intervenir.

En el caso de la intersección del camino 759 Vía Morelos con la Av. 1ro de Mayo, el aporte vehicular de dicha intersección es mínima sobre la avenida en estudio. Por lo tanto, el volumen de TDPA generado por esta intersección se contempla dentro del promedio presentado en el tramo 3 que abarca del km 7+035 al km 11+300.⁶

⁶ Anexo 3. Factibilidad de mercado



3.2. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA); el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda que tiene la vialidad.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2025, en cada uno de los tramos determinados, derivado de las variaciones en la demanda por los movimientos direccionales más representativos presentes en el camino, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 10: TDPA proyecto

TRAMO	TDPA
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534.00
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272.00
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708.00
Total	146,514.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Departamento de Ingeniería de Transito

3.3. Periodización

De acuerdo con la SCT el factor K' es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el cual representa el volumen máximo de vehículos que puede transitar sobre una carretera en un lapso de 1 hora.

Tomando en cuenta lo anterior se supone que el factor K' es el porcentaje máximo del TDPA que puede circular por el camino. Para el presente proyecto se toma el valor de K' de la CARR: México - Pachuca (Libre), ya que se encuentra cercano a la zona en estudio, cuyas coordenadas corresponden a 19.616796, -99.011600. Dicho esto, el factor de K' emitido por los datos viales de la SCT para este camino es de 0.074.⁷

Una vez analizado los aforos vehiculares que se presentan a lo largo del día, se observa que no existen variaciones significativas.

Aunado a lo anterior se considerará que el camino opera a MEDIA CONGESTIÓN ya que el valor del factor K' promedio de es 0.041 para el camino No. 759 vía Morelos, en el municipio de Ecatepec, siendo menor al 0.074 Registrado en los Datos Viales de la SCT.

3.4. Composición vehicular

La composición vehicular para cada uno de los tramos de la vialidad en estudio es la siguiente con referencia a los datos obtenidos en campo.

Tabla 11: Composición vehicular del camino No 759 vía Morelos

Tramo	TDPA	Clasificación			Total
		A	B	C	
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534	84.65%	2.90%	12.45%	100.00%
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272	88.07%	1.86%	10.07%	100.00%
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708	92.33%	0.63%	7.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

⁷ https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos_Viales_2024/15_MEX_DV2024.pdf



3.5. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 12: Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 838, IMT89

4. Diagnóstico de la interacción de la oferta - demanda a lo largo del horizonte de evaluación

4.1. Problemática:

El camino No. 759 Vía Morelos, en su tramo km 0+000 al km 11+300 ubicado dentro del municipio de Ecatepec conecta a la Zona Oriente del Estado de México, permitiendo el intercambio de servicios y la movilidad en la zona.

Actualmente el camino presenta un deterioro en su superficie de rodamiento consistente en agrietamiento y deformaciones presentando un IRI de 8 mm/m, además el mal estado de las obras de drenaje provoca encharcamientos perjudicando a la carpeta asfáltica, como los daños antes mencionados.

Por lo tanto, la transitabilidad de los usuarios se ve afectada debido a que se ven obligados a reducir sus velocidades y aumentar sus tiempos de traslado para llegar a su zona de destino, ya sea para servicios básicos de salud, educación, vivienda, turismo, comercio, entre otros.

Estos problemas ocasionan que los costos generalizados de viaje se eleven significativamente, por lo tanto, se pretenden realizar las actividades correspondientes a la rehabilitación del camino para evitar lo antes descrito.

4.2. Velocidades promedio de operación

De acuerdo a los recorridos ejercidos por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México a lo largo del camino se obtuvieron las velocidades de recorrido para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C con la metodología de vehículo flotante, las cuales son utilizadas para el Estudio Costo Beneficio del presente proyecto.

El método 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. Cuando se trate de vehículos de pasajeros, los responsables de medir los tiempos de recorrido se incorporan como usuarios en el vehículo objeto de la muestra, cronometrando los recorridos sin considerar los tiempos muertos por paradas continuas (ascenso y descenso de pasajeros, y tiempo para tomar algún refrigerio).¹⁰

⁹ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

¹⁰ Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214



En las siguientes tablas, se presentan las velocidades y tiempos de recorrido de la situación actual de cada tramo del camino.

Tabla 13: Velocidades de Recorrido

Tramo	Velocidades (km/h) Situación Actual			
	A	B	C	Promedio
Tramo km 0+000 al km 2+735	28.87	26.47	23.90	26.41
Tramo km 2+735 al km 7+035	28.21	25.79	23.75	25.92
Tramo km 7+035 al km 11+300	29.35	26.72	24.52	26.86

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito
Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

Tabla 14: Tiempos de Recorrido

Tramo	Tiempos Recorridos Situación Actual				
	Longitud (Km)	A	B	C	Promedio
Tramo km 0+000 al km 2+735	2.735	00:05:41	00:06:12	00:06:52	00:06:15
Tramo km 2+735 al km 7+035	4.30	00:09:09	00:10:00	00:10:52	00:10:00
Tramo km 7+035 al km 11+300	4.265	00:08:43	00:09:35	00:10:26	00:09:35
Total/Promedio	11,300	00:23:33	00:25:47	00:28:10	00:25:50

Fuente: Elaboración propia con estudio de Ingeniería de Tránsito

Como se puede observar el tiempo recorrido en promedio que tardan los usuarios de llegar del punto inicial (km 0+000) al punto final (km 11+300) es de 25 minutos cuarenta y dos segundos.

4.3. Costos de Operación vehicular (Situación Actual)

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar.

Para obtención de los COV del presente proyecto se tomaron en cuenta los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 838 2024, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México y de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

En la siguiente tabla se muestran los datos emitidos por el IMT de acuerdo a las características físicas y geométricas particulares del presente proyecto, para un tipo de terreno plano:

Tabla 15 Costos de Operación Vehicular

Tramo	Costos de Operación Vehicular ((\$/km)/vehículo) Situación Actual			
	IRI (mm/m)	A	B	C
Tramo 1	8	\$ 8.94	\$ 22.40	\$ 15.78
Tramo 2	8	\$ 8.94	\$ 22.40	\$ 15.78
Tramo 3	8	\$ 8.94	\$ 22.40	\$ 15.78



Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024¹¹
Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

4.4. Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín NOTAS núm. 213, ENERO-FEBRERO 2025, artículo 1.¹²

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	278.8
Valor tiempo por motivo de trabajo	103.16
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	61.90
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	15.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	129.52

Fuente: Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2025
Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

A continuación, se presentan los resultados del análisis de Costos de Operación Vehicular y Costos de Tiempo Recorrido para la obtención de los CGV's correspondientes a la situación actual de los tramos representativos del camino en estudio.

Tabla 17 Costos Representativos de la situación actual

Tramo 1: 0+000-2+735								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025	\$8.94	\$22.40	\$15.78	\$253,337,824.25	\$21,746,109.54	\$65,767,586.62	\$340,851,520.41

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025	28.87	26.47	23.90	\$200,162,791.98	\$86,009,231.76	\$338,793,524.13	\$624,965,547.87

CGV'S Anuales (\$)							
--------------------	--	--	--	--	--	--	--

¹¹ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

¹² <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=628&IdBoletin=214>

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Año		A	B	C	Total
0	2025	\$453,500,616.24	\$107,755,341.31	\$404,561,110.74	\$965,817,068.28

Tramo 2: 2+735-7+035

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025	\$8.94	\$22.40	\$15.78	\$621,230,827.26	\$32,873,689.28	\$125,378,754.94	\$779,483,271.49

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025	28.21	25.79	23.75	\$502,319,467.97	\$133,448,759.88	\$649,952,224.95	\$1,285,720,452.80

CGV'S Anuales (\$)

Año		A	B	C	Total
0	2025	\$1,123,550,295.23	\$166,322,449.17	\$775,330,979.89	\$2,065,203,724.29

Tramo 3: 7+035-11+300

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025	\$8.94	\$22.40	\$15.78	\$805,815,099.56	\$13,699,211.21	\$108,434,198.22	\$927,948,508.99

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/hr)					Situación Actual			Total
					Costo de Operación (\$)			
Año		A	B	C	A	B	C	
0	2025	29.35	26.72	24.52	\$626,263,921.56	\$53,675,555.31	\$544,461,158.16	\$1,224,400,635.03

CGV'S Anuales (\$)

Año		A	B	C	Total
0	2025	\$1,432,079,021.13	\$67,374,766.52	\$652,895,356.37	\$2,152,349,144.02

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

De manera resumida, los Costos Generalizados de viaje a lo largo de todo el tramo en estudio es de:

Tabla 18. Resumen de Costos Representativos de la situación actual

Costos Totales			
Tramo	COV's	Tiempo	CGV's
Tramo 1	\$340,851,520.41	\$624,965,547.87	\$965,817,068.28
Tramo 2	\$779,483,271.49	\$1,285,720,452.80	\$2,065,203,724.29
Tramo 3	\$927,948,508.99	\$1,224,400,635.03	\$2,152,349,144.02
Total	\$2,048,283,300.89	\$3,135,086,635.71	\$5,183,369,936.60

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)



c. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión

Si bien resulta complejo realizar acciones de optimización, la presente evaluación plantea medidas de optimización u obras de tipo menor que contribuyan a elevar las condiciones de operación de la vialidad en estudio, bajo el supuesto que, por razones presupuestales, no se completara la obra. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base “sin proyecto optimizada”, para compararla con la situación “con proyecto”. Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto.

1. Optimizaciones

En caso de que el proyecto no se realice, como medida de optimización se dará mantenimiento mínimo a lo largo de los 11,300 m, debiéndose llevar a cabo cada vez que se tiene temporada de lluvias o se deforme la superficie de rodamiento. Los beneficios que resultan de llevar a cabo las medidas de optimización serían menores a la situación con proyecto.

Se pretende mejorar la superficie de rodamiento a lo largo de los 11,300 m a base de bacheo, así mismo, con estas acciones, se esperarí incrementar de manera poco significativa las velocidades de operación.

Las acciones de optimización a llevar a cabo se describen a continuación:

— Acciones de bacheo general

- Esta acción de optimización comprende el conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.

— Mejoramiento de la señalización en el camino

- Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer las señales horizontales en la vialidad, cuando ya han perdido su visibilidad o han sufrido algún tipo de daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones de seguridad en lo que a señalamiento se refiere.

A pesar de que esta alternativa podría mejorar las condiciones de operatividad y seguridad de las vialidades de la zona de influencia, la realidad es que esta alternativa representaría una solución parcial, ya que no resuelve los problemas de tránsito en lo que respecta a bajas velocidades de operación, altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje.

Tabla 19 Costos medidas de optimización

Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
Bacheo	Reparación, en un área limitada, los desperfectos en la superficie del pavimento	\$5,850.00	3,281.52	m3	\$19,196,892.00

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Señalamiento Horizontal	*Raya separadora de carriles, continua sencilla. *Raya separadora de carriles, discontinua. *Raya en la orilla derecha continua, en color blanco reflejante. *Raya en la orilla izquierda continua en color blanco reflejante	\$29.25	90,400.00	m	\$2,644,200.00
Rayas para cruce de peatones	Rayas para cruce de peatones en vías primarias.	\$71.79	70.00	Pza.	\$5,025.30
Rayas, símbolos y leyendas	Flechas de 5.0 m de largo	\$1,237.81	60.00	Pza.	\$74,268.60
Marcas en guarniciones	Suministro y aplicación de pintura tráfico en guarniciones.	\$55.99	22,600.00	m	\$1,265,374.00
Señales preventivas	Señal tipo SP en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola con acabado fondo reflejante tipo "A", color amarillo, claves y símbolos con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco. De 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$4,845.30	88.00	Pza.	\$426,386.40
Señales restrictivas	Señal tipo SR en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo reflejante tipo "A" color blanco, circulo en color rojo reflejante, claves, símbolos y leyendas en tinta serigrafía translúcida compatible en adherencia con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco. De 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$ 7,592.88	66.00	Pza.	\$501,130.08
Señales informativas de destino	Tipo SID en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo verde reflejante tipo "A" color verde, claves, símbolos y leyendas en reflejante tipo "A" color blanco. De 40 x 178 cm en acabado reflejante.	\$ 7,480.09	22.00	Pza.	\$164,561.98
SUBTOTAL					\$24,277,838.36
IVA					\$3,884,454.14
TOTAL					\$28,162,292.50

Fuente: Análisis Costo - Beneficio

La inversión de las medidas de optimización corresponden al 9.27% del monto de inversión con un costo de \$28,162,292.50 pesos, por lo tanto, cumplen con lo establecido en las Reglas de Operación del Gasto de Inversión para el Desarrollo del Estado de México, que a la letra dicen "Las optimizaciones no deberán superar el 10% del monto total del PPI de que se trate". Las acciones y trabajos descritos anteriormente tienen como objeto mejorar el flujo de vehículos de la zona, disminuyendo ligeramente los Costos Generalizados de Viaje. La manera en la que se refleja esta inversión es por medio de un aumento en las velocidades promedio de circulación.

Cabe mencionar que las medidas de optimización descritas en el presente apartado permiten una mejora mínima en cuanto a la situación de operación de la vialidad, sin embargo, la implementación de estas acciones no garantiza mejorar los conflictos viales para la demanda que tendrá a futuro. Como conclusión, esta serie de soluciones optimizadas puede generar avances marginales en términos de eficiencia operativa



pero no resuelve la problemática en su totalidad. Los trabajos a realizar solo tendrían una vida útil de 1 año, por lo tanto, las condiciones regresarían a ser las mismas que en la situación actual en el año 1.

2. Análisis de la oferta en la situación sin proyecto

Con la implementación de la optimización realizada al camino No. 759 Vía Morelos, en su tramo km 0+000 al km 11+300 ubicado en el municipio de Ecatepec, el único cambio de consideración en las características actuales del camino en los 11,300 metros es el IRI, mismo que verá una mejoría únicamente durante el primer año de vida útil, tal como se ha mencionado con anterioridad.

Las características físicas se verán modificadas al implementar las medidas de optimización, quedando como a continuación se presenta:

Tabla 20 Características físicas y geométricas del camino

Características del Camino	Tramo 1: 0+000-2+735	Tramo 2: 2+735-7+035	Tramo 3: 7+035-11+300	Total/Promedio
Distancia (m)	2,735	4,300	4,265	11,300
No. De cuerpos	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación
*Ancho camino (m)	Variable, con promedio de: 24.69	Variable, con promedio de: 19.52	Variable, con promedio de: 15.84	19.38
Superficie (m2)	67,513.48	83,936.00	67,544.52	218,994.00
No. De carriles	Variable de 3 a 5 carriles por cuerpo	3 carriles por cuerpo	Variable de 2 a 3 carriles por cuerpo	Variable
Pendiente Media ascendente	1.40%	2.40%	1.50%	2.00%
Pendiente Media descendente	-1.30%	-2.00%	-1.90%	-2.00%
Proporción de viaje ascendente	0.00%	30.00%	0.00%	10.00%
Altitud del terreno (msnm)	2237	2239	2242	2239.33
Tipo de Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en condiciones regulares			
Obras de drenaje	Rejillas de piso y rejillas en banquetas con daños en tapas, rejillas y marcos			
Guarniciones y banquetas	Ancho variable de 1.5 a 3.0 m con tramos en mal estado.			
Condiciones de señalamiento horizontal	Marcas en pavimento visibles Pintura en guarniciones en buen estado			
Condiciones de señalamiento vertical	Existente y suficiente			
Alumbrado público	Existente, en estado regular a malo e insuficiente.			
Índice de rugosidad (mm/m)	6	6	6	6
Nivel de servicio	D	D	D	D
Velocidad (km/h)	31.70	31.10	32.24	31.68
Tiempo de traslado (h:min:s)	00:05:12	00:08:20	00:07:59	00:21:32
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$841,356,651.42	\$1,802,021,391.30	\$1,885,668,160.08	\$4,529,046,202.80

Fuente: Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

*El ancho esta dado en base a las variaciones del camino a efecto de contemplar la superficie del proyecto a intervenir



A continuación, se describe la metodología de obtención del Índice de Rugosidad Internacional y del nivel de servicio.

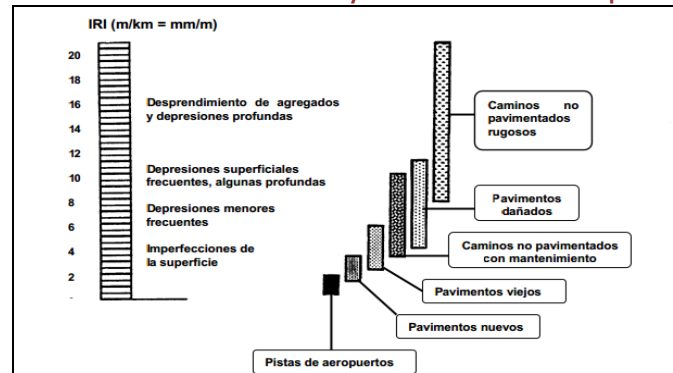
- **Índice de Rugosidad Internacional –IRI–**

El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo, su unidad de medida es m/km o mm/m. En la siguiente figura se muestra la escala de dicho índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos rangos. Un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo consiste en colocar manualmente una regla de 2m o 3m de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino; medir la desviación máxima bajo la regla, en mm; y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas. Con los datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquél que es mayor al 95% de las observaciones, e inferior al 5%) en la fórmula siguiente, que corresponda, para conocer el valor del IIR, en m/km:

$IRI (m/km) = 0.35 DMR3$; $DMR3=95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 3m de largo

$IRI (m/km) = 0.437 DMR2$; $DMR2 = 95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 2m de largo”¹³

Ilustración 6 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024¹⁴

Asimismo, cuando no se cuenta con medición láser, cuarto de carro y no hay posibilidad de usar la regla de 3 metros una forma viable de hacer una estimación del IRI es en base a la observación de los daños y del estado superficial del pavimento, para que a través de la experiencia del ingeniero en lo relativo a evaluación de pavimentos se utilizara la escala anterior para asignar un IRI representativo.

¹³<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

¹⁴ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

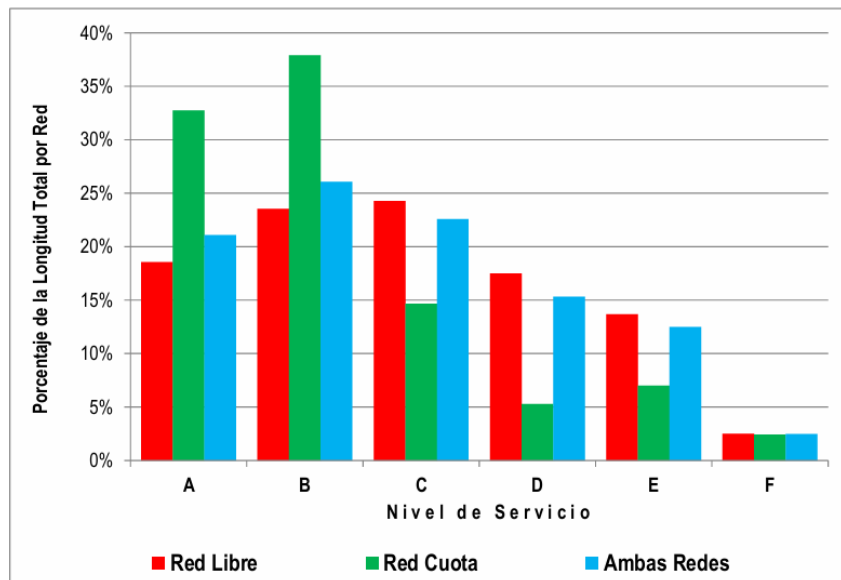


Nivel de servicio

Como referencia del estado físico de las vías de comunicación del país, la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes Federal, a través de la Dirección General de Servicios Técnicos, señala que el estado físico de la red Estatal de carreteras, a su cargo, en el Estado de México que influye en los costos de operación vehicular, el índice de accidentes y los tiempos de traslado de los automovilistas, de acuerdo a la publicación para el año 2023 el 57.92% de las carreteras de la entidad se encontraban dentro de los niveles de servicio más bajos, mientras que solo el 42.08% están en niveles de servicio A y B.

Ilustración 7 Capacidad y niveles de Servicio Red Federal del Estado de México 2023

Nivel de Servicio	Red Libre		Red Cuota		Ambas Redes	
	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%
A	8,052.700	18.55%	3,058.786	32.74%	11,111.486	21.09%
B	10,204.497	23.53%	3,539.353	37.90%	13,743.850	26.07%
C	10,530.017	24.28%	1,370.057	14.67%	11,900.074	22.58%
D	7,579.295	17.48%	492.751	5.28%	8,072.046	15.31%
E	5,926.866	13.67%	652.542	6.99%	6,579.408	12.48%
F	1,078.535	2.49%	225.730	2.42%	1,304.265	2.47%
TOTAL	43,371.910	100.00%	9,339.219	100.00%	52,711.129	100.00%



Fuente: Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras, SICT 2023.¹⁵

El camino requiere de diversas acciones para lograr mantenerlo operando con adecuados niveles de servicio y brindar a los usuarios de estas vías un tránsito confortable y seguro.



3. Análisis de la demanda en la situación sin proyecto

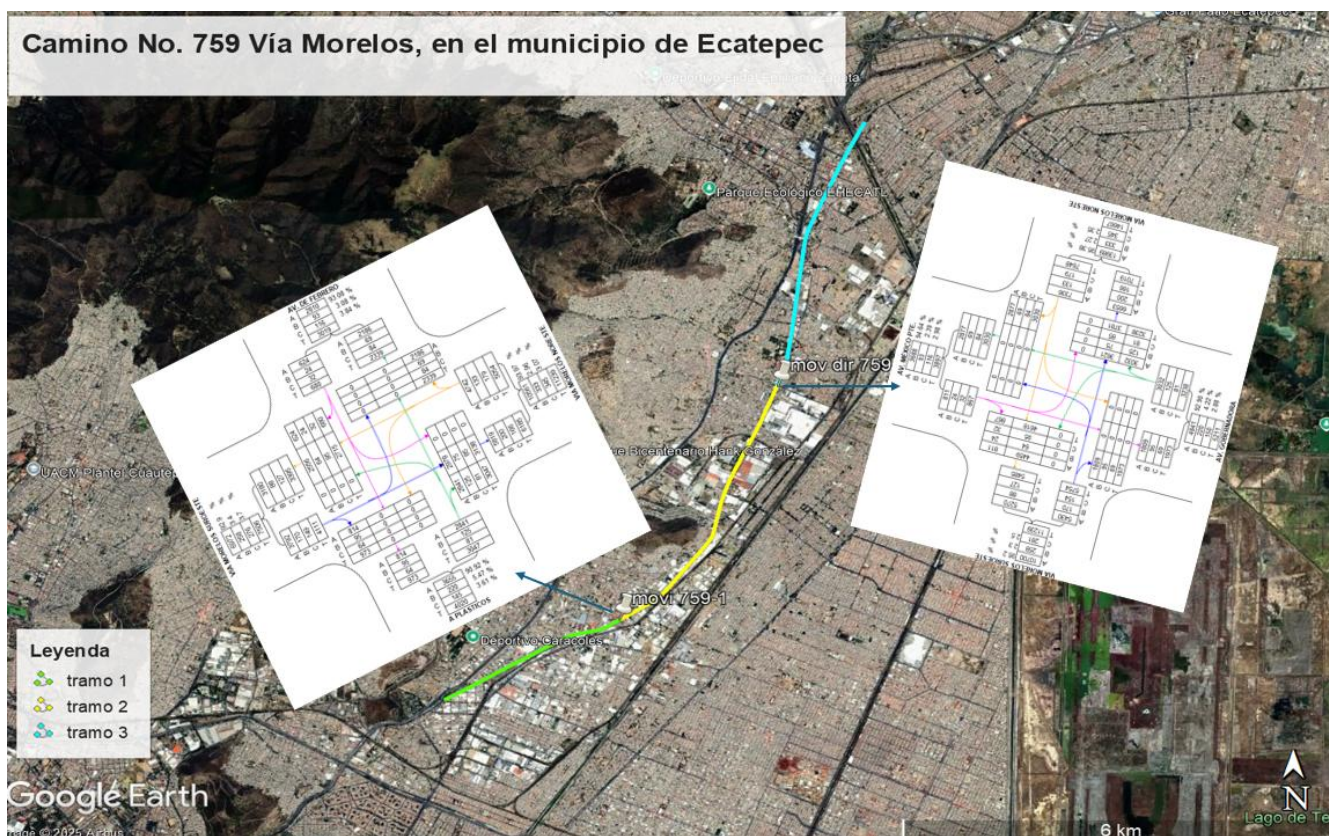
La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino.

3.1. Movimientos direccionales

Los movimientos direccionales se refieren a los análisis y estudios que se realizan para entender cómo se desplazan los vehículos (tránsito) en las carreteras. Estos análisis, a su vez, están estrechamente relacionados con el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es una métrica clave para la gestión de la infraestructura vial.

Bajo este escenario, se analizan los movimientos direccionales representativos del camino en su horario de máxima demanda con el objeto de entender cómo los vehículos se distribuyen y se desplazan. Esta información, combinada con el TDPA, permitirá identificar las zonas con mayor demanda y priorizar las acciones de mejora.

A continuación, se presenta un croquis con los movimientos direccionales representativos del tramo km 0+000 al km 11+300 del camino 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec.



Como se puede observar en la imagen y en relación con el análisis emitido por el Departamento de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México, se encuentran dos movimientos direccionales con mayor afluencia. Esto nos permite planificar las actividades de mejoramiento de la superficie de rodadura.

La intersección del camino 759 Vía Morelos con el Circuito Exterior Mexiquense se da a desnivel, no



existiendo una intersección directa, por lo tanto, no existe movimiento direccional que contribuya al TDPA sobre la Vía en estudio. Esto, derivado de que, los usuarios que circulan por el Circuito Exterior Mexiquense transitan por un piso elevado que es independiente a la Vía Morelos. Por lo tanto, no genera un TDPA que demande la operación del tramo a intervenir.

En el caso de la intersección del camino 759 Vía Morelos con la Av. 1ro de Mayo, el aporte vehicular de dicha intersección es mínima sobre la avenida en estudio. Por lo tanto, el volumen de TDPA generado por esta intersección se contempla dentro del promedio presentado en el tramo 3 que abarca del km 7+035 al km 11+300.

3.2. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA); el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda que tiene la vialidad.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2025, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 21: TDPA proyecto

TRAMO	TDPA
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534.00
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272.00
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708.00
Promedio	146,514.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Departamento de Ingeniería de Transito (Anexo 3. Factibilidades. Carpeta, Factibilidad de Mercado)

3.3. Periodización

De acuerdo con la SCT el factor K' es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el cual representa el volumen máximo de vehículos que puede transitar sobre una carretera en un lapso de 1 hora.

Tomando en cuenta lo anterior se supone que el factor K' es el porcentaje máximo del TDPA que puede circular por el camino. Para el presente proyecto se toma el valor de K' de la CARR: México - Pachuca (Libre), ya que se encuentra cercano a la zona en estudio, cuyas coordenadas corresponden a 19.616796, - 99.011600. Dicho esto, el factor de K' emitido por los datos viales de la SCT para este camino es de 0.074.¹⁶

Una vez analizado los aforos vehiculares que se presentan a lo largo del día, se observa que no existen variaciones significativas.

Aunado a lo anterior se considerará que el camino opera a MEDIA CONGESTIÓN ya que el valor del factor K' promedio de es 0.041 para el camino No. 759 vía Morelos, en el municipio de Ecatepec, siendo menor al 0.074 Registrado en los Datos Viales de la SCT.

¹⁶ https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos_Viales_2024/15_MEX_DV2024.pdf



3.4. Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio es la siguiente con referencia a los datos obtenidos en campo.

Tabla 22 Composición vehicular

Tramo	TDPA	Clasificación			Total
		A	B	C	
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534	84.65%	2.90%	12.45%	100.00%
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272	88.07%	1.86%	10.07%	100.00%
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708	92.33%	0.63%	7.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 23 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 838, IMT

3.6. Tasa de crecimiento

El conocer la tasa de crecimiento del tránsito vehicular en las vialidades permite identificar las necesidades de infraestructura que incluyen acciones orientadas a la conservación, modernización y construcción de la red vial.

Para determinar la tasa de crecimiento correspondiente a la zona del proyecto, se consultó el Producto Interno Bruto (PIB) y las Cuentas Nacionales de México, de acuerdo con la información registrada en el Banco de Información Económica del INEGI.

El crecimiento moderado puede influir en la planificación y ejecución de proyectos de inversión pública. Es esencial considerar estos indicadores macroeconómicos al evaluar la viabilidad y el impacto potencial de nuevas iniciativas en el contexto económico actual.

Cabe mencionar, que el Producto Interno Bruto Trimestral ofrece, una visión oportuna, completa y coherente de la evolución de las actividades económicas del país, proporcionando información oportuna y actualizada, para apoyar la toma de decisiones.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Estimación Oportuna del PIB Trimestral ofrece una visión sobre la evolución de la economía mexicana, con base en: la información estadística disponible en ese momento, las técnicas estadísticas y modelos econométricos que mejor se ajustan a dicha información, así como a las recomendaciones internacionales vigentes, por lo que sus resultados son consistentes con el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM).¹⁷

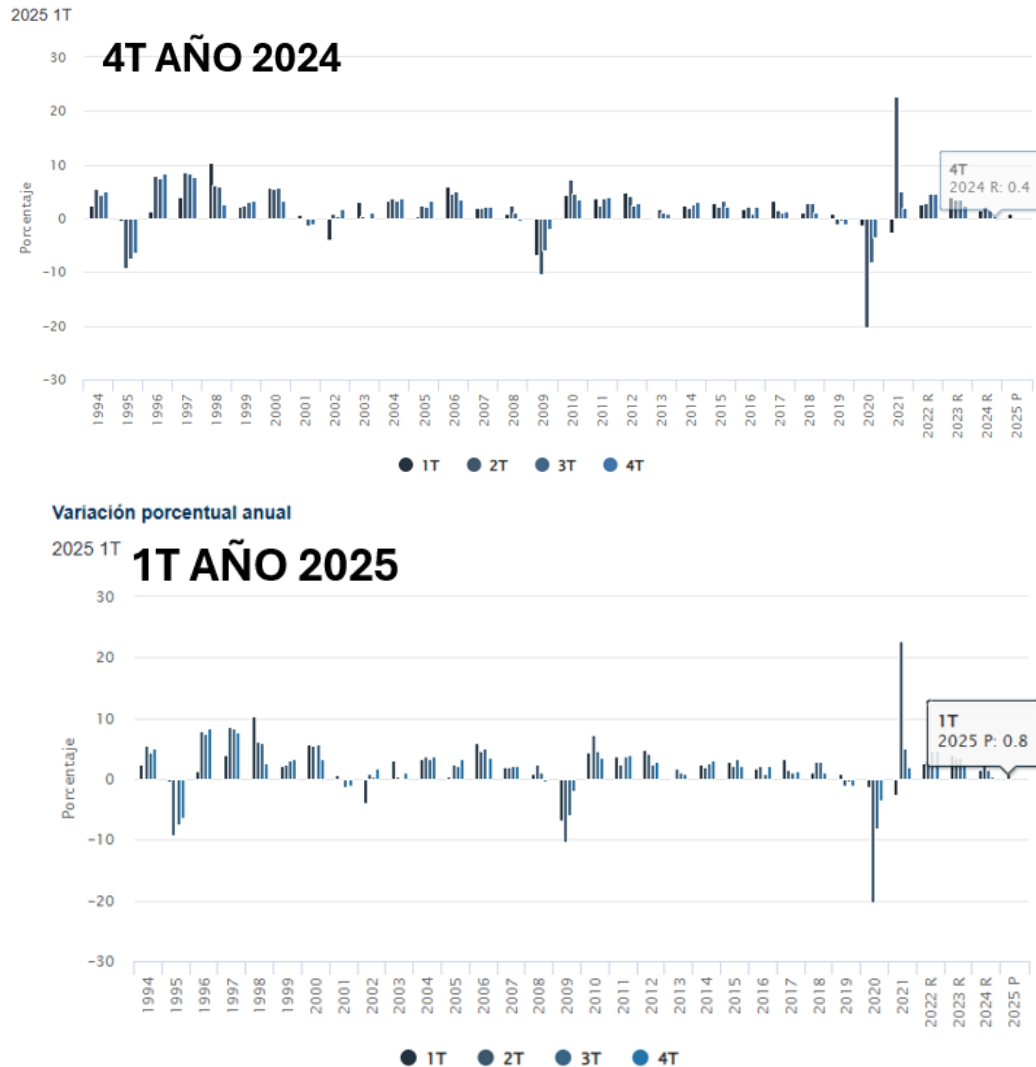
Como se puede observar en la siguiente imagen, el PIB actualizado publicado a la fecha corresponde al primer trimestre del año 2025, con un valor del 0.8% y el PIB anterior corresponde al 0.4% en el cuarto trimestre del 2024. Por lo tanto, se puede observar que ha existido un incremento de acuerdo al

¹⁷ <https://www.inegi.org.mx/temas/pibo/>



trimestre anterior.

Ilustración 8 PIB



Fuente: INEGI

<https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>

Dada cierta circunstancia, se determinó que la tasa de crecimiento a utilizar será de 0.8%, esto tomando en cuenta el crecimiento del Producto Interno Bruto promedio registrado en el año 2025 con la finalidad de no sobrevalorar los resultados del proyecto.

Esto se considera ya que es necesario para la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones, y en caso de haberlos, dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual.

3.7. Proyección de la demanda

Las tasas de crecimiento se consideran ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto para cada uno de los tramos y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 24 Proyección del TDPA

Tramo 1: 0+000-2+735							Tramo 2: 2+735-7+035						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual							Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	33,534.00	Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	50,272.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual	0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		84.65%	2.90%	12.45%	100.00%	365	Año		88.07%	1.86%	10.07%	100.00%	365
0	2025	28,387	972	4,175	33,534	12,239,910	0	2025	44,275	935	5,062	50,272	18,349,280
1	2026	28,614	980	4,208	33,802	12,337,829	1	2026	44,629	943	5,103	50,674	18,496,074
2	2027	28,843	988	4,242	34,073	12,436,532	2	2027	44,986	950	5,144	51,080	18,644,043
3	2028	29,073	996	4,276	34,345	12,536,024	3	2028	45,346	958	5,185	51,488	18,793,195
4	2029	29,306	1,004	4,310	34,620	12,636,312	4	2029	45,708	965	5,226	51,900	18,943,541
5	2030	29,540	1,012	4,345	34,897	12,737,403	5	2030	46,074	973	5,268	52,315	19,095,089
6	2031	29,777	1,020	4,379	35,176	12,839,302	6	2031	46,443	981	5,310	52,734	19,247,850
7	2032	30,015	1,028	4,414	35,458	12,942,017	7	2032	46,814	989	5,353	53,156	19,401,833
8	2033	30,255	1,036	4,450	35,741	13,045,553	8	2033	47,189	997	5,396	53,581	19,557,047
9	2034	30,497	1,045	4,485	36,027	13,149,917	9	2034	47,566	1,005	5,439	54,010	19,713,504
10	2035	30,741	1,053	4,521	36,315	13,255,116	10	2035	47,947	1,013	5,482	54,442	19,871,212
11	2036	30,987	1,062	4,557	36,606	13,361,157	11	2036	48,330	1,021	5,526	54,877	20,030,181
12	2037	31,235	1,070	4,594	36,899	13,468,047	12	2037	48,717	1,029	5,570	55,316	20,190,423
13	2038	31,485	1,079	4,631	37,194	13,575,791	13	2038	49,107	1,037	5,615	55,759	20,351,946
14	2039	31,737	1,087	4,668	37,491	13,684,397	14	2039	49,500	1,045	5,660	56,205	20,514,762
15	2040	31,990	1,096	4,705	37,791	13,793,872	15	2040	49,896	1,054	5,705	56,654	20,678,880
16	2041	32,246	1,105	4,743	38,094	13,904,223	16	2041	50,295	1,062	5,751	57,108	20,844,311
17	2042	32,504	1,114	4,781	38,399	14,015,457	17	2042	50,697	1,071	5,797	57,565	21,011,065
18	2043	32,764	1,122	4,819	38,706	14,127,581	18	2043	51,103	1,079	5,843	58,025	21,179,154
19	2044	33,026	1,131	4,857	39,015	14,240,602	19	2044	51,512	1,088	5,890	58,489	21,348,587
20	2045	33,291	1,140	4,896	39,327	14,354,526	20	2045	51,924	1,097	5,937	58,957	21,519,376

Tramo 3: 7+035-11+300						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	62,708.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		92.33%	0.63%	7.04%	100.00%	365
0	2025	57,901	393	4,414	62,708	22,888,420
1	2026	58,364	396	4,449	63,210	23,071,527
2	2027	58,831	399	4,485	63,715	23,256,100
3	2028	59,302	402	4,521	64,225	23,442,148
4	2029	59,776	406	4,557	64,739	23,629,686
5	2030	60,254	409	4,594	65,257	23,818,723
6	2031	60,736	412	4,630	65,779	24,009,273
7	2032	61,222	415	4,667	66,305	24,201,347



Tramo 3: 7+035-11+300						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	62,708.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		92.33%	0.63%	7.04%	100.00%	365
8	2033	61,712	419	4,705	66,836	24,394,958
9	2034	62,206	422	4,742	67,370	24,590,117
10	2035	62,703	425	4,780	67,909	24,786,838
11	2036	63,205	429	4,819	68,452	24,985,133
12	2037	63,711	432	4,857	69,000	25,185,014
13	2038	64,220	436	4,896	69,552	25,386,494
14	2039	64,734	439	4,935	70,108	25,589,586
15	2040	65,252	443	4,975	70,669	25,794,303
16	2041	65,774	446	5,014	71,235	26,000,657
17	2042	66,300	450	5,054	71,805	26,208,663
18	2043	66,831	453	5,095	72,379	26,418,332
19	2044	67,365	457	5,136	72,958	26,629,679
20	2045	67,904	461	5,177	73,542	26,842,716

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Calculo Vía Morelos)

4. Diagnóstico de la interacción de la oferta - demanda con optimizaciones a lo largo del horizonte de evaluación

4.1. Velocidades y tiempos de recorrido (Situación sin Proyecto)

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido. De acuerdo a las medidas de optimización empleadas, se considera un aumento en las velocidades, ya que la superficie se encontrará en condiciones regulares.

Tabla 25 Velocidades de Recorrido Situación Sin Proyecto, Vía Morelos

Tramo	Velocidades (km/h)			
	Situación Sin Proyecto			
	A	B	C	Promedio
Tramo km 0+000 al km 2+735	34.64	31.76	28.68	31.70
Tramo km 2+735 al km 7+035	33.85	30.95	28.50	31.10
Tramo km 7+035 al km 11+300	35.22	32.06	29.42	32.24

Tabla 26 Tiempos de Recorrido Situación Sin Proyecto

Tramo	Tiempos Recorridos Situación sin Proyecto				Promedio
	Longitud (Km)	A	B	C	
Tramo km 0+000 al km 2+735	2.735	00:04:44	00:05:10	00:05:43	00:05:12

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tramo km 2+735 al km 7+035	4.300	00:07:37	00:08:20	00:09:03	00:08:20
Tramo km 7+035 al km 11+300	4.265	00:07:16	00:07:59	00:08:42	00:07:59
Vía Morelos	11.300				00:21:32

Fuente: Elaboración propia

4.2. Costos de Operación vehicular (Situación sin Proyecto)

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar. Para obtención de los COV del presente proyecto se tomaron en cuenta los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 838 2024, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México y de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Tabla 27 Costos de operación vehicular

Tramo	Costos de Operación Vehicular ((\$/km)/vehículo)			
	Situación Sin Proyecto			
	IRI (mm/m)	A	B	C
Tramo 1	6	\$ 8.16	\$ 21.63	\$ 14.79
Tramo 2	6	\$ 8.16	\$ 21.63	\$ 14.79
Tramo 3	6	\$ 8.16	\$ 21.63	\$ 14.79

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024
Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

4.3. Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín NOTAS núm. 213, ENERO-FEBRERO

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	278.8
Valor tiempo por motivo de trabajo	103.16
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	61.90
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	15.00

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Características Valor Tiempo

Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	129.52
---	--------

Fuente: Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2025
Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

4.4. Costos representativos del análisis costo beneficio respecto a la situación optimizada

A continuación, se presenta el cuadro con los CGV en la Situación sin proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto.

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 0.80% de inflación que se pudiera presentar en el horizonte de evaluación en los costos de operación vehicular. Esto tomando como referencia económica la tasa de crecimiento.

Tabla 29 Costos representativos de la situación sin proyecto

Tramo 1: 0+000-2+735							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.80%
Año	A	B	C	A	B	C	Total
0 2025				-	-	-	-
1 2026	\$8.16	\$21.63	\$14.79	\$233,084,400.34	\$21,166,575.72	\$62,134,615.14	\$316,385,591.20
2 2027	\$8.23	\$21.80	\$14.91	\$236,828,668.15	\$21,506,595.59	\$63,132,745.60	\$321,468,009.34
3 2028	\$8.29	\$21.98	\$15.03	\$240,633,083.88	\$21,852,077.55	\$64,146,910.02	\$326,632,071.44
4 2029	\$8.36	\$22.15	\$15.15	\$244,498,613.73	\$22,203,109.32	\$65,177,365.98	\$331,879,089.04
5 2030	\$8.42	\$22.33	\$15.27	\$248,426,239.47	\$22,559,780.07	\$66,224,375.19	\$337,210,394.72
6 2031	\$8.49	\$22.51	\$15.39	\$252,416,958.58	\$22,922,180.37	\$67,288,203.55	\$342,627,342.51
7 2032	\$8.56	\$22.69	\$15.51	\$256,471,784.60	\$23,290,402.28	\$68,369,121.26	\$348,131,308.14
8 2033	\$8.63	\$22.87	\$15.64	\$260,591,747.35	\$23,664,539.30	\$69,467,402.82	\$353,723,689.47
9 2034	\$8.70	\$23.05	\$15.76	\$264,777,893.18	\$24,044,686.46	\$70,583,327.18	\$359,405,906.82
10 2035	\$8.77	\$23.24	\$15.89	\$269,031,285.25	\$24,430,940.30	\$71,717,177.75	\$365,179,403.30
11 2036	\$8.84	\$23.42	\$16.02	\$273,353,003.82	\$24,823,398.93	\$72,869,242.49	\$371,045,645.24
12 2037	\$8.91	\$23.61	\$16.14	\$277,744,146.47	\$25,222,162.01	\$74,039,814.00	\$377,006,122.48
13 2038	\$8.98	\$23.80	\$16.27	\$282,205,828.44	\$25,627,330.82	\$75,229,189.57	\$383,062,348.84
14 2039	\$9.05	\$23.99	\$16.40	\$286,739,182.87	\$26,039,008.26	\$76,437,671.27	\$389,215,862.41
15 2040	\$9.12	\$24.18	\$16.54	\$291,345,361.10	\$26,457,298.89	\$77,665,566.03	\$395,468,226.02
16 2041	\$9.20	\$24.38	\$16.67	\$296,025,532.98	\$26,882,308.94	\$78,913,185.68	\$401,821,027.60
17 2042	\$9.27	\$24.57	\$16.80	\$300,780,887.14	\$27,314,146.35	\$80,180,847.09	\$408,275,880.59
18 2043	\$9.34	\$24.77	\$16.94	\$305,612,631.32	\$27,752,920.80	\$81,468,872.22	\$414,834,424.34
19 2044	\$9.42	\$24.97	\$17.07	\$310,521,992.63	\$28,198,743.72	\$82,777,588.18	\$421,498,324.53
20 2045	\$9.49	\$25.17	\$17.21	\$315,510,217.91	\$28,651,728.34	\$84,107,327.36	\$428,269,273.61

Valor Tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total
				Valor Tiempo			
Año	A	B	C	A	B	C	
0 2025				-	-	-	-
1 2026	34.64	31.76	28.68	\$168,136,745.27	\$72,247,754.68	\$284,586,560.27	\$524,971,060.21
2 2027	34.37	31.51	28.45	\$170,848,628.25	\$73,413,041.05	\$289,176,666.08	\$533,438,335.38
3 2028	34.09	31.26	28.22	\$173,604,251.29	\$74,597,122.36	\$293,840,805.85	\$542,042,179.50

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



4	2029	33.82	31.01	28.00	\$176,404,319.86	\$75,800,301.75	\$298,580,173.69	\$550,784,795.30
5	2030	33.55	30.76	27.77	\$179,249,550.83	\$77,022,887.26	\$303,395,982.94	\$559,668,421.03
6	2031	33.28	30.51	27.55	\$182,140,672.61	\$78,265,191.89	\$308,289,466.54	\$568,695,331.04
7	2032	33.01	30.27	27.33	\$185,078,425.40	\$79,527,533.70	\$313,261,877.29	\$577,867,836.38
8	2033	32.75	30.03	27.11	\$188,063,561.29	\$80,810,235.85	\$318,314,488.21	\$587,188,285.36
9	2034	32.49	29.79	26.90	\$191,096,844.54	\$82,113,626.76	\$323,448,592.86	\$596,659,064.15
10	2035	32.23	29.55	26.68	\$194,179,051.71	\$83,438,040.09	\$328,665,505.65	\$606,282,597.45
11	2036	31.97	29.31	26.47	\$197,310,971.90	\$84,783,814.93	\$333,966,562.19	\$616,061,349.02
12	2037	31.71	29.08	26.25	\$200,493,406.93	\$86,151,295.82	\$339,353,119.65	\$625,997,822.39
13	2038	31.46	28.85	26.04	\$203,727,171.55	\$87,540,832.85	\$344,826,557.06	\$636,094,561.46
14	2039	31.21	28.61	25.84	\$207,013,093.68	\$88,952,781.76	\$350,388,275.72	\$646,354,151.16
15	2040	30.96	28.39	25.63	\$210,352,014.54	\$90,387,504.05	\$356,039,699.52	\$656,779,218.12
16	2041	30.71	28.16	25.42	\$213,744,788.97	\$91,845,367.02	\$361,782,275.32	\$667,372,431.31
17	2042	30.47	27.93	25.22	\$217,192,285.57	\$93,326,743.91	\$367,617,473.31	\$678,136,502.78
18	2043	30.22	27.71	25.02	\$220,695,386.95	\$94,832,013.97	\$373,546,787.40	\$689,074,188.31
19	2044	29.98	27.49	24.82	\$224,254,989.96	\$96,361,562.58	\$379,571,735.58	\$700,188,288.12
20	2045	29.74	27.27	24.62	\$227,872,005.93	\$97,915,781.33	\$385,693,860.35	\$711,481,647.61

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2025	-	-	-	-
1	2026	\$401,221,145.61	\$93,414,330.40	\$346,721,175.40	\$841,356,651.42
2	2027	\$407,677,296.40	\$94,919,636.64	\$352,309,411.67	\$854,906,344.72
3	2028	\$414,237,335.17	\$96,449,199.90	\$357,987,715.87	\$868,674,250.94
4	2029	\$420,902,933.59	\$98,003,411.07	\$363,757,539.67	\$882,663,884.33
5	2030	\$427,675,790.29	\$99,582,667.33	\$369,620,358.13	\$896,878,815.75
6	2031	\$434,557,631.19	\$101,187,372.27	\$375,577,670.09	\$911,322,673.55
7	2032	\$441,550,210.00	\$102,817,935.98	\$381,630,998.54	\$925,999,144.52
8	2033	\$448,655,308.64	\$104,474,775.16	\$387,781,891.03	\$940,911,974.83
9	2034	\$455,874,737.71	\$106,158,313.22	\$394,031,920.04	\$956,064,970.97
10	2035	\$463,210,336.96	\$107,868,980.40	\$400,382,683.40	\$971,462,000.75
11	2036	\$470,663,975.71	\$109,607,213.86	\$406,835,804.68	\$987,106,994.26
12	2037	\$478,237,553.40	\$111,373,457.83	\$413,392,933.65	\$1,003,003,944.87
13	2038	\$485,932,999.99	\$113,168,163.67	\$420,055,746.63	\$1,019,156,910.30
14	2039	\$493,752,276.54	\$114,991,790.03	\$426,825,947.00	\$1,035,570,013.57
15	2040	\$501,697,375.64	\$116,844,802.94	\$433,705,265.55	\$1,052,247,444.14
16	2041	\$509,770,321.95	\$118,727,675.96	\$440,695,461.00	\$1,069,193,458.91
17	2042	\$517,973,172.71	\$120,640,890.26	\$447,798,320.41	\$1,086,412,383.37
18	2043	\$526,308,018.26	\$122,584,934.77	\$455,015,659.62	\$1,103,908,612.65
19	2044	\$534,776,982.59	\$124,560,306.30	\$462,349,323.77	\$1,121,686,612.65
20	2045	\$543,382,223.84	\$126,567,509.67	\$469,801,187.71	\$1,139,750,921.22

Tramo 2: 2+735-7+035

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.80%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2025			-	-	-	-	
1	2026	\$8.16	\$21.63	\$14.79	\$571,565,715.76	\$31,997,605.46	\$118,452,889.73	\$722,016,210.95

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



2	2027	\$8.23	\$21.80	\$14.91	\$580,747,347.42	\$32,511,615.00	\$120,355,716.95	\$733,614,679.36
3	2028	\$8.29	\$21.98	\$15.03	\$590,076,472.81	\$33,033,881.58	\$122,289,111.19	\$745,399,465.57
4	2029	\$8.36	\$22.15	\$15.15	\$599,555,461.26	\$33,564,537.85	\$124,253,563.47	\$757,373,562.59
5	2030	\$8.42	\$22.33	\$15.27	\$609,186,720.19	\$34,103,718.59	\$126,249,572.71	\$769,540,011.50
6	2031	\$8.49	\$22.51	\$15.39	\$618,972,695.67	\$34,651,560.73	\$128,277,645.85	\$781,901,902.24
7	2032	\$8.56	\$22.69	\$15.51	\$628,915,873.05	\$35,208,203.40	\$130,338,297.95	\$794,462,374.40
8	2033	\$8.63	\$22.87	\$15.64	\$639,018,777.63	\$35,773,787.98	\$132,432,052.37	\$807,224,617.98
9	2034	\$8.70	\$23.05	\$15.76	\$649,283,975.28	\$36,348,458.11	\$134,559,440.86	\$820,191,874.24
10	2035	\$8.77	\$23.24	\$15.89	\$659,714,073.06	\$36,932,359.74	\$136,721,003.72	\$833,367,436.51
11	2036	\$8.84	\$23.42	\$16.02	\$670,311,719.93	\$37,525,641.16	\$138,917,289.92	\$846,754,651.01
12	2037	\$8.91	\$23.61	\$16.14	\$681,079,607.40	\$38,128,453.06	\$141,148,857.26	\$860,356,917.72
13	2038	\$8.98	\$23.80	\$16.27	\$692,020,470.21	\$38,740,948.53	\$143,416,272.51	\$874,177,691.25
14	2039	\$9.05	\$23.99	\$16.40	\$703,137,087.04	\$39,363,283.13	\$145,720,111.51	\$888,220,481.68
15	2040	\$9.12	\$24.18	\$16.54	\$714,432,281.21	\$39,995,614.91	\$148,060,959.38	\$902,488,855.50
16	2041	\$9.20	\$24.38	\$16.67	\$725,908,921.37	\$40,638,104.47	\$150,439,410.63	\$916,986,436.48
17	2042	\$9.27	\$24.57	\$16.80	\$737,569,922.29	\$41,290,914.98	\$152,856,069.32	\$931,716,906.59
18	2043	\$9.34	\$24.77	\$16.94	\$749,418,245.52	\$41,954,212.24	\$155,311,549.22	\$946,684,006.98
19	2044	\$9.42	\$24.97	\$17.07	\$761,456,900.22	\$42,628,164.70	\$157,806,473.95	\$961,891,538.87
20	2045	\$9.49	\$25.17	\$17.21	\$773,688,943.86	\$43,312,943.54	\$160,341,477.15	\$977,343,364.55

Valor Tiempo

Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total
				Valor Tiempo			
Año	A	B	C	A	B	C	
0	2025			-	-	-	-
1	2026	33.85	30.95	28.50	\$421,948,353.10	\$112,096,958.30	\$545,959,868.96
2	2027	33.58	30.70	28.27	\$428,753,971.69	\$113,904,973.76	\$554,765,673.29
3	2028	33.31	30.45	28.05	\$435,669,358.33	\$115,742,150.75	\$563,713,506.73
4	2029	33.05	30.21	27.82	\$442,696,283.47	\$117,608,959.64	\$572,805,660.07
5	2030	32.78	29.97	27.60	\$449,836,546.10	\$119,505,878.34	\$582,044,461.04
6	2031	32.52	29.73	27.38	\$457,091,974.27	\$121,433,392.51	\$591,432,274.92
7	2032	32.26	29.49	27.16	\$464,464,425.47	\$123,391,995.61	\$600,971,505.17
8	2033	32.00	29.26	26.94	\$471,955,787.17	\$125,382,189.09	\$610,664,593.96
9	2034	31.75	29.02	26.73	\$479,567,977.28	\$127,404,482.46	\$620,514,022.89
10	2035	31.49	28.79	26.51	\$487,302,944.66	\$129,459,393.47	\$630,522,313.58
11	2036	31.24	28.56	26.30	\$495,162,669.57	\$131,547,448.20	\$640,692,028.32
12	2037	30.99	28.33	26.09	\$503,149,164.24	\$133,669,181.24	\$651,025,770.71
13	2038	30.74	28.10	25.88	\$511,264,473.34	\$135,825,135.78	\$661,526,186.37
14	2039	30.50	27.88	25.67	\$519,510,674.53	\$138,015,863.77	\$672,195,963.57
15	2040	30.25	27.66	25.47	\$527,889,878.95	\$140,241,926.09	\$683,037,833.95
16	2041	30.01	27.44	25.27	\$536,404,231.84	\$142,503,892.64	\$694,054,573.21
17	2042	29.77	27.22	25.06	\$545,055,913.00	\$144,802,342.52	\$705,249,001.81
18	2043	29.53	27.00	24.86	\$553,847,137.40	\$147,137,864.18	\$716,623,985.71
19	2044	29.30	26.78	24.66	\$562,780,155.75	\$149,511,055.53	\$728,182,437.09
20	2045	29.06	26.57	24.47	\$571,857,255.03	\$151,922,524.17	\$739,927,315.11

CGV'S Anuales (\$)

Año	A	B	C	Total
0	2025	-	-	-
1	2026	\$993,514,068.85	\$144,094,563.76	\$664,412,758.68
				\$1,802,021,391.30

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



2	2027	\$1,009,501,319.11	\$146,416,588.76	\$675,121,390.24	\$1,831,039,298.11
3	2028	\$1,025,745,831.14	\$148,776,032.33	\$686,002,617.92	\$1,860,524,481.39
4	2029	\$1,042,251,744.73	\$151,173,497.49	\$697,059,223.54	\$1,890,484,465.76
5	2030	\$1,059,023,266.30	\$153,609,596.93	\$708,294,033.75	\$1,920,926,896.98
6	2031	\$1,076,064,669.93	\$156,084,953.23	\$719,709,920.77	\$1,951,859,543.94
7	2032	\$1,093,380,298.52	\$158,600,199.01	\$731,309,803.11	\$1,983,290,300.64
8	2033	\$1,110,974,564.80	\$161,155,977.07	\$743,096,646.33	\$2,015,227,188.19
9	2034	\$1,128,851,952.56	\$163,752,940.57	\$755,073,463.75	\$2,047,678,356.88
10	2035	\$1,147,017,017.72	\$166,391,753.21	\$767,243,317.30	\$2,080,652,088.22
11	2036	\$1,165,474,389.50	\$169,073,089.37	\$779,609,318.24	\$2,114,156,797.11
12	2037	\$1,184,228,771.64	\$171,797,634.30	\$792,174,627.98	\$2,148,201,033.92
13	2038	\$1,203,284,943.55	\$174,566,084.31	\$804,942,458.88	\$2,182,793,486.74
14	2039	\$1,222,647,761.57	\$177,379,146.90	\$817,916,075.08	\$2,217,942,983.55
15	2040	\$1,242,322,160.16	\$180,237,541.00	\$831,098,793.33	\$2,253,658,494.49
16	2041	\$1,262,313,153.21	\$183,141,997.11	\$844,493,983.84	\$2,289,949,134.16
17	2042	\$1,282,625,835.29	\$186,093,257.50	\$858,105,071.13	\$2,326,824,163.92
18	2043	\$1,303,265,382.92	\$189,092,076.41	\$871,935,534.93	\$2,364,292,994.26
19	2044	\$1,324,237,055.96	\$192,139,220.24	\$885,988,911.04	\$2,402,365,187.24
20	2045	\$1,345,546,198.89	\$195,235,467.71	\$900,268,792.25	\$2,441,050,458.86

Tramo 3: 7+035-11+300

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.80%
Año	A	B	C	A	B	C	Total
0 2025				-	-	-	-
1 2026	\$8.16	\$21.63	\$14.79	\$741,393,156.84	\$13,334,127.23	\$102,444,342.58	\$857,171,626.65
2 2027	\$8.23	\$21.80	\$14.91	\$753,302,896.51	\$13,548,326.65	\$104,090,008.50	\$870,941,231.66
3 2028	\$8.29	\$21.98	\$15.03	\$765,403,954.24	\$13,765,966.97	\$105,762,110.40	\$884,932,031.61
4 2029	\$8.36	\$22.15	\$15.15	\$777,699,403.36	\$13,987,103.46	\$107,461,072.94	\$899,147,579.77
5 2030	\$8.42	\$22.33	\$15.27	\$790,192,366.58	\$14,211,792.29	\$109,187,327.62	\$913,591,486.49
6 2031	\$8.49	\$22.51	\$15.39	\$802,886,016.75	\$14,440,090.52	\$110,941,312.85	\$928,267,420.13
7 2032	\$8.56	\$22.69	\$15.51	\$815,783,577.73	\$14,672,056.14	\$112,723,474.10	\$943,179,107.96
8 2033	\$8.63	\$22.87	\$15.64	\$828,888,325.12	\$14,907,748.05	\$114,534,263.98	\$958,330,337.15
9 2034	\$8.70	\$23.05	\$15.76	\$842,203,587.17	\$15,147,226.11	\$116,374,142.40	\$973,724,955.69
10 2035	\$8.77	\$23.24	\$15.89	\$855,732,745.60	\$15,390,551.15	\$118,243,576.63	\$989,366,873.38
11 2036	\$8.84	\$23.42	\$16.02	\$869,479,236.42	\$15,637,784.97	\$120,143,041.44	\$1,005,260,062.83
12 2037	\$8.91	\$23.61	\$16.14	\$883,446,550.88	\$15,888,990.34	\$122,073,019.26	\$1,021,408,560.48
13 2038	\$8.98	\$23.80	\$16.27	\$897,638,236.27	\$16,144,231.09	\$124,034,000.24	\$1,037,816,467.60
14 2039	\$9.05	\$23.99	\$16.40	\$912,057,896.90	\$16,403,572.01	\$126,026,482.42	\$1,054,487,951.33
15 2040	\$9.12	\$24.18	\$16.54	\$926,709,194.95	\$16,667,078.99	\$128,050,971.83	\$1,071,427,245.78
16 2041	\$9.20	\$24.38	\$16.67	\$941,595,851.46	\$16,934,818.95	\$130,107,982.64	\$1,088,638,653.06
17 2042	\$9.27	\$24.57	\$16.80	\$956,721,647.22	\$17,206,859.88	\$132,198,037.28	\$1,106,126,544.38
18 2043	\$9.34	\$24.77	\$16.94	\$972,090,423.76	\$17,483,270.88	\$134,321,666.55	\$1,123,895,361.19
19 2044	\$9.42	\$24.97	\$17.07	\$987,706,084.33	\$17,764,122.14	\$136,479,409.80	\$1,141,949,616.27
20 2045	\$9.49	\$25.17	\$17.21	\$1,003,572,594.87	\$18,049,485.00	\$138,671,815.04	\$1,160,293,894.91

Valor Tiempo

Velocidad de Recorrido	Situación Sin Proyecto		Total
------------------------	------------------------	--	-------

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



(km/hr)				Valor Tiempo			
Año	A	B	C	A	B	C	
0 2025				-	-	-	-
1 2026	35.22	32.06	29.42	\$526,061,694.11	\$45,087,466.46	\$457,347,372.85	\$1,028,496,533.43
2 2027	34.94	31.81	29.19	\$534,546,560.15	\$45,814,683.66	\$464,723,943.38	\$1,045,085,187.19
3 2028	34.66	31.55	28.96	\$543,168,278.86	\$46,553,630.17	\$472,219,490.86	\$1,061,941,399.89
4 2029	34.38	31.30	28.72	\$551,929,057.55	\$47,304,495.17	\$479,835,934.26	\$1,079,069,486.98
5 2030	34.11	31.05	28.49	\$560,831,139.13	\$48,067,470.90	\$487,575,223.52	\$1,096,473,833.55
6 2031	33.83	30.80	28.27	\$569,876,802.66	\$48,842,752.69	\$495,439,340.03	\$1,114,158,895.38
7 2032	33.56	30.56	28.04	\$579,068,363.99	\$49,630,539.02	\$503,430,297.12	\$1,132,129,200.14
8 2033	33.29	30.31	27.82	\$588,408,176.32	\$50,431,031.59	\$511,550,140.63	\$1,150,389,348.53
9 2034	33.03	30.07	27.59	\$597,898,630.77	\$51,244,435.33	\$519,800,949.35	\$1,168,944,015.44
10 2035	32.76	29.83	27.37	\$607,542,157.07	\$52,070,958.48	\$528,184,835.63	\$1,187,797,951.18
11 2036	32.50	29.59	27.15	\$617,341,224.12	\$52,910,812.64	\$536,703,945.88	\$1,206,955,982.65
12 2037	32.24	29.35	26.94	\$627,298,340.64	\$53,764,212.85	\$545,360,461.13	\$1,226,423,014.63
13 2038	31.98	29.12	26.72	\$637,416,055.81	\$54,631,377.57	\$554,156,597.60	\$1,246,204,030.99
14 2039	31.73	28.88	26.51	\$647,696,959.94	\$55,512,528.82	\$563,094,607.24	\$1,266,304,096.01
15 2040	31.47	28.65	26.29	\$658,143,685.10	\$56,407,892.19	\$572,176,778.33	\$1,286,728,355.62
16 2041	31.22	28.42	26.08	\$668,758,905.83	\$57,317,696.90	\$581,405,436.04	\$1,307,482,038.77
17 2042	30.97	28.20	25.88	\$679,545,339.79	\$58,242,175.89	\$590,782,943.08	\$1,328,570,458.75
18 2043	30.72	27.97	25.67	\$690,505,748.50	\$59,181,565.82	\$600,311,700.22	\$1,349,999,014.54
19 2044	30.48	27.75	25.46	\$701,642,937.99	\$60,136,107.20	\$609,994,147.00	\$1,371,773,192.20
20 2045	30.24	27.53	25.26	\$712,959,759.57	\$61,106,044.42	\$619,832,762.27	\$1,393,898,566.26

CGV'S Anuales (\$)				
Año	A	B	C	Total
0 2025	-	-	-	-
1 2026	\$1,267,454,850.95	\$58,421,593.69	\$559,791,715.44	\$1,885,668,160.08
2 2027	\$1,287,849,456.66	\$59,363,010.31	\$568,813,951.89	\$1,916,026,418.86
3 2028	\$1,308,572,233.10	\$60,319,597.14	\$577,981,601.26	\$1,946,873,431.50
4 2029	\$1,329,628,460.91	\$61,291,598.64	\$587,297,007.20	\$1,978,217,066.75
5 2030	\$1,351,023,505.70	\$62,279,263.19	\$596,762,551.14	\$2,010,065,320.03
6 2031	\$1,372,762,819.41	\$63,282,843.22	\$606,380,652.88	\$2,042,426,315.50
7 2032	\$1,394,851,941.72	\$64,302,595.16	\$616,153,771.22	\$2,075,308,308.11
8 2033	\$1,417,296,501.44	\$65,338,779.64	\$626,084,404.61	\$2,108,719,685.68
9 2034	\$1,440,102,217.95	\$66,391,661.44	\$636,175,091.75	\$2,142,668,971.13
10 2035	\$1,463,274,902.67	\$67,461,509.63	\$646,428,412.25	\$2,177,164,824.55
11 2036	\$1,486,820,460.55	\$68,548,597.61	\$656,846,987.32	\$2,212,216,045.48
12 2037	\$1,510,744,891.52	\$69,653,203.19	\$667,433,480.39	\$2,247,831,575.11
13 2038	\$1,535,054,292.09	\$70,775,608.66	\$678,190,597.84	\$2,284,020,498.59
14 2039	\$1,559,754,856.84	\$71,916,100.84	\$689,121,089.66	\$2,320,792,047.34
15 2040	\$1,584,852,880.06	\$73,074,971.19	\$700,227,750.16	\$2,358,155,601.40
16 2041	\$1,610,354,757.29	\$74,252,515.85	\$711,513,418.69	\$2,396,120,691.83
17 2042	\$1,636,266,987.01	\$75,449,035.77	\$722,980,980.35	\$2,434,697,003.14
18 2043	\$1,662,596,172.26	\$76,664,836.70	\$734,633,366.77	\$2,473,894,375.73
19 2044	\$1,689,349,022.32	\$77,900,229.35	\$746,473,556.80	\$2,513,722,808.47
20 2045	\$1,716,532,354.44	\$79,155,529.42	\$758,504,577.31	\$2,554,192,461.17

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)



5. Alternativas de solución

La selección de alternativas es parte del proceso de decisión de proyectos. Normalmente es necesaria la evaluación comparativa de los costos y beneficios de las alternativas mutuamente excluyentes. Si las alternativas tienen diferencias en los beneficios y calidad de servicio, entonces se debe considerar un análisis de costo – beneficio para cada una de ellas.

Para la evaluación se consideró una tasa social de descuento de 10% conforme a lo señalado por la Unidad de Inversiones en su oficio circular número 400.1.410.14.009 de fecha 13 de enero de 2014¹⁸

Las alternativas de solución analizadas para el proyecto son:

5.1. Alternativa A

Nombre: Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE.

Considera realizar trabajos de rehabilitación en el camino de referencia, utilizando como superficie de rodamiento carpeta asfáltica a lo largo de 11,300 m sobre un ancho de calzada variable. Dada la variabilidad de los anchos y enfocándose a la superficie de rodamiento a intervenir de 218,994.00 m², con trabajos consistentes en: terracerías, estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, señalamiento y dispositivos de seguridad, sistema de alumbrado público y obras inducidas. Los trabajos propuestos tienen la finalidad de ofrecer una circulación fluida, cómoda y segura, permitiendo tiempos de traslado, velocidades y costos generalizados de viaje adecuados.

Ventajas

- Bajo costo de inversión
- Vida útil prolongada siempre y cuando se realicen los trabajos de mantenimiento necesarios periódicamente
- Es buena opción de desplazamiento durante todo el año

Desventajas

- Menor tiempo de vida útil
- En caso de no dar un adecuado mantenimiento en la superficie de rodamiento implicaría un mayor gasto en su mantenimiento anual y requeriría de nuevas inversiones a mediano plazo, lo cual representaría un sobre costo para la sociedad.

Tiempo de Ejecución: 5 meses

Mantenimiento

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec.

✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y

¹⁸ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23409/oficio_tasa_social_de_descuento.pdf



subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.¹⁹

- **Limpieza de la superficie de rodadura:** consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Bacheo aislado:** consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.
- **Señalamiento horizontal:** consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ Conservación Periódica (Cada 3 años)

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

Las actividades principales que constituyen en la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, reconstrucción de terraplenes, rehabilitación de bases, reconstrucción de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.²⁰

- **Limpieza de la superficie de rodadura:** consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Bacheo aislado:** consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.
- **Renivelaciones:** consistente en realizar actividades sobre la superficie de una carpeta asfáltica para corregir deformaciones permanentes, tales como roderas, depresiones y corrugaciones, entre otras, con el propósito de restablecer las características geométricas, de drenaje superficial, de seguridad y de comodidad de la carretera.
- **Riego de sello:** consistente en actividades para construir una la superficie de una carpeta asfáltica, mediante la aplicación de un riego de material asfáltico y una capa de material pétreo triturado, de una composición granulométrica determinada, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad de la superficie de rodadura.
- **Señalamiento horizontal:** consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

¹⁹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

²⁰ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT



✓ **Rehabilitación (Cada 10 años):**

- **Limpieza de la superficie de rodadura:** consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Sobrecarpeta asfáltica:** Carpeta de 5 cm de espesor que son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.
- **Fresado de la carpeta asfáltica:** que son el conjunto de actividades que se realizan con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar capas de rodadura deterioradas.
- **Señalamiento horizontal:** consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014 la cual nos dice “Para determinar las acciones de mantenimiento es necesario auscultar la red de carreteras para conocer sus condiciones actuales. Los resultados de la evaluación permiten conocer el estado físico de cada tramo y clasificarlos, determinando sus niveles de atención. Con base en esto, las áreas responsables pueden determinar las acciones de conservación de la red, previa formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramo, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,”.²¹

Con base en lo anterior y en datos obtenidos en campo de proyectos similares la subdirección de Estudios y Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México se ha determinado que los tiempos de ejecución serán los siguientes:

- Conservación rutinaria: Anualmente (Cada año)
- Conservación periódica:
 - ✓ Riego de Sello: Cada 3 años
 - ✓ Sobrecarpeta: Cada 10 años

Para el presente proyecto no se consideran trabajos de reconstrucción en el análisis de estudio ya que el periodo de evaluación es de 20 años, y los trabajos de reconstrucción serán tomados en cuenta en el año 21.

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende el mantenimiento del tramo km 0+000 al km 11+300 del camino:

²¹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 30 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
LONGITUD =		11300	M	
ÁREA =		218,994	M2	
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE (S/IVA)
Limpieza de la superficie	m2	\$ 2.80	218994.00	\$ 612,533.60
Bacheo aislado (5 cm)	M³	\$ 6,500.00	656.29	\$ 4,265,859.00
Marcas en guarniciones	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
Señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
TOTAL S/ IVA=				\$ 8,855,992.60
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
Limpieza de la superficie	m2	\$ 2.80	218994.00	\$ 612,533.60
Bacheo aislado	M³	\$ 6,500.00	656.29	\$ 4,265,859.00
Renivelaciones (3.5 cm)	M³	\$ 5,200.00	114.85	\$ 597,220.26
Riego de sello	M²	\$ 96.00	218,994.00	\$ 21,023,424.00
Señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
Marcas en guarniciones	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
TOTAL S/ IVA=				\$ 30,476,636.86
REHABILITACIÓN (10 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
Limpieza de la superficie	m2	\$ 2.80	218994.00	\$ 612,533.60
Sobrecarpetas (5cm)	M³	\$ 6,200.00	10,949.70	\$ 67,888,140.00
Fresado (5cm)	m2	\$ 20.00	218,994.00	\$ 4,379,880.00
Señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
Marcas en guarniciones	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
TOTAL S/ IVA=				\$76,858,153.60

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

5.2. Alternativa B

Nombre. Rehabilitación con losas de concreto hidráulico del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE.

Se realizarán trabajos de mejoramiento de la superficie de rodamiento del camino con losas concreto hidráulico de 15 cm de espesor a lo largo de 11,300 km, con trabajos consistentes en terracerías, estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, señalamiento y dispositivos de seguridad, sistema de alumbrado público y obras inducidas, con el objeto de reducir los tiempos de traslado, aumentar las velocidades de recorrido y disminuir los costos generalizados de viaje.



Ventajas

- Material con mayor resistencia y adaptación a los vehículos que circulen por la carretera.
- Mayor tiempo de vida útil.
- Menores costos de mantenimiento.

Desventajas

- Mayor costo de inversión.
- Mayores costos de molestia.
- Mayor tiempo de ejecución de los trabajos.

Tiempo de Ejecución: 10 meses.

Mantenimiento

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec con carpeta de concreto hidráulico:

✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**

- **Limpieza de la superficie de rodadura**, consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Sellado de juntas** que son las actividades que se realizan para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, así como de prevenir la infiltración del agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia, así como la degradación o deterioro de dicha estructura o de la grieta o junta en sí, debido a la concentración de esfuerzos
- **Señalamiento horizontal** que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

- **Limpieza de la superficie de rodadura**, consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Señalamiento horizontal** que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.
- **Reparación de desconchamientos:** consiste en reparar desconchaduras mayores de 15 cm x 4 cm en planta, mediante la remoción parcial de la losa en la zona de la desconchadura, el rasante y, en su caso, el remplazo del sello de la junta, a fin de restablecer las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura y evitar la degradación de la losa.
- **Reposición parcial de losas de concreto** consistente en la reposición parcial de losas



con solo una fractura transversal a fin de restablecer o mejorar las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura.

✓ Rehabilitación (Cada 15 años)

- **Limpieza de la superficie de rodadura**, consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- **Fresado**, consistente en la remoción de una capa de la losa de concreto de 5 cm de espesor para dejar una superficie como desplante de la sobrelosa.
- **Sobrelosa de concreto hidráulico** de 5 cm de espesor que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Portland y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Se repondrán totalmente aquellas losas con dos o más fracturas transversales.
- **Señalamiento horizontal** que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Al igual que en la alternativa A los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014.

Con base en lo anterior y en datos obtenidos en campo de proyectos similares la subdirección de Estudios y Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México ha determinado que los tiempos de ejecución serán los siguientes:

- Conservación rutinaria: Anualmente (Cada año)
- Conservación periódica: Cada 3 años
- ✓ Sellado de Juntas
- Rehabilitación: Cada 15 años
- ✓ Reposición parcial de losas de concreto

Para el presente proyecto no se consideran trabajos de reconstrucción en el análisis de estudio ya que el periodo de evaluación es de 30 años, y los trabajos de reconstrucción serán tomados en cuenta en el año 31.

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado para la longitud total de 11.300 km.

Tabla 31 Mantenimiento alternativa B
COSTOS DE MANTENIMIENTO

DATOS		
LONGITUD =	11300	M
ÁREA =	218,994	M ²

CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
Limpieza de la superficie de rodamiento	M2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Sellado de grietas en losas	m3	\$ 5,800.00	153.13	\$888,173.72
señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$2,712,000.00
TOTAL s/ IVA=				\$4,212,707.32

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
Limpieza de la superficie de rodamiento	M2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60
Reposición parcial de losas de concreto hidráulico	M3	\$ 6,040.00	984.43	\$5,945,951.16
Reparación de desconchamientos en losas de concreto hidráulico	M3	\$ 5,750.00	1148.50	\$6,603,877.88
Señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$2,712,000.00
Marcas en guarniciones	M	\$ 56.00	22,600.00	\$1,265,600.00
TOTAL s/ IVA=				\$17,139,962.64

Rehabilitación (15 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
Limpieza de la superficie de rodamiento	M2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60
Demolición de 5 cm de esp de concreto	M3	\$ 935.00	10949.70	\$10,237,969.50
Losa de concreto de 5 cm	M ³	\$ 6,040.00	10949.70	\$66,136,188.00
Señalamiento horizontal	M	\$ 30.00	90,400.00	\$2,712,000.00
Marcas en guarniciones	M	\$ 56.00	22,600.00	\$1,265,600.00
TOTAL s/ IVA=				\$80,964,291.10

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

El diseño del tipo de estructura del camino cumple con la condición de que los beneficios del material son iguales y crecientes en el tiempo, por lo que resta decidir cuál es la manera menos costosa de edificar y mantener: (i) Carpeta Asfáltica (ii) Concreto Hidráulico.

Así mismo la diferencia en los tiempos de ejecución se debe al proceso de construcción al colocar la carpeta asfáltica o losa de concreto hidráulico.

5.3. Costos por molestia de las Alternativas

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto ya que se procederá a cerrar la circulación en una parte de los carriles.

Sin embargo, debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomará como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras.

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: ²²

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_C - CGV_0$$

²² Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf



Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV₀ es el costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto

Los costos por molestias se presentan debido a que durante la construcción del proyecto se procederá a cerrar parcialmente la circulación habilitando únicamente parte de los carriles de circulación, esto ocasiona que las velocidades de recorrido disminuyan.

Dichos costos serán determinados por la diferencia de los CGV's de la situación sin proyecto y los CGV's calculados con las velocidades promedios que se presentarían durante la construcción, presentando así un costo anual por molestias.

En las siguientes tablas se muestra el costo por molestias mencionado para cada uno de los tramos del camino que comprende los 11.30 km del proyecto:

Tabla 32. Costos por molestia

Tramo 1: 0+000-2+735				
Situación Sin Proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año		A	B	C
0	2025	35	32	29

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año		A	B	C
0	2025	17	16	14

CGV Actual				
Año		A	B	C
0	2025	\$398,036,850.80	\$92,672,946.83	\$343,969,420.04
Total		\$834,679,217.68		

Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año		A	B	C
0	2025	\$ 8.16	\$21.63	\$14.79

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año		A	B	C
0	2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19

CGV Durante la Construcción				
Año		A	B	C
0	2025	\$680,456,439.53	\$174,846,600.15	\$657,118,098.45
		\$1,512,421,138.13		

CGV Total Anual				
A		B	C	Total
-\$282,419,588.73		-\$82,173,653.32	-\$313,148,678.41	-\$677,741,920.45

Mensual		-\$56,478,493.37		
---------	--	------------------	--	--

Tramo 2: 2+735-7+035				
Situación Sin proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2025	34	31	29	
Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2025	\$8.16	\$21.63	\$14.79	
Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



0	2025	17	15	14
---	------	----	----	----

0	2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19
---	------	---------	---------	---------

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0	2025	\$985,629,036.56	\$142,950,956.12	\$659,139,641.55
Total		\$1,787,719,634.23		

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0	2025	\$1,687,743,333.16	\$270,030,084.12	\$1,259,522,889.39
		\$3,217,296,306.67		

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$702,114,296.60	-\$127,079,128.01	-\$600,383,247.84	-\$1,429,576,672.45	

-\$ 119,131,389.37

Tramo 3: 7+035-11+300

Situación Sin proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0	2025	35	32	29

Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0	2025	\$8.16	\$21.63	\$14.79

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0	2025	18	16	15

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0	2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0	2025	\$1,257,395,685.47	\$57,957,930.25	\$555,348,924.04
Total		\$1,870,702,539.76		

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0	2025	\$2,147,036,828.86	\$109,301,710.08	\$1,059,882,201.96
		\$3,316,220,740.91		

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$889,641,143.39	-\$51,343,779.84	-\$504,533,277.92	-\$1,445,518,201.14	

-\$ 120,459,850.10

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

A lo largo de los 11.3 km del proyecto, se tiene que los costos por molestias son:

Tabla 33. Costos por molestias en los 11.3 km del proyecto

Costos por molestias totales		
Tramo	Costos por molestia	
	Anuales	Mensuales
Tramo 1	\$ 677,741,920.45	\$ 56,478,493.37
Tramo 2	\$ 1,429,576,672.45	\$ 119,131,389.37
Tramo 3	\$ 1,445,518,201.14	\$ 120,459,850.10
Total	\$ 3,552,836,794.04	\$ 296,069,732.84

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)



Debido a que el periodo de ejecución de la Alternativa A (Carpeta de pavimento asfáltico) es menor, los costos por molestia para este caso se reducen a efecto del tiempo de la realización de los trabajos, ya que solamente se cerrará la circulación parcial por 5 meses. En caso contrario sucede con la alternativa B, la cual presenta mayor costo por molestia a causa de que el periodo de ejecución para realizar una carpeta con concreto hidráulico.

Tabla 34 Costos por molestia de las alternativas de solución

Costos por molestia de las alternativas		
Alternativa	Tiempo de ejecución (MESES)	Costos por molestia
A	5	\$ 1,480,348,664.18
B	7	\$ 2,072,488,129.86

Fuente: Elaboración propia con la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras
(Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

5.4. Costo Anual Equivalente de las Alternativas Evaluadas (CAE)

Alternativa A (seleccionada)

Para comparar la alternativa más conveniente de acuerdo a los costos presentados se procedió a realizar el análisis de Costo Anual Equivalente para cada una de las Alternativas de solución.

Tabla 35 Costo Anual Equivalente de las Alternativa A

Alternativa A						
Inversión C/IVA \$303,647,142.05		Inversión S/IVA \$261,764,777.63		Tasa de descuento 10.00%	Vida útil (Años) 20	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$261,764,777.63	\$-	\$1,480,348,664.18	\$1,742,113,441.81	\$1,742,113,441.81	\$204,627,991.19
1		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$8,050,902.36	\$945,655.97
2		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$7,319,002.15	\$859,687.25
3		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$22,897,548.35	\$2,689,537.44
4		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$6,048,762.11	\$710,485.33
5		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$5,498,874.64	\$645,895.75
6		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$17,203,266.98	\$2,020,689.28
7		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$4,544,524.50	\$533,798.14
8		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$4,131,385.91	\$485,271.04
9		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$12,925,069.11	\$1,518,173.77
10		\$76,858,153.60		\$76,858,153.60	\$29,632,145.36	\$3,480,580.68
11		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$3,103,971.38	\$364,591.31
12		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$9,710,795.72	\$1,140,626.42
13		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$2,565,265.60	\$301,315.14
14		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$2,332,059.64	\$273,922.85
15		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$7,295,864.56	\$856,969.51
16		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,927,322.02	\$226,382.52
17		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,752,110.92	\$205,802.29
18		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$5,481,491.03	\$643,853.88

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



19		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,448,025.56	\$170,084.54
20		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,316,386.87	\$154,622.31
Total		\$374,845,878.56	\$1,480,348,664.18	\$2,116,959,320.37	\$1,897,298,216.58	\$222,855,936.60

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

Tabla 36 Costo Anual Equivalente de las Alternativa B (Propuesta desecheda)

Alternativa B						
Inversión C/IVA		Inversión S/IVA		Tasa de descuento	Vida útil (Años)	
\$ 353,600,000.00		\$304,827,586.21		10.00%	30	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$304,827,586.21	\$ -	\$ 2,072,488,129.86	\$ 2,377,315,716.07	\$ 2,377,315,716.07	\$ 252,183,864.02
1		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 3,829,733.93	\$ 406,255.30
2		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 3,481,576.30	\$ 369,323.00
3		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 12,877,507.61	\$ 1,366,036.33
4		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,877,335.78	\$ 305,225.62
5		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,615,759.80	\$ 277,477.83
6		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 9,675,062.07	\$ 1,026,323.31
7		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,161,784.96	\$ 229,320.52
8		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,965,259.06	\$ 208,473.20
9		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 7,269,017.33	\$ 771,091.89
10		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,624,181.04	\$ 172,291.90
11		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,476,528.22	\$ 156,629.00
12		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 5,461,320.31	\$ 579,332.75
13		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,220,271.25	\$ 129,445.46
14		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,109,337.50	\$ 117,677.69
15		\$ 80,964,291.10		\$ 80,964,291.10	\$ 19,382,207.57	\$ 2,056,050.01
16		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 916,807.85	\$ 97,254.29
17		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 833,461.68	\$ 88,412.99
18		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 3,082,772.94	\$ 327,018.24
19		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 688,811.31	\$ 73,068.59
20		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 626,192.10	\$ 66,425.99
21		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 2,316,132.94	\$ 245,693.64
22		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 517,514.13	\$ 54,897.51
23		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 470,467.39	\$ 49,906.83
24		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 1,740,144.96	\$ 184,593.27
25		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 388,816.03	\$ 41,245.31
26		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 353,469.12	\$ 37,495.74
27		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 1,307,396.66	\$ 138,687.65
28		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 292,123.24	\$ 30,988.21
29		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 265,566.58	\$ 28,171.10
30		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 241,424.16	\$ 25,610.09
Total		\$ 306,550,845.90	\$ 2,072,488,129.86	\$ 2,683,866,561.97	\$ 2,468,383,699.88	\$ 261,844,287.28

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

De acuerdo al análisis anterior se cuenta con los siguientes resultados del Costo Anual Equivalente de cada alternativa:

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 37 Costo Anual Equivalente de las Alternativas (CAE)

Costo Anual Equivalente	
Indicador	Valor
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	\$222,855,936.60
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$ 261,844,287.28

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

5.5. Selección de la Alternativa

A continuación, se muestra un resumen de la comparación de las alternativas de solución de acuerdo al análisis antes descrito, con el objeto de contar con una superficie en óptimas condiciones para contar con menores tiempos de traslado y velocidades adecuadas y bajos costos generalizados de viaje.

Tabla 38 Comparación de las Alternativas de solución

Costo	Alternativa A	Alternativa B
Monto de inversión C/IVA	\$303,647,142.05	\$353,600,000.00
Monto de inversión S/IVA	\$261,764,777.63	\$304,827,586.21
Costos de mantenimiento S/IVA	Rutinaria: \$8,855,992.60 Periódica: \$30,476,636.86 Rehabilitación: \$76,858,803.20	Rutinaria: \$4,212,707.32 Periódica: \$17,139,962.64 Rehabilitación: \$80,964,291.10
Tiempo de vida útil	20 años	30 años
CAE	\$222,855,936.60	\$261,844,287.28

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

Como se puede observar, la propuesta seleccionada (Alternativa A) “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE.” con carpeta asfáltica es la apropiada en realizarse, ya que se reduce el monto de inversión principalmente. Además, el tiempo de ejecución de los trabajos es menor, de esta manera los costos por molestia se reducirán evitando causar problemas a los usuarios que circulan por el camino. Además, contará con señalamiento horizontal y vertical que permitirá mejorar la visibilidad de los conductores al observarse de mejor manera el camino. Así mismo, contará con obras de drenaje en buen estado para evitar encharcamientos sobre la superficie y evitar daños a la estructura del pavimento y contará con alumbrado y señalamiento horizontal y vertical que resguardarán la seguridad de los habitantes de la zona. Aunado a lo anterior, existen diferentes razones técnicas y económicas para llevar a cabo la ejecución de los trabajos con carpeta asfáltica como:

Razones Técnicas:

- Fácil construcción ya que el asfalto no necesita tiempo de fraguado.
- Las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, son las adecuadas para el tipo de vehículos que circulan por el camino, siendo más cómodo el viaje debido a las condiciones del asfalto (baja rugosidad).
- Mejor resistencia a la fatiga.
- El pavimento presenta flexibilidad.
- Las carreteras de asfalto pueden permanecer parcialmente abiertas mientras están siendo mejoradas, y sin la necesidad de períodos largos de curado se pueden volver a abrir rápidamente ayudando a mantener en funcionamiento el tráfico.

Razones Económicas:

- Los costos de mantenimiento son los adecuados.
- Debido a que el proyecto se realizará en menor tiempo no se generan altos costos adicionales.
- El asfalto tiene bajos costos iniciales, dura mucho tiempo, y debido a su capacidad de reciclaje, tiene un



valor residual superior a otros pavimentos.

•El resultado del Costo Anual Equivalente es menor en la Alternativa A con una diferencia de \$38,988,350.68 y de acuerdo a REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO de los programas y proyectos de inversión la alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE.

Con la ejecución del proyecto se contará con una expansión económica que garantiza el bienestar de los habitantes, se mantendrá la prosperidad y satisficará las necesidades de las personas. Permitirá que la población pueda acceder a servicios de calidad en educación, salud, vivienda, entretenimiento, esparcimiento y pueda cubrir todas sus necesidades básicas de alimentación y vestido.

d. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión

Tipo de PPI.

Tipo de PPI	
Proyectos	Programas
Infraestructura económica ☒	Mantenimiento ☐
Infraestructura para el desarrollo social ☐	Mantenimiento de protección civil ☐
Infraestructura gubernamental ☐	Estudios de preinversión ☐
Inmuebles ☐	Ambiental ☐
Otros proyectos ☐	Otros programas ☐

De acuerdo a las REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO para la elaboración y presentación de los estudios costo y beneficio de los programas de inversión, publicado en DOF, con fecha 12 de marzo del 2025, el tipo de proyecto es Infraestructura Económica y por la inversión el estudio corresponde a un Análisis Costo Beneficio a nivel de perfil, por ser un proyecto de inversión cuyo monto total es mayor a 80 millones de pesos y menor a 500 millones de pesos.

El presente estudio analiza la factibilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura denominado **“Rehabilitación del camino No. 759 vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE.”**, mejorará la superficie de rodamiento para los usuarios de la red vial existente con el objeto de aumentar las velocidades, reducir tiempos de traslado y disminuir los costos generalizados de viaje.

1. Descripción general

El presente proyecto consiste en rehabilitar el camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec. La rehabilitación se realizará a través de la reparación de agrietamientos, oquedades y deformaciones existentes en la superficie de rodamiento mediante trabajos consistentes en: recorte de carpeta asfáltica, cortes de manera aislada, recompactación de la superficie descubierta después del corte en caja, formación de pedraplén, tendido de una capa subrasante, formación de base hidráulica, recompactación con calidad de base en base hidráulica expuesta después del corte de carpeta asfáltica, riego de impregnación, tendido de carpeta asfáltica y de riego de sello, demolición de guarniciones y baquetas dañadas, colocación de rellenos, construcción de banquetas y guarniciones, reposición de marcos y rejillas de las obras de drenaje, colocación de señalamiento horizontal y vertical e instalación de alumbrado público, incluyendo el retiro de luminarias dañadas.

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



La zona de incidencia del proyecto, correspondiente al municipio de Ecatepec se registra una población de 1,645,352 habitantes para el año 2020 según datos del INEGI, y de manera particular el PPI se ubica en la localidad de Ecatepec de Morelos con una población de 1,643,623 habitantes, que representan la población objetivo (Población beneficiada).

Tabla 39 Población objetivo

Municipio	Localidades	Año
		2020
Ecatepec	Ecatepec de Morelos	1,643,623
	Total	1,643,623

Fuente: INEGI Censo 2020



Fuente: Mapa de Datos y Espacio - INEGI Censo 2020
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espaciodydatos/default.aspx>

El tramo para intervenir corresponde al tramo del km 0+000 al km 11+300 del camino No. 759 Vía Morelos a lo largo de una longitud de 11.30 km sobre 2 cuerpos de circulación que cuenta con un ancho de calzada variable que va de los 7 a los 15.20 m por cuerpo.

Tabla 40: Anchos de calzada del camino

Cadenamiento	Longitud	No de carriles a intervenir	Carril del Mexibús	Acho de calzada	Superficie de carriles a intervenir
CUERPO ESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+230	230 m	5 de 3.0 m c/u	Inexistente	15.0 m	3,450.0 m ²
0+230 al 0+325	95 m	4 de 3.0 m c/u	Inexistente	12.0 m	1,140.0 m ²

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



0+325 al 7+470	7,145 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	70,735.5 m ²
7+470 al 7+620	123 m	3 de 3.3 m c/u	*Ancho variable	12.72 m	1,564.4 m ²
7+620 al 9+840	2,247 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	22,245.3 m ²
9+840 al 10+200	360 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	2,520.0 m ²
10+200 al 10+705	505 m	3 de 3.2 m c/u	Ancho variable	9.6 m	4,848.0 m ²
10+705 al 11+300	595 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	4,165.0 m ²
Subtotal 1					110,668.2 m²
CUERPO OESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+270	270 m	5 de 3.03 m c/u	Inexistente	15.15 m	4,090.5 m ²
0+270 al 10+585	10,315 m	3 de 3.20 m c/u	Ancho variable	9.62 m	99,230.3 m²
10+585 al 11+300	715 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	5,005.0 m ²
Subtotal 2					108,325.8 m²
Total					218,994.0 m²

Como se puede observar de la tabla anterior, el proyecto contempla intervenir una superficie total de **218,994 m²** sobre una longitud total de **11.30 km**, la superficie de rodamiento no incluye la superficie del Mexibús.

La sección a trabajar cuenta con dos cuerpos de circulación (uno por sentido) separados por un camellón central; cada cuerpo de circulación opera para un sentido y se compone de 2 a 5 carriles de circulación cada uno. Cabe mencionar que en algunos tramos los cuerpos incluyen los carriles del Mexibús, cuya superficie de rodadura es a base de losas de concreto hidráulico en buen estado, por lo que sobre este carril **no** se realizarán trabajos. Los carriles restantes se trabajarán con trabajos de carpeta asfáltica con el objeto de mejorar la superficie de rodamiento y de esta forma aumentar las velocidades, reducir los tiempos de traslado y disminuir los costos generalizados de viaje. Una vez ejecutados los trabajos, la superficie de rodamiento estará representada mediante un IRI de 3 mm/m.

Además, a lo largo del tramo se reconstruirán banquetas y guarniciones, se colocará señalamiento horizontal y vertical y se colocará alumbrado público con la finalidad de resguardar la seguridad de los usuarios y habitantes de la zona, y se realizarán trabajos de reposición de marcos y rejillas de las obras de drenaje para evitar irregularidades sobre la superficie de rodamiento.

A continuación, se describe el procedimiento constructivo correspondiente al PPI.

- **SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.** Antes de iniciar los trabajos de pavimentación, se colocará el señalamiento diurno y nocturno, restrictivo, informativo, preventivo como los dispositivos de seguridad en zonas de la obra vial, que se colocan provisionalmente para guiar al tránsito y resguardar la integridad física de los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas en operación, así como del personal.
- **RECORTE DE CARPETA ASFÁLTICA.** La superficie de rodamiento existente, con una máquina fresadora que trabaje en frío, el material disgregado producto del recorte se levantará, se transportará y se depositará en el lugar que indique la supervisión.
- **CORTE EN CAJA.** En los tramos donde lo indique el proyecto o lo apruebe la supervisión, se realizará corte en caja sobre el ancho de corona del camino, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, para alcanzar los niveles de rasante existentes, los materiales que se extraigan se levantarán, se transportarán y se depositarán en el lugar que indique la supervisión de la obra.
- **RECOMPACTACIÓN DE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA.** En la superficie descubierta después del



recorte de la carpeta asfáltica, esta se perfilará y donde no se realicen los trabajos de corte en caja, se afinará y compactará al 100% PVSM AASTHO modificada, la capa así trabajada funcionará como capa de desplante de la carpeta asfáltica.

- **PEDRAPLEN.** En el tramo donde indique el proyecto o apruebe la supervisión, después del corte, sobre la plantilla de desplante de las terracerías del camino, una vez recompectada al 100% AASTHO, estándar, se construirá una capa rompedora de capilaridad constituida con fragmentos de roca con tamaños mayores a 3" (7.6 cm.) y menores de 8" (20.3 cm.), se deberá construir en capas, acomodada con tractor de orugas con vibrocompactador de 37.0 toneladas, pasándolo por cada punto de la superficie las veces que sea necesario hasta que se logre su mayor acomodo.
- **CAPA SUBRASANTE.** Terminada la capa de pedraplén, sobre la superficie de desplante, debidamente acomodada y perfilada, se construirá una capa subrasante, tendida en dos capas de 15 cm cada una, con material de banco, con tamaño máximo de 3", compactada hasta alcanzar el cien por ciento (100%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO estándar.
- **BASE HIDRÁULICA.** Terminada la construcción de la capa subrasante en el tramo antes de que se deteriore, pierda humedad y compactación, se construirá la capa de base hidráulica en el área afectada, que proporcione un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, aminorando los esfuerzos inducidos y previniendo la migración de finos, construida con material de banco grava – arena inerte (cero % de IP) cribada a tamaño máximo de 1½", se compactará al 100% mínimo de su PVSM AASTHO modificada.
- **RIEGO DE IMPREGNACIÓN.** Una vez con la superficie ligeramente húmeda, barrida, sin polvo ni material suelto, se le aplicará un riego de impregnación, con objeto de impermeabilizar la superficie de la base y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, con emulsión asfáltica ECI-60, con 60% aproximado de residuo asfáltico. La cantidad por aplicar será de 1.5 Lt/m², dependiendo de la textura superficial y del residuo de la emulsión, se aplicará un poreo con arena con tamaño máximo de 5.0 mm, dosificada 6 Lt/m².
- **RIEGO DE LIGA.** Con la superficie seca, barrida, sin polvo ni material suelto, se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 con 65 % mínimo de residuo asfáltico, en cantidad de 1.0 Lt/m², de acuerdo a la textura que acuse la superficie impregnada.
- **CARPETA ASFALTICA.** Aplicado y fraguado el riego de liga, se construirá mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, una carpeta asfáltica, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura, capaz de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.
- **RIEGO DE SELLO.** Para riego de sello se empleará material pétreo tipo 3-A y emulsión asfáltica de rompimiento rápido modificada con polímeros de alta viscosidad, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento, la seguridad de la superficie de rodadura, así como para evitar la oxidación prematura del asfalto de la carpeta por los cambios de temperatura y humedad. Para riego de sello se empleará material pétreo tipo 3-A y emulsión asfáltica de rompimiento rápido modificada con polímeros de alta viscosidad.
- **DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE.** Se procederá con la demolición de guarniciones y banquetas de concreto simple existentes en mal estado, por medios mecánicos.
- **RELLENO DE EXCAVACIONES.** se ejecutarán las actividades referentes a rellenos de excavaciones y obras de terracerías, mediante la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras.
- **GUARNICIONES Y BANQUETAS.** Para los tramos donde se requieran las guarniciones, se usará concreto hidráulico con $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y se dejará una altura libre de guarnición de 15 cm sobre



la rasante del pavimento. las losas de banquetas serán de 10 cm de espesor de concreto hidráulico estampado de acuerdo al proyecto, o el estampado que determine la supervisión, con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. en el área de banquetas se hará un despalle de 20 cm de espesor, para eliminar el suelo con material vegetal; el desplante de la banqueta se re compactará al 90% del PVSM AASHTO de los materiales en 20 cm de espesor, el relleno para apoyo de las losas se hará en capas de 20 cm de espesor de tepetate.

- **REPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE OBRAS DE DRENAJE:**

- *Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.

- *Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de banqueta reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.

- *Reposición de brocal y tapa de polietileno para pozo de visita reforzado para tránsito pesado, capacidad de carga 20 ton.

- *Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado rectangular de 0.40 x 1.50 m para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.

- **SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.** Se colocarán, las marcas en el pavimento necesarias para delinear las características geométricas de la vialidad, con el objetivo de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones.

- *Raya separadora de carriles, continua sencilla.

- *Raya separadora de carriles, discontinua.

- *Raya en la orilla derecha continua, en color blanco reflejante.

- *Raya en la orilla izquierda continua en color blanco reflejante.

- *Rayas para cruce de peatones en vías primarias.

- *Flechas de 5.0 m de largo.

- **MARCAS EN GUARNICIONES.** Se aplicará pintura sobre las guarniciones adyacentes al camino, con el fin de delinear e indicar su presencia y las restricciones de estacionamiento, cubriendo tanto su cara vertical como la horizontal, en color amarillo tráfico o la que indique la supervisión de obra.

- **SEÑALES VERTICALES BAJAS.** Para regular el uso de la vialidad se instalará el señalamiento necesario mediante tableros en postes, marcos y otras estructuras, transmitiendo al usuario un mensaje relativo a la carretera.

- *Señales preventivas

- *Señales restrictivas

- *Señales informativas de destino

- **SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.**

- ***Luminarias Suburbanas.** En donde sea señalado por el proyecto se procederá a marcar y delimitar las partes donde instalaran las luminarias, para posteriormente realizar el corte con disco, demolición y perfilado, retiro y acarreo del producto de demolición, teniendo en consideración las precauciones necesarias para evitar daños a terceros y garantizar la correcta instalación.

- Una vez terminado se realizarán los trabajos de construcción de dado de cimentación, anclas de $3/4 \times 60 \text{ cm}$; tuercas, registro para conexiones, placa base de 13 mm, distancia entre centros de barrenos de 109 cm; instalación de poste metálico circular cónica de 9 metros de altura, aplicación de primer y dos capas de esmalte anticorrosivo de color de acuerdo con el proyecto y preparación de cableado calibre 10.

- Posteriormente sobre el poste se realizará la instalación del brazo de tubo de acero Ced. 30 de 2" de diámetro de 1.20 de largo con percha o ménsula para su fijación a poste, acabado con



pintura en polvo y aplicación electrostática.

Sobre el brazo recién colocado se conectará y sujetará la luminaria solar de alumbrado público con 100w 40luxes ip65 13200lm sistema integrado de iluminación solar all in one con las siguientes características:

- luminaria led.
- panel solar.
- baterías de litio con cuerpo construido en aluminio y policarbonato con un banco de baterías adecuado para operar de manera continua hasta por dos días nublados un perfil de atenuación preestablecido de funcionamiento en 4 ciclos para garantizar iluminación continua sin interrupciones durante toda la noche atenuación preestablecida de funcionamiento en 4 ciclos para garantizar iluminación continua sin interrupciones durante toda la noche.

***Luminarias Interpostales.** En donde sea señalado por el proyecto se procederá a marcar y delimitar para posteriormente realizar la preparación del cableado y el área donde se desplantará la luminaria interpostal.

Sobre las zonas remarcadas se realizarán perforaciones para el montaje sobrepuesto al piso mediante una placa de acero de 3/8" con barrenos de 3/4" con distancia de 19 mm entre barrenos, teniendo en consideración las precauciones necesarias para evitar daños a terceros y garantizar la correcta instalación.

Después de los preparativos se instalarán las unidades de iluminación Interpostal de alumbrado público con las siguientes características:

- 2.8 m de altura.
- Sección triangular, con luz de acento en la columna del poste.
- Fabricado de acero galvanizado de una sola pieza, sin soldadura aparente
- Acabado con pintura de aplicación electrostática curada al horno.
- Equipado con un sistema LED de alto flujo para luz directa.
- Iluminación RGB de acentuación de decorativos en "Escudos y Líneas" con control RGB.
- Protección para variaciones de voltaje.

• OBRAS INDUCIDAS

***Retiro de luminarias**

Se retirarán 18 piezas a lo largo del tramo cada una de las luminarias existentes para su resguardo y entrega posterior a la dependencia, se utilizará los medios, equipo y herramienta que la empresa considere necesarios para su correcta ejecución

- **ANUNCIO INFORMATIVO:** Se colocará la cartelera informativa construida con Lámina galvanizada calibre 18, bastidor compuesto por perfil tubular rectangular (PTR) galvanizado 2" x 2", dividido en 2 secciones de 2.5 x 3 metros, postes compuestos de perfil tubular rectangular (PTR) de 4", el acabado de bastidor con vinil autoadherible impreso en gran formato para el inicio de la obra y al finalizar.

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 41 Componentes del PPI

Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
Cortes	Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes de la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.	\$381.02	29,923.34	m ³	\$11,401,391.01
Recompactación	Recompactación al 100% AASTHO, estandar del terreno natural en la superficie descubierta al despallar, escarificar y/o cortar, para la formación de la capa subrasante por el propio terreno natural.	\$46.09	7,480.84	m ³	\$344,791.92
Capa subrasante	Formación de capa subrasante compactada al 100% de su PVSM AASHTO Estandar.	\$363.81	11,221.25	m ³	\$4,082,402.96
Pedraplenes	Formación de pedraplenes con fragmentos de roca y agrava con tamaños de 1 a 8" para las zonas inestables.	\$530.60	11,221.25	m ³	\$5,953,995.25
Rellenos	Para el relleno de banquetas y guarniciones.	\$312.01	395.50	m ³	\$123,399.96
Guarniciones	Guarniciones de concreto hidráulico f'c=150 Kg/cm ² , de 0.09 m2 de sección transversal.	\$504.11	2,260.00	m	\$1,139,288.60
Banquetas	Banquetas de concreto hidráulico f'c=100 Kg/cm ² , de 0.10 m de espesor.	\$452.33	7,910.00	m ²	\$3,577,930.30
Demoliciones y desmantelamientos	Demoliciones y desmantelamientos para el material de concreto hidráulico simple	\$934.28	994.40	m ³	\$929,048.03
Coladera de piso	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$3,249.92	95.00	Pza.	\$308,742.40
Coladera de banqueta	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de banqueta reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$3,799.75	38.00	Pza.	\$144,390.50
Pozo de visita	Reposición de brocal y tapa de polietileno para pozo de visita reforzado para tránsito pesado, capacidad de carga 20 ton.	\$4,015.00	117.00	Pza.	\$469,755.00
Coladera de piso reforzado rectangular	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado rectangular de 0.40 x 1.50 m para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$15,133.75	15.00	Pza.	\$227,006.25
Base hidráulica	Base hidráulica con producto procedente de banco.	\$777.29	7,480.84	m ³	\$5,814,782.12
Riego de impregnación	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ² .	\$43.61	218,994.00	m ²	\$9,550,328.34
Arena para cubrir el riego de impregnación	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ²	\$664.18	13,139.64	m ³	\$8,727,086.10
Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos, compactada como mínimo al 95% de su PVM prueba Marshall, formada con material del banco más cercano a la obra, que escoja el contratista y cuente con los permisos y calidades de acuerdo con la legislación vigente local y federal y las normas de SCT y/o las que apliquen en la materia y sean validados por la Supervisión. Aplicación y suministro de los materiales necesarios para el riego de liga a base de una	\$5,984.13	21,899.40	m ³	\$131,048,856.52

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
	emulsión asfáltica tipo ECR-65 en proporción de 1.0 Lt/m ² .				
Recompactación con calidad de base	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar, para la formación de la capa de base.	\$49.30	7,308.00	m ³	\$360,284.40
Riego de sello	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ² , premezclado con emulsión asfáltica de rompimiento rápido diluida en agua o similar según procedimiento constructivo.	\$95.71	218,994.00	m ²	\$20,959,915.74
Recorte de carpetas	Recorte de carpetas asfálticas en todo el espesor existente.	\$450.29	21,899.40	m ³	\$9,861,080.83
Raya continua	Raya separadora de carriles, continua sencilla.	\$ 29.25	2,160.00	m	\$ 63,180.00
Raya discontinua	Raya separadora de carriles, discontinua.	\$29.25	43,047.93	m	\$1,259,151.95
Raya en la orilla derecha	Raya en la orilla derecha, continua.	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Raya en la orilla izquierda	Raya en la orilla izquierda, continua.	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Rayas peatonales	Rayas para cruce de peatones en vías primarias.	\$71.79	70.00	Pza.	\$5,025.30
Rayas, símbolos y leyendas	Flechas de 5.0 m de largo	\$1,237.81	60.00	Pza.	\$74,268.60
Marcas en guarniciones	Suministro y aplicación de pintura tráfico en guarniciones. Por unidad de obra terminada.	\$55.99	22,600.00	m	\$1,265,374.00
Señales preventivas	Señal tipo SP en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola con acabado fondo reflejante tipo "A", color amarillo, claves y símbolos con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco. de 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$4,845.30	88.00	Pza.	\$426,386.40
Señales restrictivas	Señal tipo SR en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo reflejante tipo "A" color blanco, círculo en color rojo reflejante, claves, símbolos y leyendas en tinta serigráfica translúcida compatible en adherencia con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco., de 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$ 7,592.88	66.00	Pza.	\$501,130.08
Señales informativas de destino	Tipo SID en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo verde reflejante tipo "A" color verde, claves, símbolos y leyendas en reflejante tipo "A" color blanco de 40 x 178 cm en acabado reflejante.	\$7,480.09	22.00	Pza.	\$164,561.98
iluminación interpostal	Unidad de iluminación interpostal, alumbrado público de 2.8 m de altura, de sección triangular, con luz de acento en la columna del poste, fabricado de acero galvanizado de una sola pieza, sin soldadura aparente, acabado con pintura de aplicación electrostática curada al horno. Montaje mediante una placa de acero de 3/8" con barrenos de 3/4", sobre dado de cimentación de 0.30 m de profundidad y con una sección de 0.30 m x 0.30 m, formado a base de 4 anclas de 3/4" con tuerca y rondana de presión,	\$24,473.39	847.00	Pza.	\$20,728,961.33

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
	estribos de alambro de 1/4" @ 10 cm, con distancia de 19 mm entre barrenos. Incluye: Adquisición, instalación, equipo, canalización, acarreo de material producto de excavación, herramienta y mano de obra. .				
Luminaria solar	Luminaria solar para alumbrado público de 100w ip65 10000lm sistema solar al in one que incluye: luminaria led, panel solar, controlador y baterías de litio; Poste metálico circular cónico de 6 a 9 metros de altura, con dado de cimentación, demolición, excavación, construcción de dado de cimentación, anclas de 3/4 x 50 cm; tuercas, registro para conexiones, aplicación de primer y dos capas de esmalte anticorrosivo de color de acuerdo con el proyecto, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$32,354.97	644.00	Pza.	\$20,836,600.68
Obras inducidas	Retiro de luminarias (Se retirarán 18 piezas a lo largo del tramo cada una de las luminarias existentes para su resguardo y entrega posterior a la dependencia, se utilizará los medios, equipo y herramienta que la empresa considere necesarios para su correcta ejecución)	\$2,881.35	18.00	Pza.	\$51,864.30
Anuncio informativo	Cartelera informativa construida con Lámina galvanizada calibre 18, bastidor compuesto por perfil tubular rectangular (PTR) galvanizado 2" x 2", dividido en 2 secciones de 2.5 x 3 metros, postes compuestos de perfil tubular rectangular (PTR) de 4", el acabado de bastidor con vinil autoadherible impreso en gran formato para el inicio de la obra y al finalizar.	\$41,696.78	1.00	Pza.	\$41,696.78
SUBTOTAL					\$261,764,777.63
IVA					\$41,882,364.42
TOTAL					\$303,647,142.05

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

Cabe destacar que al ejecutar los trabajos antes presentados se refleja poca variación en el tiempo de traslado teniendo un ahorro de 4 minutos y 17 segundos. Sin embargo, los beneficios totales significativos se reflejan en los costos generalizados de viaje quienes se componen del costo de operación vehicular y del costo de tiempo recorrido. Ante esta situación, y en comparación de la situación con proyecto y sin proyecto se tiene un beneficio al primer año de \$701.42 mdp. Esta cantidad refleja el ahorro monetario en que los usuarios incurren. En la siguiente tabla se muestran los ahorros generados:

Tabla 42. Beneficios Promedio del PPI

Descripción	Situación Sin Proyecto	Situación con proyecto	Beneficio
Tiempo de traslado (h:min:s)	00:21:25	00:17:08	00:04:18
Costo de Operación vehicular (\$)	\$1,895,573,428.81	1,720,843,659.20	\$174,729,769.60
Costo Tiempo Recorrido (\$)	\$2,633,472,773.99	2,106,778,219.19	526,694,554.80
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$4,529,046,202.80	\$3,827,621,878.40	\$701,424,324.40



Aunado a lo anterior, la rehabilitación del camino cumple con la problemática principal de mejorar las condiciones de la superficie de rodadura con el objeto de aumentar las velocidades, disminuir los tiempos de traslado y reducir los costos generalizados de viaje. Ante esta situación, se valora que, del monto total de inversión, el 79.50% corresponde al costo de la rehabilitación de la superficie con trabajos consistentes en cortes, recompactación, capa subrasante, pedraplenes, base hidráulica, riego de impregnación, carpeta asfáltica, riego de sello y recorte de carpeta asfáltica) y el 15.90% únicamente corresponde a los trabajos de alumbrado público incluyendo iluminación interpostal, luminarias solares, señalética y retiro de postes; en conclusión, la mayor parte del monto de inversión atiende las necesidades de la vialidad a intervenir.

2. Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

Eje General 3: Economía moral y trabajo

Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro.

Estrategia 3.7.2 Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad

Línea de Acción. República próspera y conectada.

Iniciativas para desarrollar infraestructura estratégica que habilite una República mejor conectada. Esto incluye la mejora del transporte de pasajeros y la modernización de los puertos y aeropuertos, la promoción de la infraestructura para el comercio interno y transfronterizo, lo cual permitirá conectar de manera más eficiente a las distintas regiones del país, impulsando el desarrollo económico.

Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029

Objetivo. 3.6 Brindar una movilidad segura, digna y eficiente.

Estrategia 3.6.2 Modernizar la infraestructura de conectividad al interior del Estado de México.

Línea de Acción.

3.6.2.2 Rehabilitar y mejorar la red vial libre de peaje, propiciando la interconectividad entre las regiones y localidades más alejadas de la entidad.

3.6.2.3 Coadyuvar en la conclusión de obras de los distintos órdenes de gobierno, buscando una mejora en la movilidad en el estado.

Plan de Desarrollo Municipal de Ecatepec 2022-2024 (Actualmente no se cuenta con un Plan Municipal publicado al año 2025)

No existen objetivos, estrategias y líneas de acción relacionadas con el proyecto, respecto a la rehabilitación de caminos del municipio, únicamente hace referencia al alumbrado público.



Objetivo. Mejorar los servicios públicos en el municipio de Ecatepec de Morelos

Estrategia. Proporcionar a la población del municipio el servicio de alumbrado de las vías, parques y espacios de libre circulación con el propósito de proporcionar una visibilidad adecuada para el desarrollo de las actividades.

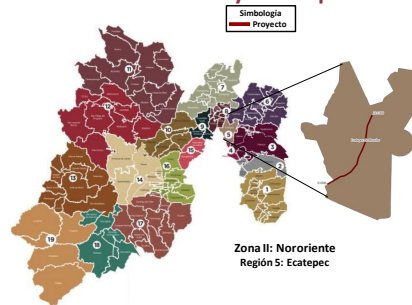
Línea de Acción.

- Ampliar y rehabilitar el alumbrado público en todas las colonias y comunidades del municipio.
- Promover la sustitución de las lámparas tradicionales por lámparas ahorradoras de energía basadas en tecnología led o energía solar.

3. Localización geográfica

El proyecto se ubica en el Estado de México dentro de la Región 5 (Ecatepec) en el municipio de Ecatepec de Morelos, en la localidad de Ecatepec de Morelos.

Ilustración 9 Entidad Federativa y Municipios del PPI



Fuente: División Territorial del Estado de México por Región, publicado en Gaceta de Gobierno del Estado de México el 27 de mayo del 2024.

Particularmente, el tramo km 0+000 al km 11+300 del proyecto a intervenir involucra una longitud total de 11,300 m, la cual se encuentra referenciada mediante las siguientes coordenadas de inicio y fin:

Tramo a intervenir:

Tabla 43: Localización del PPI





Fuente: Coordenadas obtenidas por el Mapa Digital de INEGI

4. Calendario de actividades

A continuación, se establece la programación de las principales actividades e hitos que serían necesarias para la realización del PPI.

Tabla 44 Calendario de actividades

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Cortes	20%	40%	40%			100%
Recompactación	20%	40%	40%			100%
Capa subrasante	20%	40%	40%			100%
Pedraplenes	20%	40%	40%			100%
Rellenos	10%	20%	60%	10%		100%
Guarniciones	10%	20%	60%	10%		100%
Banquetas	10%	20%	60%	10%		100%
Demoliciones y desmantelamientos	10%	20%	60%	10%		100%
Coladera de piso		10%	40%	50%		100%
Coladera de banquetta		10%	40%	50%		100%
Pozo de visita		10%	40%	50%		100%
Coladera de piso reforzado rectangular		10%	40%	50%		100%
Base hidráulica	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Riego de impregnación	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Arena para cubrir el riego de impregnación	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Carpeta asfáltica	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Recompactación con calidad de base	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Riego de sello	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Recorte de carpetas	10%	20%	20%	40%	10%	100%
Raya continua			20%	40%	40%	100%
Raya discontinua			20%	40%	40%	100%
Raya en la orilla derecha			20%	40%	40%	100%
Raya en la orilla izquierda			20%	40%	40%	100%
Rayas peatonales			20%	40%	40%	100%
Rayas, símbolos y leyendas			20%	40%	40%	100%
Marcas en guarniciones			20%	40%	40%	100%
Señales preventivas			20%	40%	40%	100%
Señales restrictivas			20%	40%	40%	100%
Señales informativas de destino			20%	40%	40%	100%
iluminación interpostal			20%	20%	60%	100%
Luminaria solar			20%	20%	60%	100%
Obras inducidas			20%	20%	60%	100%
Anuncio informativo			20%	20%	60%	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto





6. Monto total de inversión

Tabla 45 Componentes del PPI

Descripción de los componentes del proyecto				
Componente	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
				S/IVA
Cortes	\$ 381.02	29,923.34	m3	\$ 11,401,391.01
Recompactación	\$ 46.09	7,480.84	m3	\$ 344,791.92
Capa subrasante	\$ 363.81	11,221.25	m3	\$ 4,082,402.96
Pedraplenes	\$ 530.60	11,221.25	m3	\$ 5,953,995.25
Rellenos	\$ 312.01	395.50	m3	\$ 123,399.96
Guarniciones	\$ 504.11	2,260.00	m	\$ 1,139,288.60
Banquetas	\$ 452.33	7,910.00	m2	\$ 3,577,930.30
Demoliciones y desmantelamientos	\$ 934.28	994.40	m3	\$ 929,048.03
Coladera de piso	\$ 3,249.92	95.00	Pza.	\$ 308,742.40
Coladera de banquetta	\$ 3,799.75	38.00	Pza.	\$ 144,390.50
Pozo de visita	\$ 4,015.00	117.00	Pza.	\$ 469,755.00
Coladera de piso reforzado rectangular	\$ 15,133.75	15.00	Pza.	\$ 227,006.25
Base hidráulica	\$ 777.29	7,480.84	m3	\$ 5,814,782.12
Riego de impregnación	\$ 43.61	218,994.00	m2	\$ 9,550,328.34
Arena para cubrir el riego de impregnación	\$ 664.18	13,139.64	m3	\$ 8,727,086.10
Carpeta asfáltica	\$ 5,984.13	21,899.40	m3	\$ 131,048,856.52
Recompactación con calidad de base	\$ 49.30	7,308.00	m3	\$ 360,284.40
Riego de sello	\$ 95.71	218,994.00	m2	\$ 20,959,915.74
Recorte de carpetas	\$ 450.29	21,899.40	m3	\$ 9,861,080.83
Raya continua	\$ 29.25	2,160.00	m	\$ 63,180.00
Raya discontinua	\$ 29.25	43,047.93	m	\$ 1,259,151.95
Raya en la orilla derecha	\$ 29.25	22,600.00	m	\$ 661,050.00
Raya en la orilla izquierda	\$ 29.25	22,600.00	m	\$ 661,050.00
Rayas peatonales	\$ 71.79	70.00	Pza.	\$ 5,025.30
Rayas, símbolos y leyendas	\$ 1,237.81	60.00	Pza.	\$ 74,268.60
Marcas en guarniciones	\$ 55.99	22,600.00	m	\$ 1,265,374.00
Señales preventivas	\$ 4,845.30	88.00	Pza.	\$ 426,386.40
Señales restrictivas	\$ 7,592.88	66.00	Pza.	\$ 501,130.08
Señales informativas de destino	\$ 7,480.09	22.00	Pza.	\$ 164,561.98
iluminación interpostal	\$ 24,473.39	847.00	Pza.	\$ 20,728,961.33
Luminaria solar	\$ 32,354.97	644.00	Pza.	\$ 20,836,600.68
Obras inducidas	\$ 2,881.35	18.00	Pza.	\$ 51,864.30
Anuncio informativo	\$ 41,696.78	1.00	Pza.	\$ 41,696.78
SUBTOTAL				\$ 261,764,777.63
IVA				\$ 41,882,364.42
TOTAL				\$ 303,647,142.05

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto



7. Financiamiento

Tabla 46 Fuente de financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Proceso	Monto	Porcentaje
Federales				
Estatales	GIDEM 2025	Por ejercer	\$303,647,142.05	100.00%
Municipales				
Fideicomisos				
Otros				
Total			\$303,647,142.05	100%

Fuente: Elaboración propia

8. Capacidad instalada

La capacidad instalada resultante de la implementación del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicios y seguridad operativa en el camino. El diseño operacional permitirá incrementar la seguridad de los vehículos motorizados que circulan diariamente, Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo B, de acuerdo a la Capacidad y Niveles de Servicio en la red federal de carreteras, SICT 2023.

Tabla 47 Capacidad instalada

Tramo 1: 0+000-2+735						Tramo 2: 2+735-7+035							
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						Proyección del Transito Diario Promedio Anual							
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	33,534.00	Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	50,272.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual	0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		84.65%	2.90%	12.45%	100.00%	365	Año		88.07%	1.86%	10.07%	100.00%	365
0	2025	28,387	972	4,175	33,534	12,239,910	0	2025	44,275	935	5,062	50,272	18,349,280
1	2026	28,614	980	4,208	33,802	12,337,829	1	2026	44,629	943	5,103	50,674	18,496,074
2	2027	28,843	988	4,242	34,073	12,436,532	2	2027	44,986	950	5,144	51,080	18,644,043
3	2028	29,073	996	4,276	34,345	12,536,024	3	2028	45,346	958	5,185	51,488	18,793,195
4	2029	29,306	1,004	4,310	34,620	12,636,312	4	2029	45,708	965	5,226	51,900	18,943,541
5	2030	29,540	1,012	4,345	34,897	12,737,403	5	2030	46,074	973	5,268	52,315	19,095,089
6	2031	29,777	1,020	4,379	35,176	12,839,302	6	2031	46,443	981	5,310	52,734	19,247,850
7	2032	30,015	1,028	4,414	35,458	12,942,017	7	2032	46,814	989	5,353	53,156	19,401,833
8	2033	30,255	1,036	4,450	35,741	13,045,553	8	2033	47,189	997	5,396	53,581	19,557,047
9	2034	30,497	1,045	4,485	36,027	13,149,917	9	2034	47,566	1,005	5,439	54,010	19,713,504
10	2035	30,741	1,053	4,521	36,315	13,255,116	10	2035	47,947	1,013	5,482	54,442	19,871,212
11	2036	30,987	1,062	4,557	36,606	13,361,157	11	2036	48,330	1,021	5,526	54,877	20,030,181
12	2037	31,235	1,070	4,594	36,899	13,468,047	12	2037	48,717	1,029	5,570	55,316	20,190,423
13	2038	31,485	1,079	4,631	37,194	13,575,791	13	2038	49,107	1,037	5,615	55,759	20,351,946
14	2039	31,737	1,087	4,668	37,491	13,684,397	14	2039	49,500	1,045	5,660	56,205	20,514,762
15	2040	31,990	1,096	4,705	37,791	13,793,872	15	2040	49,896	1,054	5,705	56,654	20,678,880
16	2041	32,246	1,105	4,743	38,094	13,904,223	16	2041	50,295	1,062	5,751	57,108	20,844,311
17	2042	32,504	1,114	4,781	38,399	14,015,457	17	2042	50,697	1,071	5,797	57,565	21,011,065
18	2043	32,764	1,122	4,819	38,706	14,127,581	18	2043	51,103	1,079	5,843	58,025	21,179,154
19	2044	33,026	1,131	4,857	39,015	14,240,602	19	2044	51,512	1,088	5,890	58,489	21,348,587
20	2045	33,291	1,140	4,896	39,327	14,354,526	20	2045	51,924	1,097	5,937	58,957	21,519,376

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tramo 3: 7+035-11+300						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	62,708.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		92.33%	0.63%	7.04%	100.00%	365
0	2025	57,901	393	4,414	62,708	22,888,420
1	2026	58,364	396	4,449	63,210	23,071,527
2	2027	58,831	399	4,485	63,715	23,256,100
3	2028	59,302	402	4,521	64,225	23,442,148
4	2029	59,776	406	4,557	64,739	23,629,686
5	2030	60,254	409	4,594	65,257	23,818,723
6	2031	60,736	412	4,630	65,779	24,009,273
7	2032	61,222	415	4,667	66,305	24,201,347
8	2033	61,712	419	4,705	66,836	24,394,958
9	2034	62,206	422	4,742	67,370	24,590,117
10	2035	62,703	425	4,780	67,909	24,786,838
11	2036	63,205	429	4,819	68,452	24,985,133
12	2037	63,711	432	4,857	69,000	25,185,014
13	2038	64,220	436	4,896	69,552	25,386,494
14	2039	64,734	439	4,935	70,108	25,589,586
15	2040	65,252	443	4,975	70,669	25,794,303
16	2041	65,774	446	5,014	71,235	26,000,657
17	2042	66,300	450	5,054	71,805	26,208,663
18	2043	66,831	453	5,095	72,379	26,418,332
19	2044	67,365	457	5,136	72,958	26,629,679
20	2045	67,904	461	5,177	73,542	26,842,716

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

9. Metas anuales y totales de producción

Tabla 48 Metas físicas

Metas Físicas		
Descripción	Cantidad	Unidad de Medida
Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE (Longitud total a intervenir)	11,300	m

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

10. Vida útil

Tabla 49 Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	20 años
Periodo de ejecución	5 meses
Periodo de operación	20 años



11.Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del PPI

11.1. Estudios técnicos (Anexo 3. Factibilidades – Carpeta. Factibilidad técnica)

El camino No. 759 Vía Morelos, en municipio de Ecatepec se encuentra dentro de la jurisdicción de la Junta de Caminos del Estado de México acorde con lo establecido en la Gaceta del Gobierno del Estado de México, número 103, Tomo CXCIX.

Bajo este escenario, el Departamento de Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México, realizó un recorrido técnico para verificar el estado de conservación del camino. Derivado del recorrido técnico, se determinó que el camino en su cadenamiento km 0+000 al km 11+300, ubicado en el municipio de Ecatepec, cuenta con un espesor de carpeta asfáltica de ancho variable, la cual presenta deterioro en su superficie de rodamiento, observando tramos aislados que cuenta con daño en capas inferiores, al observarse hundimientos y pérdidas de finos.

Por lo anteriormente observado, es necesario llevar a cabo trabajos de rehabilitación, con reparación aislada de capas de pavimento dañadas, con el objetivo de ofrecer una vialidad en buen estado a los usuarios.

Además, la JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades técnicas antes del inicio de los trabajos. (Anexo 3. Factibilidades – Carpeta. Factibilidad técnica)

11.2. Estudios ambientales (Anexo 3. Factibilidades – Carpeta. Factibilidad Ambiental)

Las obras y actividades para llevar a cabo el proyecto no causan desequilibrio ecológico, ni rebasan los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en virtud de que se llevarán a cabo en una zona que ya ha sido perturbada anteriormente por el propio camino en operación, no afectando superficies adicionales, flora o fauna, únicamente se contempla el retiro de vegetación ruderal, que se encuentra invadiendo los elementos del camino de acuerdo al Artículo 5, inciso B) subinciso b) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Así mismo este organismo se compromete a cumplir con todas las factibilidades en aspectos ambientales previo al inicio de los trabajos.

11.3. Estudios legales (Anexo 3. Factibilidades – Carpeta. Factibilidad Legal)

De acuerdo con lo establecido en la Gaceta del Gobierno del Estado de México, número 103, Tomo CXCIX, publicada el día 8 de junio del año 2015, se presenta una relación de la infraestructura vial primaria libre de peaje. Derivado de ello, desde entonces el Camino **759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec**, se encuentra bajo la administración y responsabilidad de la Junta de Caminos del Estado de México. Por lo tanto, No se requiere la liberación de derecho de vía por tratarse de trabajos que se ejecutarán sobre la vía existente. Aunado a lo anterior, dentro de la Factibilidad lega se hace referencia acerca de que el camino forma parte del Proyecto de Prestación de Servicios (PPS), ante esta situación y con el propósito de precisar que los trabajos de iluminación realizados en las vialidades públicas correspondientes a los caminos bajo el esquema de Proyecto de Prestación de Servicios (PPS) se encuentran plenamente justificados, se hace



constar que dichos trabajos forman parte de un proceso de modernización integral. Esta modernización implica no únicamente la sustitución de los elementos existentes del sistema de alumbrado, sino el reemplazo completo de luminarias, así como la ejecución de labores en vialidades que no se encuentran contempladas dentro del alcance original de los trabajos de alumbrado público, establecidos en el contrato.

11.4. Estudios de mercado (Anexo 3. Factibilidades – Carpeta. Factibilidad de Mercado)

Referente al Programa de Inversión y a la elaboración del Estudio Costo Beneficio a nivel perfil, le comento que la información técnica anexada en la memoria de cálculo, se justifica a través de fuentes oficiales e información emitida por el departamento de Proyectos. De acuerdo con ello se establecieron los siguientes factores:

*Longitud

*Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

*Demanda (Estudio de Tránsito, Movimientos direccionales, Clasificación vehicular y Estudio de velocidades)

*Costos (Costos de Operación de Vehicular, Costos Tiempo Recorrido y Costos Generalizados de Viaje)

La JCEM se compromete a cumplir con todas los aspectos legales antes del inicio de los trabajos.

12. Análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas con las que contará el camino No. 759 Vía Morelos, tramo km 0+000 al km 11+300 ubicado en el municipio de Ecatepec, una vez ejecutadas los trabajos propuestos.

En materia de superficies del proyecto, estas serán las mismas que las existentes actualmente, sin existir alguna modificación a las características geométricas del camino:

Tabla 50 Anchos de calzada del camino y superficie de rodamiento existente

Cadenamiento	Longitud	No de carriles a intervenir	Carril del Mexibús	Acho de calzada	Superficie de carriles a intervenir
CUERPO ESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+230	230 m	5 de 3.0 m c/u	Inexistente	15.0 m	3,450.0 m ²
0+230 al 0+325	95 m	4 de 3.0 m c/u	Inexistente	12.0 m	1,140.0 m ²
0+325 al 7+470	7,145 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	70,735.5 m ²
7+470 al 7+620	123 m	3 de 3.3 m c/u	*Ancho variable	12.72 m	1,564.4 m ²
7+620 al 9+840	2,247 m	3 de 3.3 m c/u	Ancho variable	9.9 m	22,245.3 m ²
9+840 al 10+200	360 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	2,520.0 m ²
10+200 al 10+705	505 m	3 de 3.2 m c/u	Ancho variable	9.6 m	4,848.0 m ²
10+705 al 11+300	595 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	4,165.0 m ²
Subtotal 1					110,668.2 m²
CUERPO OESTE DEL CAMINO NO 759 VÍA MORELOS					
0+000 al 0+270	270 m	5 de 3.03 m c/u	Inexistente	15.15 m	4,090.5 m ²
0+270 al 10+585	10,315 m	3 de 3.20 m c/u	Ancho variable	9.62 m	99,230.3 m²
10+585 al 11+300	715 m	2 de 3.5 m c/u	Ancho variable	7.0 m	5,005.0 m ²
Subtotal 2					108,325.8 m²

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



	Total	218,994.0 m²
--	--------------	--------------------------------

*En dicho punto se cuenta con acotamiento de ancho variable
Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

En materia de las condiciones físicas del camino, se esperan variaciones integrando los trabajos propuestos en el proyecto

Tabla 51 Características físicas y geométricas del camino incorporando el proyecto

Características del Camino	Tramo 1: 0+000-2+735	Tramo 2: 2+735-7+035	Tramo 3: 7+035-11+300	Total/Promedio
Distancia (m)	2,735	4,300	4,265	11,300
No. De cuerpos	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación	2, uno por sentido de circulación
*Ancho camino (m)	Variable, con promedio de: 24.69	Variable, con promedio de: 19.52	Variable, con promedio de: 15.84	19.38
Superficie (m ²)	67,513.48	83,936.00	67,544.52	218,994.00
No. De carriles	Variable de 3 a 5 carriles por cuerpo	3 carriles por cuerpo	Variable de 2 a 3 carriles por cuerpo	Variable
Pendiente Media ascendente	1.40%	2.40%	1.50%	2.00%
Pendiente Media descendente	-1.30%	-2.00%	-1.90%	-2.00%
Proporción de viaje ascendente	0.00%	30.00%	0.00%	10.00%
Altitud del terreno (msnm)	2237	2239	2242	2239.33
Tipo de Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en buen estado			
Obras de drenaje	Rejillas de piso y rejillas en banquetas en buen estado			
Guarniciones y banquetas	Ancho variable de 1.5 a 3.0 m con tramos en buen estado			
Condiciones de señalamiento horizontal	Marcas en pavimento visibles Pintura en guarniciones en buen estado			
Condiciones de señalamiento vertical	Existente y suficiente			
Alumbrado público	Existente y suficiente			
Índice de rugosidad (mm/m)	3	3	3	3
Nivel de servicio	B	B	B	B
Velocidad (km/h)	39.62	38.88	40.30	39.60
Tiempo de traslado (h:min:s)	00:04:10	00:06:40	00:06:23	00:17:13
Costos Generalizados de Viaje (CGV's)	\$707,444,875.33	\$1,519,620,539.98	\$1,600,556,463.09	\$3,827,621,878.40

Fuente: Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

*El ancho esta dado en base a las variaciones del camino a efecto de contemplar la superficie del proyecto a intervenir

A continuación, se describe la metodología de obtención del Índice de Rugosidad Internacional y del nivel de servicio.

- Índice de Rugosidad Internacional –IRI–.**

El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la

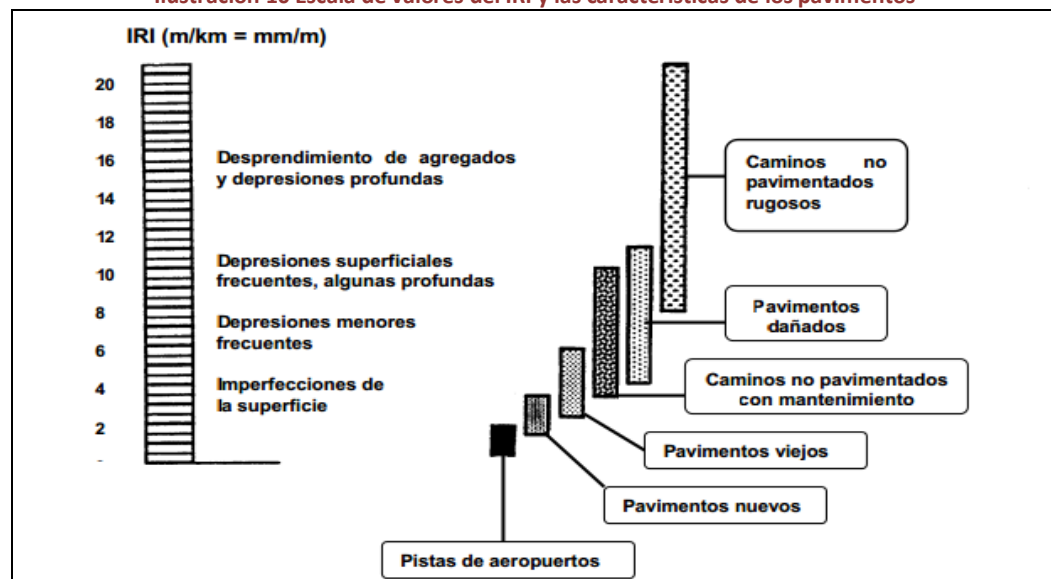


dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo, su unidad de medida es m/km o mm/m. En la siguiente figura se muestra la escala de dicho índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos rangos. Un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo consiste en colocar manualmente una regla de 2m o 3m de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino; medir la desviación máxima bajo la regla, en mm; y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas. Con los datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquel que es mayor al 95% de las observaciones, e inferior al 5%) en la fórmula siguiente, que corresponda, para conocer el valor del IIR, en m/km:

$IRI \text{ (m/km)} = 0.35 \text{ DMR3}$; DMR3=95 percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 3m de largo

$IRI \text{ (m/km)} = 0.437 \text{ DMR2}$; DMR2 = 95 percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 2m de largo”²³

Ilustración 10 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024²⁴

Asimismo, cuando no se cuenta con medición láser, cuarto de carro y no hay posibilidad de usar la regla de 3 metros una forma viable de hacer una estimación del IRI es en base a la observación de los daños y del estado superficial del pavimento, para que a través de la experiencia del ingeniero en lo relativo a evaluación de pavimentos se utilizara la escala anterior para asignar un IRI representativo.

²³<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

²⁴ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

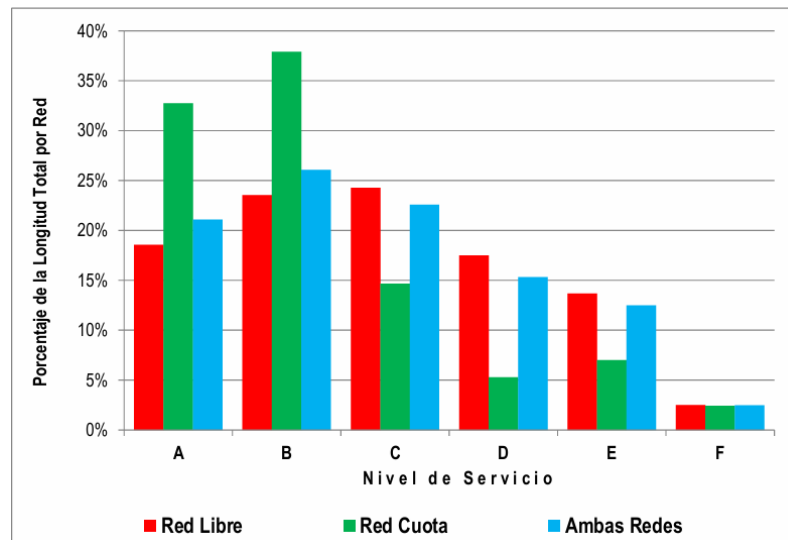


Nivel de servicio

Como referencia del estado físico de las vías de comunicación del país, la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes Federal, a través de la Dirección General de Servicios Técnicos, señala que el estado físico de la red Estatal de carreteras, a su cargo, en el Estado de México que influye en los costos de operación vehicular, el índice de accidentes y los tiempos de traslado de los automovilistas, de acuerdo a la publicación para el año 2023 el 57.92% de las carreteras de la entidad se encontraban dentro de los niveles de servicio más bajos, mientras que solo el 42.08% están en niveles de servicio A y B.

Ilustración 11 Capacidad y niveles de Servicio Red Federal del Estado de México 2023

Nivel de Servicio	Red Libre		Red Cuota		Ambas Redes	
	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%	Longitud (km)	%
A	8,052.700	18.55%	3,058.786	32.74%	11,111.486	21.09%
B	10,204.497	23.53%	3,539.353	37.90%	13,743.850	26.07%
C	10,530.017	24.28%	1,370.057	14.67%	11,900.074	22.58%
D	7,579.295	17.48%	492.751	5.28%	8,072.046	15.31%
E	5,926.866	13.67%	652.542	6.99%	6,579.408	12.48%
F	1,078.535	2.49%	225.730	2.42%	1,304.265	2.47%
TOTAL	43,371.910	100.00%	9,339.219	100.00%	52,711.129	100.00%



Fuente: Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras, SICT 2023.²⁵

El camino requiere de diversas acciones para lograr mantenerlo operando con adecuados niveles de servicio y brindar a los usuarios de estas vías un tránsito confortable y seguro.



13. Análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación

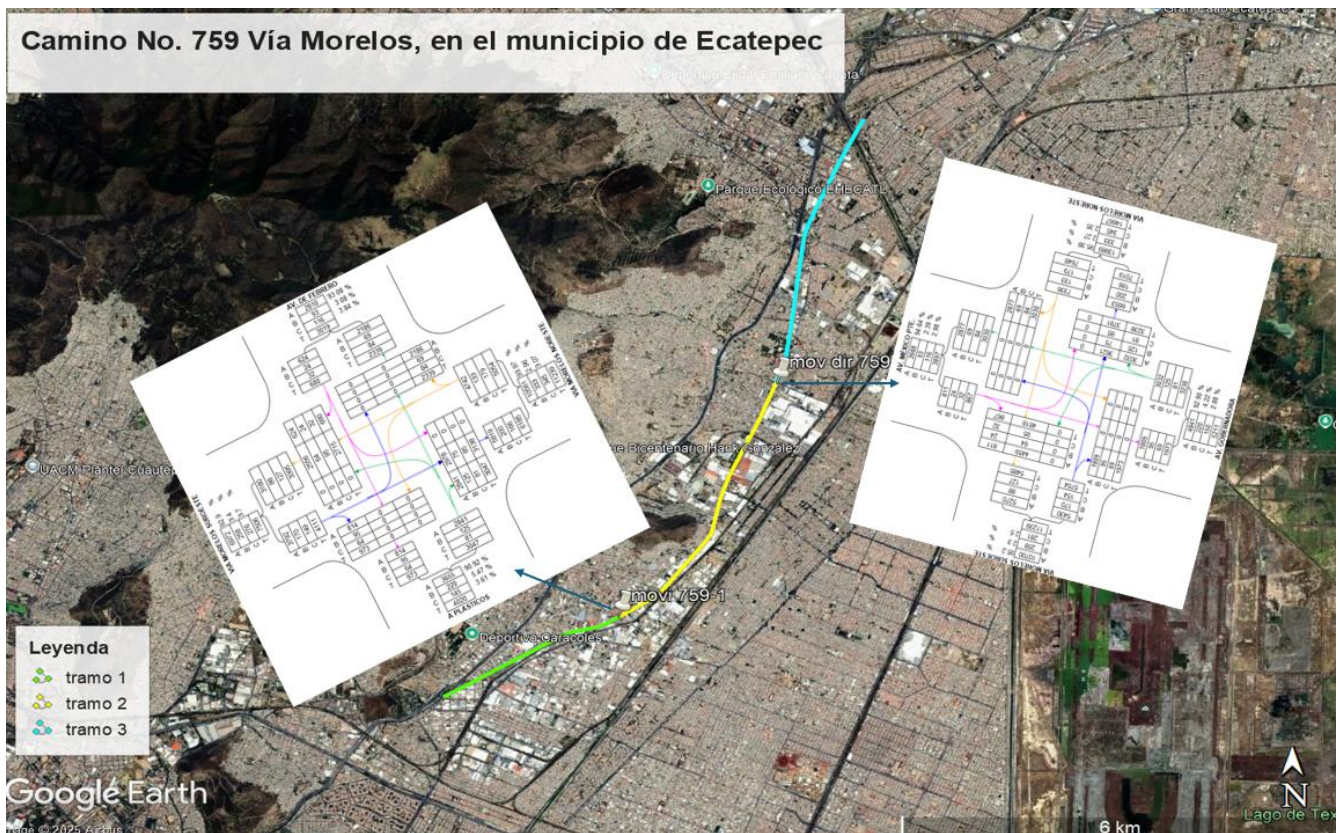
La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino.

13.1. Movimientos direccionales

Los movimientos direccionales se refieren a los análisis y estudios que se realizan para entender cómo se desplazan los vehículos (tránsito) en las carreteras. Estos análisis, a su vez, están estrechamente relacionados con el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es una métrica clave para la gestión de la infraestructura vial.

Bajo este escenario, se analizan los movimientos direccionales representativos del camino en su horario de máxima demanda con el objeto de entender cómo los vehículos se distribuyen y se desplazan. Esta información, combinada con el TDPA, permitirá identificar las zonas con mayor demanda y priorizar las acciones de mejora.

A continuación, se presenta un croquis con los movimientos direccionales representativos del tramo km 0+000 al km 11+300 del camino 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec.



Como se puede observar en la imagen y en relación con el análisis emitido por el Departamento de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México, se encuentran dos movimientos direccionales con mayor afluencia. Esto nos permite planificar las actividades de mejoramiento de la superficie de rodadura.



La intersección del camino 759 Vía Morelos con el Circuito Exterior Mexiquense se da a desnivel, no existiendo una intersección directa, por lo tanto, no existe movimiento direccional que contribuya al TDPA sobre la Vía en estudio. Esto, derivado de que, los usuarios que circulan por el Circuito Exterior Mexiquense transitan por un piso elevado que es independiente a la Vía Morelos. Por lo tanto, no genera un TDPA que demande la operación del tramo a intervenir.

En el caso de la intersección del camino 759 Vía Morelos con la Av. 1ro de Mayo, el aporte vehicular de dicha intersección es mínima sobre la avenida en estudio. Por lo tanto, el volumen de TDPA generado por esta intersección se contempla dentro del promedio presentado en el tramo 3 que abarca del km 7+035 al km 11+300.

13.2. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA); el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda que tiene la vialidad.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2025, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 52 TDPA proyecto

TRAMO	TDPA
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534.00
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272.00
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708.00
Promedio	146,514.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Departamento de Ingeniería de Transito (Anexo 3. Factibilidades. Carpeta, Factibilidad de Mercado)

13.3. Periodización

De acuerdo con la SCT el factor K' es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el cual representa el volumen máximo de vehículos que puede transitar sobre una carretera en un lapso de 1 hora.

Tomando en cuenta lo anterior se supone que el factor K' es el porcentaje máximo del TDPA que puede circular por el camino. Para el presente proyecto se toma el valor de K' de la CARR: México - Pachuca (Libre), ya que se encuentra cercano a la zona en estudio, cuyas coordenadas corresponden a 19.616796, -99.011600. Dicho esto, el factor de K' emitido por los datos viales de la SCT para este camino es de 0.074.²⁶

Una vez analizado los aforos vehiculares que se presentan a lo largo del día, se observa que no existen variaciones significativas.

Aunado a lo anterior se considerará que el camino opera a MEDIA CONGESTIÓN ya que el valor del factor K' promedio es de 0.041 para el camino No. 759 vía Morelos, en el municipio de Ecatepec, siendo

²⁶ https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos_Viales_2024/15_MEX_DV2024.pdf



menor al 0.074 Registrado en los Datos Viales de la SCT.

13.4. Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio es la siguiente con referencia a los datos obtenidos en campo.

Tabla 53 Composición vehicular

Tramo	TDPA	Clasificación			Total
		A	B	C	
Tramo km 0+000 al km 2+735	33,534	84.65%	2.90%	12.45%	100.00%
Tramo km 2+735 al km 7+035	50,272	88.07%	1.86%	10.07%	100.00%
Tramo km 7+035 al km 11+300	62,708	92.33%	0.63%	7.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Departamento de Ingeniería de Tránsito (Anexo 3. Factibilidades. Carpeta, Factibilidad de Mercado)

13.5. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 54 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 838, IMT

13.6. Tasa de crecimiento

El conocer la tasa de crecimiento del tránsito vehicular en las vialidades permite identificar las necesidades de infraestructura que incluyen acciones orientadas a la conservación, modernización y construcción de la red vial.

Para determinar la tasa de crecimiento correspondiente a la zona del proyecto, se consultó el Producto Interno Bruto (PIB) y las Cuentas Nacionales de México, de acuerdo con la información registrada en el Banco de Información Económica del INEGI.

El crecimiento moderado puede influir en la planificación y ejecución de proyectos de inversión pública. Es esencial considerar estos indicadores macroeconómicos al evaluar la viabilidad y el impacto potencial de nuevas iniciativas en el contexto económico actual.

Cabe mencionar, que el Producto Interno Bruto Trimestral ofrece, una visión oportuna, completa y coherente de la evolución de las actividades económicas del país, proporcionando información oportuna y actualizada, para apoyar la toma de decisiones.

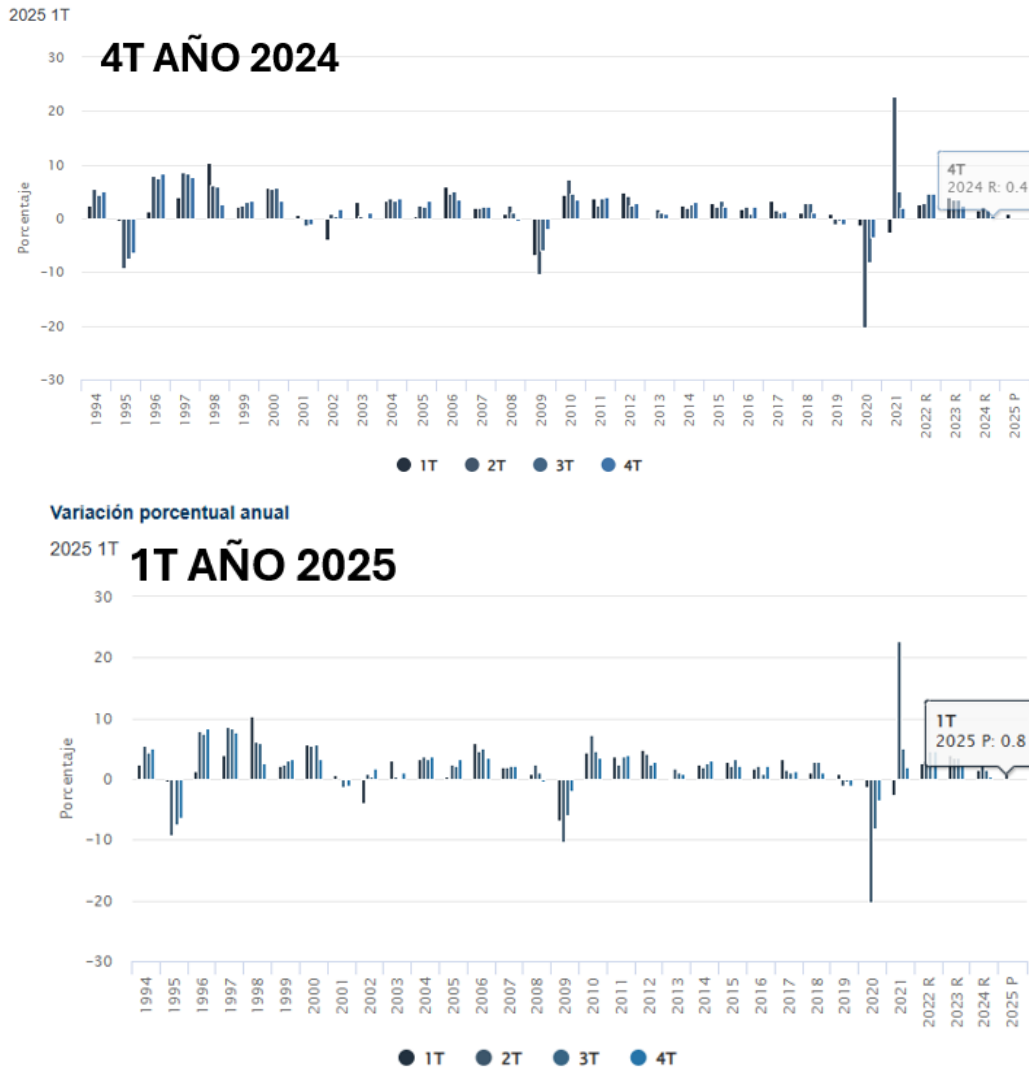
De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Estimación Oportuna del PIB Trimestral ofrece una visión sobre la evolución de la economía mexicana, con base en: la información estadística disponible en ese momento, las técnicas estadísticas y modelos econométricos que mejor se ajustan a dicha información, así como a las recomendaciones internacionales vigentes, por lo que sus



resultados son consistentes con el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM).²⁷

Como se puede observar en la siguiente imagen, el PIB actualizado publicado a la fecha corresponde al primer trimestre del año 2025, con un valor del 0.8% y el PIB anterior corresponde al 0.4% en el cuarto trimestre del 2024. Por lo tanto, se puede observar que ha existido un incremento de acuerdo al trimestre anterior.

Ilustración 12 PIB



Fuente: INEGI

<https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>

Dada cierta circunstancia, se determinó que la tasa de crecimiento a utilizar será de 0.8%, esto tomando en cuenta el crecimiento del Producto Interno Bruto promedio registrado en el año 2025 con la finalidad de no sobrevalorar los resultados del proyecto.

Esto se considera ya que es necesario para la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que

²⁷ <https://www.inegi.org.mx/temas/pibo/>



contenga los impactos derivados de las optimizaciones, y en caso de haberlos, dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual.

13.7. Proyección de la demanda

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de la ejecución de los trabajos propuestos. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación con proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 55 Proyección del TDPA

Tramo 1: 0+000-2+735							Tramo 2: 2+735-7+035						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual							Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	33,534.00	Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	50,272.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual	0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		84.65%	2.90%	12.45%	100.00%	365	Año		88.07%	1.86%	10.07%	100.00%	365
0	2025	28,387	972	4,175	33,534	12,239,910	0	2025	44,275	935	5,062	50,272	18,349,280
1	2026	28,614	980	4,208	33,802	12,337,829	1	2026	44,629	943	5,103	50,674	18,496,074
2	2027	28,843	988	4,242	34,073	12,436,532	2	2027	44,986	950	5,144	51,080	18,644,043
3	2028	29,073	996	4,276	34,345	12,536,024	3	2028	45,346	958	5,185	51,488	18,793,195
4	2029	29,306	1,004	4,310	34,620	12,636,312	4	2029	45,708	965	5,226	51,900	18,943,541
5	2030	29,540	1,012	4,345	34,897	12,737,403	5	2030	46,074	973	5,268	52,315	19,095,089
6	2031	29,777	1,020	4,379	35,176	12,839,302	6	2031	46,443	981	5,310	52,734	19,247,850
7	2032	30,015	1,028	4,414	35,458	12,942,017	7	2032	46,814	989	5,353	53,156	19,401,833
8	2033	30,255	1,036	4,450	35,741	13,045,553	8	2033	47,189	997	5,396	53,581	19,557,047
9	2034	30,497	1,045	4,485	36,027	13,149,917	9	2034	47,566	1,005	5,439	54,010	19,713,504
10	2035	30,741	1,053	4,521	36,315	13,255,116	10	2035	47,947	1,013	5,482	54,442	19,871,212
11	2036	30,987	1,062	4,557	36,606	13,361,157	11	2036	48,330	1,021	5,526	54,877	20,030,181
12	2037	31,235	1,070	4,594	36,899	13,468,047	12	2037	48,717	1,029	5,570	55,316	20,190,423
13	2038	31,485	1,079	4,631	37,194	13,575,791	13	2038	49,107	1,037	5,615	55,759	20,351,946
14	2039	31,737	1,087	4,668	37,491	13,684,397	14	2039	49,500	1,045	5,660	56,205	20,514,762
15	2040	31,990	1,096	4,705	37,791	13,793,872	15	2040	49,896	1,054	5,705	56,654	20,678,880
16	2041	32,246	1,105	4,743	38,094	13,904,223	16	2041	50,295	1,062	5,751	57,108	20,844,311
17	2042	32,504	1,114	4,781	38,399	14,015,457	17	2042	50,697	1,071	5,797	57,565	21,011,065
18	2043	32,764	1,122	4,819	38,706	14,127,581	18	2043	51,103	1,079	5,843	58,025	21,179,154
19	2044	33,026	1,131	4,857	39,015	14,240,602	19	2044	51,512	1,088	5,890	58,489	21,348,587
20	2045	33,291	1,140	4,896	39,327	14,354,526	20	2045	51,924	1,097	5,937	58,957	21,519,376

Tramo 3: 7+035-11+300						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	62,708.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		92.33%	0.63%	7.04%	100.00%	365
0	2025	57.901	393	4.414	62.708	22.888.420



Tramo 3: 7+035-11+300						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	62,708.00
0.80%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		92.33%	0.63%	7.04%	100.00%	365
1	2026	58,364	396	4,449	63,210	23,071,527
2	2027	58,831	399	4,485	63,715	23,256,100
3	2028	59,302	402	4,521	64,225	23,442,148
4	2029	59,776	406	4,557	64,739	23,629,686
5	2030	60,254	409	4,594	65,257	23,818,723
6	2031	60,736	412	4,630	65,779	24,009,273
7	2032	61,222	415	4,667	66,305	24,201,347
8	2033	61,712	419	4,705	66,836	24,394,958
9	2034	62,206	422	4,742	67,370	24,590,117
10	2035	62,703	425	4,780	67,909	24,786,838
11	2036	63,205	429	4,819	68,452	24,985,133
12	2037	63,711	432	4,857	69,000	25,185,014
13	2038	64,220	436	4,896	69,552	25,386,494
14	2039	64,734	439	4,935	70,108	25,589,586
15	2040	65,252	443	4,975	70,669	25,794,303
16	2041	65,774	446	5,014	71,235	26,000,657
17	2042	66,300	450	5,054	71,805	26,208,663
18	2043	66,831	453	5,095	72,379	26,418,332
19	2044	67,365	457	5,136	72,958	26,629,679
20	2045	67,904	461	5,177	73,542	26,842,716

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem Cal. Vía Morelos)

14. Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación

14.1. Velocidades y tiempos de recorrido (Situación con Proyecto)

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido. De acuerdo con los trabajos propuestos como parte del proyecto, se considera un aumento en las velocidades, ya que la superficie de rodadura se encontrará en óptimas condiciones.

Tabla 56 Velocidades de Recorrido Situación Sin Proyecto

Tramo	Velocidades (km/h)			
	Situación Con Proyecto			
	A	B	C	Promedio
Tramo km 0+000 al km 2+735	43.31	39.71	35.85	39.62
Tramo km 2+735 al km 7+035	42.32	38.69	35.63	38.88
Tramo km 7+035 al km 11+300	44.03	40.08	36.78	40.30

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 57 Tiempos de Recorrido Situación Sin Proyecto

Tramo	Tiempos Recorridos Situación Con Proyecto				Promedio
	Longitud (Km)	A	B	C	
Tramo km 0+000 al km 2+735	2.735	00:03:47	00:04:08	00:04:35	00:04:10
Tramo km 2+735 al km 7+035	4.300	00:06:06	00:06:40	00:07:15	00:06:40
Tramo km 7+035 al km 11+300	4.265	00:05:49	00:06:23	00:06:57	00:06:23
Vía Morelos	11.300				00:17:13

Tabla 58 Ahorros en el tiempo recorrido

	SSP	SCP	Ahorro
Tiempo ahorrado en Promedio	00:21:32	00:17:13	00:04:18

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem Cal. Vía Morelos)

14.2. Costos de Operación vehicular (Situación con Proyecto)

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar. Para obtención de los COV del presente proyecto se tomaron en cuenta los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 838 2024, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México y de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Tabla 59 Costos de operación vehicular

Tramo	Costos de Operación Vehicular ((\$/km)/vehículo) Situación con Proyecto			
	IRI (mm/m)	A	B	C
Tramo 1	3	\$ 7.41	\$ 20.54	\$ 13.26
Tramo 2	3	\$ 7.41	\$ 20.54	\$ 13.26
Tramo 3	3	\$ 7.41	\$ 20.54	\$ 13.26

Fuente: Elaboración propia con datos de la Publicación Técnica No. 838, IMT

14.3. Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín NOTAS núm. 213, ENERO-FEBRERO, del IMT.

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 60 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con Proyecto

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	278.8

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Características Valor Tiempo	
Valor tiempo por motivo de trabajo	103.16
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	61.90
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	15.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	129.52

Fuente: Fuente: Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2025 Anexo 3. Factibilidades (Carpeta. Factibilidad de mercado)

14.4. Costos representativos del análisis costo – beneficio del proyecto

A continuación, se presenta el cuadro con los CGV en la Situación con proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto.

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 0.80% de inflación que se pudiera presentar en el horizonte de evaluación en los costos de operación vehicular. Esto tomando como referencia económica la tasa de crecimiento.

Tabla 61 Costos representativos de la situación con proyecto

Tramo 1: 0+000-2+735							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Con Proyecto			TC
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.80%
Año	A	B	C	A	B	C	Total
0 2025				-	-	-	-
1 2026	\$7.41	\$20.54	\$13.26	\$211,661,201.78	\$20,099,929.05	\$55,706,896.33	\$287,468,027.16
2 2027	\$7.47	\$20.70	\$13.37	\$215,061,327.33	\$20,422,814.31	\$56,601,771.91	\$292,085,913.55
3 2028	\$7.53	\$20.87	\$13.47	\$218,516,072.49	\$20,750,886.40	\$57,511,022.78	\$296,777,981.67
4 2029	\$7.59	\$21.04	\$13.58	\$222,026,314.68	\$21,084,228.64	\$58,434,879.85	\$301,545,423.16
5 2030	\$7.65	\$21.21	\$13.69	\$225,592,945.40	\$21,422,925.69	\$59,373,577.76	\$306,389,448.84
6 2031	\$7.71	\$21.37	\$13.80	\$229,216,870.47	\$21,767,063.56	\$60,327,354.91	\$311,311,288.95
7 2032	\$7.77	\$21.55	\$13.91	\$232,899,010.28	\$22,116,729.67	\$61,296,453.54	\$316,312,193.49
8 2033	\$7.84	\$21.72	\$14.02	\$236,640,299.98	\$22,472,012.82	\$62,281,119.77	\$321,393,432.57
9 2034	\$7.90	\$21.89	\$14.13	\$240,441,689.76	\$22,833,003.23	\$63,281,603.68	\$326,556,296.67
10 2035	\$7.96	\$22.07	\$14.25	\$244,304,145.06	\$23,199,792.60	\$64,298,159.36	\$331,802,097.02
11 2036	\$8.02	\$22.24	\$14.36	\$248,228,646.85	\$23,572,474.06	\$65,331,044.99	\$337,132,165.91
12 2037	\$8.09	\$22.42	\$14.47	\$252,216,191.83	\$23,951,142.29	\$66,380,522.90	\$342,547,857.02
13 2038	\$8.15	\$22.60	\$14.59	\$256,267,792.74	\$24,335,893.44	\$67,446,859.62	\$348,050,545.79
14 2039	\$8.22	\$22.78	\$14.71	\$260,384,478.56	\$24,726,825.23	\$68,530,325.97	\$353,641,629.76
15 2040	\$8.28	\$22.96	\$14.82	\$264,567,294.82	\$25,124,036.95	\$69,631,197.13	\$359,322,528.90
16 2041	\$8.35	\$23.15	\$14.94	\$268,817,303.85	\$25,527,629.48	\$70,749,752.68	\$365,094,686.01
17 2042	\$8.42	\$23.33	\$15.06	\$273,135,585.02	\$25,937,705.32	\$71,886,276.70	\$370,959,567.04
18 2043	\$8.48	\$23.52	\$15.18	\$277,523,235.06	\$26,354,368.62	\$73,041,057.85	\$376,918,661.53
19 2044	\$8.55	\$23.71	\$15.30	\$281,981,368.30	\$26,777,725.20	\$74,214,389.41	\$382,973,482.91

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



20	2045	\$8.62	\$23.90	\$15.43	\$286,511,117.00	\$27,207,882.57	\$75,406,569.36	\$389,125,568.94
----	------	--------	---------	---------	------------------	-----------------	-----------------	------------------

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Con Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025				-	-	-	-
1	2026	43.31	39.71	35.85	\$134,509,396.21	\$57,798,203.75	\$227,669,248.21	\$419,976,848.17
2	2027	42.96	39.39	35.56	\$136,678,902.60	\$58,730,432.84	\$231,341,332.86	\$426,750,668.30
3	2028	42.61	39.07	35.28	\$138,883,401.03	\$59,677,697.88	\$235,072,644.68	\$433,633,743.60
4	2029	42.27	38.76	35.00	\$141,123,455.89	\$60,640,241.40	\$238,864,138.95	\$440,627,836.24
5	2030	41.94	38.45	34.72	\$143,399,640.66	\$61,618,309.81	\$242,716,786.35	\$447,734,736.82
6	2031	41.60	38.14	34.44	\$145,712,538.09	\$62,612,153.52	\$246,631,573.23	\$454,956,264.84
7	2032	41.27	37.84	34.16	\$148,062,740.32	\$63,622,026.96	\$250,609,501.83	\$462,294,269.11
8	2033	40.94	37.53	33.89	\$150,450,849.03	\$64,648,188.68	\$254,651,590.57	\$469,750,628.29
9	2034	40.61	37.23	33.62	\$152,877,475.63	\$65,690,901.40	\$258,758,874.29	\$477,327,251.32
10	2035	40.28	36.94	33.35	\$155,343,241.37	\$66,750,432.07	\$262,932,404.52	\$485,026,077.96
11	2036	39.96	36.64	33.08	\$157,848,777.52	\$67,827,051.94	\$267,173,249.75	\$492,849,079.21
12	2037	39.64	36.35	32.82	\$160,394,725.54	\$68,921,036.65	\$271,482,495.72	\$500,798,257.91
13	2038	39.33	36.06	32.56	\$162,981,737.24	\$70,032,666.28	\$275,861,245.65	\$508,875,649.17
14	2039	39.01	35.77	32.30	\$165,610,474.94	\$71,162,225.41	\$280,310,620.58	\$517,083,320.93
15	2040	38.70	35.48	32.04	\$168,281,611.63	\$72,310,003.24	\$284,831,759.62	\$525,423,374.49
16	2041	38.39	35.20	31.78	\$170,995,831.18	\$73,476,293.61	\$289,425,820.26	\$533,897,945.05
17	2042	38.08	34.92	31.53	\$173,753,828.45	\$74,661,395.12	\$294,093,978.65	\$542,509,202.23
18	2043	37.78	34.64	31.27	\$176,556,309.56	\$75,865,611.17	\$298,837,429.92	\$551,259,350.65
19	2044	37.48	34.36	31.02	\$179,403,991.97	\$77,089,250.06	\$303,657,388.47	\$560,150,630.50
20	2045	37.18	34.09	30.78	\$182,297,604.74	\$78,332,625.07	\$308,555,088.28	\$569,185,318.09

CGV'S Anuales (\$)				
Año	A	B	C	Total
0	2025	-	-	-
1	2026	\$346,170,597.99	\$77,898,132.79	\$283,376,144.54
2	2027	\$351,740,229.93	\$79,153,247.15	\$287,943,104.78
3	2028	\$357,399,473.52	\$80,428,584.28	\$292,583,667.46
4	2029	\$363,149,770.57	\$81,724,470.04	\$297,299,018.80
5	2030	\$368,992,586.06	\$83,041,235.49	\$302,090,364.11
6	2031	\$374,929,408.56	\$84,379,217.08	\$306,958,928.14
7	2032	\$380,961,750.60	\$85,738,756.63	\$311,905,955.37
8	2033	\$387,091,149.01	\$87,120,201.50	\$316,932,710.34
9	2034	\$393,319,165.39	\$88,523,904.64	\$322,040,477.97
10	2035	\$399,647,386.43	\$89,950,224.67	\$327,230,563.88
11	2036	\$406,077,424.37	\$91,399,526.01	\$332,504,294.74
12	2037	\$412,610,917.37	\$92,872,178.94	\$337,863,018.61
13	2038	\$419,249,529.98	\$94,368,559.71	\$343,308,105.27
14	2039	\$425,994,953.50	\$95,889,050.64	\$348,840,946.55
15	2040	\$432,848,906.46	\$97,434,040.19	\$354,462,956.75
16	2041	\$439,813,135.02	\$99,003,923.09	\$360,175,572.94
17	2042	\$446,889,413.47	\$100,599,100.44	\$365,980,255.35
18	2043	\$454,079,544.61	\$102,219,979.79	\$371,878,487.77
19	2044	\$461,385,360.27	\$103,866,975.26	\$377,871,777.87

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



20	2045	\$468,808,721.75	\$105,540,507.64	\$383,961,657.64	\$958,310,887.02
----	------	------------------	------------------	------------------	------------------

Tramo 2: 2+735-7+035

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Con Proyecto			TC
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.80%
Año	A	B	C	A	B	C	Total
0 2025				-	-	-	-
1 2026	\$7.41	\$20.54	\$13.26	\$519,032,102.18	\$30,385,151.00	\$106,199,142.51	\$655,616,395.70
2 2027	\$7.47	\$20.70	\$13.37	\$527,369,833.87	\$30,873,258.07	\$107,905,125.54	\$666,148,217.48
3 2028	\$7.53	\$20.87	\$13.47	\$535,841,502.88	\$31,369,206.09	\$109,638,513.48	\$676,849,222.44
4 2029	\$7.59	\$21.04	\$13.58	\$544,449,260.78	\$31,873,121.01	\$111,399,746.56	\$687,722,128.35
5 2030	\$7.65	\$21.21	\$13.69	\$553,195,293.71	\$32,385,130.83	\$113,189,272.09	\$698,769,696.62
6 2031	\$7.71	\$21.37	\$13.80	\$562,081,822.90	\$32,905,365.57	\$115,007,544.55	\$709,994,733.03
7 2032	\$7.77	\$21.55	\$13.91	\$571,111,105.31	\$33,433,957.36	\$116,855,025.75	\$721,400,088.42
8 2033	\$7.84	\$21.72	\$14.02	\$580,285,434.10	\$33,971,040.46	\$118,732,184.88	\$732,988,659.44
9 2034	\$7.90	\$21.89	\$14.13	\$589,607,139.32	\$34,516,751.25	\$120,639,498.70	\$744,763,389.26
10 2035	\$7.96	\$22.07	\$14.25	\$599,078,588.40	\$35,071,228.34	\$122,577,451.61	\$756,727,268.35
11 2036	\$8.02	\$22.24	\$14.36	\$608,702,186.85	\$35,634,612.55	\$124,546,535.79	\$768,883,335.19
12 2037	\$8.09	\$22.42	\$14.47	\$618,480,378.78	\$36,207,046.97	\$126,547,251.34	\$781,234,677.08
13 2038	\$8.15	\$22.60	\$14.59	\$628,415,647.58	\$36,788,676.97	\$128,580,106.39	\$793,784,430.94
14 2039	\$8.22	\$22.78	\$14.71	\$638,510,516.54	\$37,379,650.28	\$130,645,617.21	\$806,535,784.04
15 2040	\$8.28	\$22.96	\$14.82	\$648,767,549.48	\$37,980,116.98	\$132,744,308.41	\$819,491,974.87
16 2041	\$8.35	\$23.15	\$14.94	\$659,189,351.40	\$38,590,229.58	\$134,876,712.98	\$832,656,293.95
17 2042	\$8.42	\$23.33	\$15.06	\$669,778,569.14	\$39,210,143.03	\$137,043,372.50	\$846,032,084.66
18 2043	\$8.48	\$23.52	\$15.18	\$680,537,892.07	\$39,840,014.77	\$139,244,837.23	\$859,622,744.07
19 2044	\$8.55	\$23.71	\$15.30	\$691,470,052.77	\$40,480,004.76	\$141,481,666.30	\$873,431,723.83
20 2045	\$8.62	\$23.90	\$15.43	\$702,577,827.70	\$41,130,275.56	\$143,754,427.79	\$887,462,531.04

Valor Tiempo

Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Con Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025			-	-	-	-	
1	2026	42.32	38.69	35.63	\$337,558,682.48	\$89,677,566.64	\$436,767,895.16	\$864,004,144.28
2	2027	41.98	38.38	35.34	\$343,003,177.35	\$91,123,979.01	\$443,812,538.63	\$877,939,695.00
3	2028	41.64	38.07	35.06	\$348,535,486.67	\$92,593,720.60	\$450,970,805.39	\$892,100,012.66
4	2029	41.31	37.76	34.78	\$354,157,026.77	\$94,087,167.71	\$458,244,528.05	\$906,488,722.54
5	2030	40.98	37.46	34.50	\$359,869,236.88	\$95,604,702.67	\$465,635,568.83	\$921,109,508.39
6	2031	40.65	37.16	34.22	\$365,673,579.41	\$97,146,714.01	\$473,145,819.94	\$935,966,113.36
7	2032	40.32	36.86	33.95	\$371,571,540.37	\$98,713,596.49	\$480,777,204.13	\$951,062,340.99
8	2033	40.00	36.57	33.68	\$377,564,629.73	\$100,305,751.27	\$488,531,675.17	\$966,402,056.17
9	2034	39.68	36.28	33.41	\$383,654,381.83	\$101,923,585.97	\$496,411,218.31	\$981,989,186.11
10	2035	39.36	35.99	33.14	\$389,842,355.73	\$103,567,514.78	\$504,417,850.87	\$997,827,721.37
11	2036	39.05	35.70	32.88	\$396,130,135.66	\$105,237,958.56	\$512,553,622.66	\$1,013,921,716.88
12	2037	38.74	35.41	32.61	\$402,519,331.39	\$106,935,344.99	\$520,820,616.57	\$1,030,275,292.95
13	2038	38.43	35.13	32.35	\$409,011,578.67	\$108,660,108.62	\$529,220,949.10	\$1,046,892,636.39
14	2039	38.12	34.85	32.09	\$415,608,539.62	\$110,412,691.02	\$537,756,770.85	\$1,063,778,001.49
15	2040	37.81	34.57	31.84	\$422,311,903.16	\$112,193,540.87	\$546,430,267.16	\$1,080,935,711.19

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



16	2041	37.51	34.29	31.58	\$429,123,385.47	\$114,003,114.11	\$555,243,658.56	\$1,098,370,158.15
17	2042	37.21	34.02	31.33	\$436,044,730.40	\$115,841,874.02	\$564,199,201.44	\$1,116,085,805.86
18	2043	36.91	33.75	31.08	\$443,077,709.92	\$117,710,291.34	\$573,299,188.56	\$1,134,087,189.83
19	2044	36.62	33.48	30.83	\$450,224,124.60	\$119,608,844.43	\$582,545,949.67	\$1,152,378,918.69
20	2045	36.33	33.21	30.58	\$457,485,804.03	\$121,538,019.34	\$591,941,852.08	\$1,170,965,675.45

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2025	-	-	-	-
1	2026	\$856,590,784.65	\$120,062,717.64	\$542,967,037.68	\$1,519,620,539.98
2	2027	\$870,373,011.22	\$121,997,237.08	\$551,717,664.17	\$1,544,087,912.47
3	2028	\$884,376,989.55	\$123,962,926.69	\$560,609,318.86	\$1,568,949,235.10
4	2029	\$898,606,287.55	\$125,960,288.72	\$569,644,274.61	\$1,594,210,850.89
5	2030	\$913,064,530.59	\$127,989,833.50	\$578,824,840.91	\$1,619,879,205.01
6	2031	\$927,755,402.32	\$130,052,079.58	\$588,153,364.49	\$1,645,960,846.39
7	2032	\$942,682,645.68	\$132,147,553.85	\$597,632,229.88	\$1,672,462,429.41
8	2033	\$957,850,063.84	\$134,276,791.73	\$607,263,860.05	\$1,699,390,715.61
9	2034	\$973,261,521.14	\$136,440,337.22	\$617,050,717.01	\$1,726,752,575.37
10	2035	\$988,920,944.13	\$138,638,743.12	\$626,995,302.47	\$1,754,554,989.72
11	2036	\$1,004,832,322.50	\$140,872,571.12	\$637,100,158.45	\$1,782,805,052.06
12	2037	\$1,020,999,710.17	\$143,142,391.96	\$647,367,867.91	\$1,811,509,970.04
13	2038	\$1,037,427,226.25	\$145,448,785.59	\$657,801,055.48	\$1,840,677,067.33
14	2039	\$1,054,119,056.16	\$147,792,341.30	\$668,402,388.07	\$1,870,313,785.53
15	2040	\$1,071,079,452.64	\$150,173,657.85	\$679,174,575.57	\$1,900,427,686.06
16	2041	\$1,088,312,736.87	\$152,593,343.69	\$690,120,371.54	\$1,931,026,452.10
17	2042	\$1,105,823,299.53	\$155,052,017.05	\$701,242,573.94	\$1,962,117,890.52
18	2043	\$1,123,615,601.99	\$157,550,306.11	\$712,544,025.80	\$1,993,709,933.90
19	2044	\$1,141,694,177.37	\$160,088,849.19	\$724,027,615.97	\$2,025,810,642.52
20	2045	\$1,160,063,631.72	\$162,668,294.90	\$735,696,279.87	\$2,058,428,206.49

Tramo 3: 7+035-11+300

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Con Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			0.00%	
Año		A	B	C	A	B	C	Total
0	2025				-	-	-	-
1	2026	\$7.41	\$20.54	\$13.26	\$673,250,403.45	\$12,662,180.92	\$91,846,651.97	\$777,759,236.35
2	2027	\$7.47	\$20.70	\$13.37	\$684,065,497.94	\$12,865,586.19	\$93,322,076.59	\$790,253,160.72
3	2028	\$7.53	\$20.87	\$13.47	\$695,054,326.09	\$13,072,258.97	\$94,821,202.43	\$802,947,787.49
4	2029	\$7.59	\$21.04	\$13.58	\$706,219,678.79	\$13,282,251.74	\$96,344,410.22	\$815,846,340.75
5	2030	\$7.65	\$21.21	\$13.69	\$717,564,391.71	\$13,495,617.83	\$97,892,086.83	\$828,952,096.37
6	2031	\$7.71	\$21.37	\$13.80	\$729,091,346.10	\$13,712,411.44	\$99,464,625.31	\$842,268,382.84
7	2032	\$7.77	\$21.55	\$13.91	\$740,803,469.48	\$13,932,687.61	\$101,062,425.05	\$855,798,582.15
8	2033	\$7.84	\$21.72	\$14.02	\$752,703,736.41	\$14,156,502.31	\$102,685,891.85	\$869,546,130.57
9	2034	\$7.90	\$21.89	\$14.13	\$764,795,169.24	\$14,383,912.36	\$104,335,438.02	\$883,514,519.61
10	2035	\$7.96	\$22.07	\$14.25	\$777,080,838.83	\$14,614,975.53	\$106,011,482.49	\$897,707,296.85
11	2036	\$8.02	\$22.24	\$14.36	\$789,563,865.43	\$14,849,750.50	\$107,714,450.95	\$912,128,066.87
12	2037	\$8.09	\$22.42	\$14.47	\$802,247,419.36	\$15,088,296.89	\$109,444,775.89	\$926,780,492.14
13	2038	\$8.15	\$22.60	\$14.59	\$815,134,721.91	\$15,330,675.29	\$111,202,896.77	\$941,668,293.96

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



14	2039	\$8.22	\$22.78	\$14.71	\$828,229,046.08	\$15,576,947.26	\$112,989,260.10	\$956,795,253.44
15	2040	\$8.28	\$22.96	\$14.82	\$841,533,717.48	\$15,827,175.34	\$114,804,319.57	\$972,165,212.39
16	2041	\$8.35	\$23.15	\$14.94	\$855,052,115.12	\$16,081,423.08	\$116,648,536.16	\$987,782,074.36
17	2042	\$8.42	\$23.33	\$15.06	\$868,787,672.29	\$16,339,755.06	\$118,522,378.25	\$1,003,649,805.60
18	2043	\$8.48	\$23.52	\$15.18	\$882,743,877.46	\$16,602,236.89	\$120,426,321.73	\$1,019,772,436.08
19	2044	\$8.55	\$23.71	\$15.30	\$896,924,275.11	\$16,868,935.22	\$122,360,850.17	\$1,036,154,060.49
20	2045	\$8.62	\$23.90	\$15.43	\$911,332,466.66	\$17,139,917.80	\$124,326,454.86	\$1,052,798,839.32

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Con Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2025			-	-	-	-	
1	2026	44.03	40.08	36.78	\$420,849,355.29	\$36,069,973.17	\$365,877,898.28	\$822,797,226.74
2	2027	43.67	39.76	36.49	\$427,637,248.12	\$36,651,746.93	\$371,779,154.71	\$836,068,149.75
3	2028	43.32	39.44	36.19	\$434,534,623.09	\$37,242,904.14	\$377,775,592.68	\$849,553,119.91
4	2029	42.98	39.13	35.90	\$441,543,246.04	\$37,843,596.14	\$383,868,747.41	\$863,255,589.59
5	2030	42.63	38.81	35.62	\$448,664,911.30	\$38,453,976.72	\$390,060,178.82	\$877,179,066.84
6	2031	42.29	38.50	35.33	\$455,901,442.13	\$39,074,202.15	\$396,351,472.02	\$891,327,116.30
7	2032	41.95	38.19	35.05	\$463,254,691.19	\$39,704,431.22	\$402,744,237.70	\$905,703,360.11
8	2033	41.62	37.89	34.77	\$470,726,541.05	\$40,344,825.27	\$409,240,112.50	\$920,311,478.83
9	2034	41.29	37.59	34.49	\$478,318,904.62	\$40,995,548.26	\$415,840,759.48	\$935,155,212.36
10	2035	40.95	37.28	34.22	\$486,033,725.66	\$41,656,766.78	\$422,547,868.50	\$950,238,360.94
11	2036	40.63	36.99	33.94	\$493,872,979.30	\$42,328,650.12	\$429,363,156.70	\$965,564,786.12
12	2037	40.30	36.69	33.67	\$501,838,672.51	\$43,011,370.28	\$436,288,368.91	\$981,138,411.70
13	2038	39.98	36.40	33.40	\$509,932,844.65	\$43,705,102.06	\$443,325,278.08	\$996,963,224.79
14	2039	39.66	36.11	33.13	\$518,157,567.95	\$44,410,023.06	\$450,475,685.79	\$1,013,043,276.81
15	2040	39.34	35.82	32.87	\$526,514,948.08	\$45,126,313.75	\$457,741,422.66	\$1,029,382,684.50
16	2041	39.03	35.53	32.61	\$535,007,124.66	\$45,854,157.52	\$465,124,348.83	\$1,045,985,631.02
17	2042	38.72	35.25	32.34	\$543,636,271.83	\$46,593,740.71	\$472,626,354.46	\$1,062,856,367.00
18	2043	38.41	34.96	32.09	\$552,404,598.80	\$47,345,252.66	\$480,249,360.18	\$1,079,999,211.63
19	2044	38.10	34.68	31.83	\$561,314,350.39	\$48,108,885.76	\$487,995,317.60	\$1,097,418,553.76
20	2045	37.79	34.41	31.57	\$570,367,807.66	\$48,884,835.53	\$495,866,209.82	\$1,115,118,853.01

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2025	-	-	-	-
1	2026	\$1,094,099,758.75	\$48,732,154.09	\$457,724,550.25	\$1,600,556,463.09
2	2027	\$1,111,702,746.05	\$49,517,333.12	\$465,101,231.29	\$1,626,321,310.47
3	2028	\$1,129,588,949.18	\$50,315,163.11	\$472,596,795.11	\$1,652,500,907.40
4	2029	\$1,147,762,924.83	\$51,125,847.88	\$480,213,157.63	\$1,679,101,930.34
5	2030	\$1,166,229,303.01	\$51,949,594.55	\$487,952,265.64	\$1,706,131,163.21
6	2031	\$1,184,992,788.22	\$52,786,613.59	\$495,816,097.33	\$1,733,595,499.15
7	2032	\$1,204,058,160.67	\$53,637,118.83	\$503,806,662.75	\$1,761,501,942.26
8	2033	\$1,223,430,277.47	\$54,501,327.58	\$511,926,004.35	\$1,789,857,609.40
9	2034	\$1,243,114,073.85	\$55,379,460.62	\$520,176,197.49	\$1,818,669,731.97
10	2035	\$1,263,114,564.49	\$56,271,742.31	\$528,559,350.99	\$1,847,945,657.80
11	2036	\$1,283,436,844.73	\$57,178,400.61	\$537,077,607.65	\$1,877,692,852.99
12	2037	\$1,304,086,091.88	\$58,099,667.17	\$545,733,144.79	\$1,907,918,903.84
13	2038	\$1,325,067,566.56	\$59,035,777.35	\$554,528,174.85	\$1,938,631,518.76

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



14	2039	\$1,346,386,614.03	\$59,986,970.31	\$563,464,945.89	\$1,969,838,530.24
15	2040	\$1,368,048,665.56	\$60,953,489.09	\$572,545,742.24	\$2,001,547,896.88
16	2041	\$1,390,059,239.78	\$61,935,580.60	\$581,772,885.00	\$2,033,767,705.38
17	2042	\$1,412,423,944.13	\$62,933,495.77	\$591,148,732.71	\$2,066,506,172.61
18	2043	\$1,435,148,476.26	\$63,947,489.54	\$600,675,681.91	\$2,099,771,647.71
19	2044	\$1,458,238,625.50	\$64,977,820.98	\$610,356,167.76	\$2,133,572,614.25
20	2045	\$1,481,700,274.32	\$66,024,753.33	\$620,192,664.68	\$2,167,917,692.33

Fuente: Análisis Costo – Beneficio

e. Evaluación del PPI

1. Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

- Monto de Inversión**

El proyecto “**Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE**”, tendrá un monto de inversión de \$303,647,142.05 pesos incluyendo el Impuesto al Valor Agregado (IVA), con base en lo establecido en el proyecto. Cabe mencionar que los recursos de asignación provendrán del Gasto de Inversión para el Desarrollo del Estado de México 2025 (GIDEM 2025).

Tabla 62 Presupuesto desglosado

Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
Cortes	Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes de la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.	\$381.02	29,923.34	m³	\$11,401,391.01
Recompactación	Recompactación al 100% AASTHO, estandar del terreno natural en la superficie descubierta al despallar, escarificar y/o cortar, para la formación de la capa subrasante por el propio terreno natural.	\$46.09	7,480.84	m³	\$344,791.92
Capa subrasante	Formación de capa subrasante compactada al 100% de su PVSM AASHTO Estandar.	\$363.81	11,221.25	m³	\$4,082,402.96
Pedraplenes	Formación de pedraplenes con fragmentos de roca y agrava con tamaños de 1 a 8" para las zonas inestables.	\$530.60	11,221.25	m³	\$5,953,995.25
Rellenos	Para el relleno de banquetas y guarniciones.	\$312.01	395.50	m³	\$123,399.96
Guarniciones	Guarniciones de concreto hidráulico f'c=150 Kg/cm², de 0.09 m2 de sección transversal.	\$504.11	2,260.00	m	\$1,139,288.60
Banquetas	Banquetas de concreto hidráulico f'c=100 Kg/cm², de 0.10 m de espesor.	\$452.33	7,910.00	m²	\$3,577,930.30
Demoliciones y desmantelamientos	Demoliciones y desmantelamientos para el material de concreto hidráulico simple	\$934.28	994.40	m³	\$929,048.03

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
Coladera de piso	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$3,249.92	95.00	Pza.	\$308,742.40
Coladera de banqueta	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de banqueta reforzado para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$3,799.75	38.00	Pza.	\$144,390.50
Pozo de visita	Reposición de brocal y tapa de polietileno para pozo de visita reforzado para tránsito pesado, capacidad de carga 20 ton.	\$4,015.00	117.00	Pza.	\$469,755.00
Coladera de piso reforzado rectangular	Reposición de marco y rejilla de polietileno para coladera de piso reforzado rectangular de 0.40 x 1.50 m para tráfico pesado, polietileno de alta resistencia, resistencia 11 ton., peso total 30 kg.	\$15,133.75	15.00	Pza.	\$227,006.25
Base hidráulica	Base hidráulica con producto procedente de banco.	\$777.29	7,480.84	m ³	\$5,814,782.12
Riego de impregnación	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ² .	\$43.61	218,994.00	m ²	\$9,550,328.34
Arena para cubrir el riego de impregnación	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ²	\$664.18	13,139.64	m ³	\$8,727,086.10
Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos, compactada como mínimo al 95% de su PVM prueba Marshall, formada con material del banco más cercano a la obra, que escoja el contratista y cuente con los permisos y calidades de acuerdo a la legislación vigente local y federal y las normas de SCT y/o las que apliquen en la materia y sean validados por la Supervisión. Aplicación y suministro de los materiales necesarios para el riego de liga a base de una emulsión asfáltica tipo ECR-65 en proporción de 1.0 Lt/m ² .	\$5,984.13	21,899.40	m ³	\$131,048,856.52
Recompactación con calidad de base	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar, para la formación de la capa de base.	\$49.30	7,308.00	m ³	\$360,284.40
Riego de sello	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ² , premezclado con emulsión asfáltica de rompimiento rápido diluida en agua o similar según procedimiento constructivo.	\$95.71	218,994.00	m ²	\$20,959,915.74
Recorte de carpetas	Recorte de carpetas asfálticas en todo el espesor existente.	\$450.29	21,899.40	m ³	\$9,861,080.83
Raya continua	Raya separadora de carriles, continua sencilla.	\$ 29.25	2,160.00	m	\$ 63,180.00

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
Raya discontinua	Raya separadora de carriles, discontinua.	\$29.25	43,047.93	m	\$1,259,151.95
Raya en la orilla derecha	Raya en la orilla derecha, continua.	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Raya en la orilla izquierda	Raya en la orilla izquierda, continua.	\$29.25	22,600.00	m	\$661,050.00
Rayas peatonales	Rayas para cruce de peatones en vías primarias.	\$71.79	70.00	Pza.	\$5,025.30
Rayas, símbolos y leyendas	Flechas de 5.0 m de largo	\$1,237.81	60.00	Pza.	\$74,268.60
Marcas en guarniciones	Suministro y aplicación de pintura tráfico en guarniciones. Por unidad de obra terminada.	\$55.99	22,600.00	m	\$1,265,374.00
Señales preventivas	Señal tipo SP en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola con acabado fondo reflejante tipo "A", color amarillo, claves y símbolos con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco. de 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$4,845.30	88.00	Pza.	\$426,386.40
Señales restrictivas	Señal tipo SR en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo reflejante tipo "A" color blanco, círculo en color rojo reflejante, claves, símbolos y leyendas en tinta serigráfica translúcida compatible en adherencia con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco., de 86 x 86 cm en acabado reflejante.	\$ 7,592.88	66.00	Pza.	\$501,130.08
Señales informativas de destino	Tipo SID en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo verde reflejante tipo "A" color verde, claves, símbolos y leyendas en reflejante tipo "A" color blanco de 40 x 178 cm en acabado reflejante.	\$7,480.09	22.00	Pza.	\$164,561.98
Iluminación Interpostal	Unidad de iluminación interpostal, alumbrado público de 2.8 m de altura, de sección triangular, con luz de acento en la columna del poste, fabricado de acero galvanizado de una sola pieza, sin soldadura aparente, acabado con pintura de aplicación electrostática curada al horno. Montaje mediante una placa de acero de 3/8" con barrenos de 3/4", sobre dado de cimentación de 0.30 m de profundidad y con una sección de 0.30 m x 0.30 m, formado a base de 4 anclas de 3/4" con tuerca y rondana de presión, estribos de alambón de 1/4" @ 10 cm, con distancia de 19 mm entre barrenos. Incluye: Adquisición, instalación, equipo, canalización, acarreo de material producto de excavación, herramienta y mano de	\$24,473.39	847.00	Pza.	\$20,728,961.33

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Descripción de los componentes del proyecto					
Componente	Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Unidad de medida	Monto total
					S/IVA
	obra.				
Luminaria solar	Luminaria solar para alumbrado público de 100w ip65 10000lm sistema solar al in one que incluye: luminaria led, panel solar, controlador y baterías de litio; Poste metálico circular cónico de 6 a 9 metros de altura, con dado de cimentación, demolición, excavación, construcción de dado de cimentación, anclas de 3/4 x 50 cm; tuercas, registro para conexiones, aplicación de primer y dos capas de esmalte anticorrosivo de color de acuerdo con el proyecto, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	\$32,354.97	644.00	Pza.	\$20,836,600.68
Obras inducidas	Retiro de luminarias. Se retirarán 18 piezas a lo largo del tramo cada una de las luminarias existentes para su resguardo y entrega posterior a la dependencia, se utilizará los medios, equipo y herramienta que la empresa considere necesarios para su correcta ejecución)	\$2,881.35	18.00	Pza.	\$51,864.30
Anuncio informativo	Cartelera informativa construida con Lámina galvanizada calibre 18, bastidor compuesto por perfil tubular rectangular (PTR) galvanizado 2" x 2", dividido en 2 secciones de 2.5 x 3 metros, postes compuestos de perfil tubular rectangular (PTR) de 4", el acabado de bastidor con vinil autoadherible impreso en gran formato para el inicio de la obra y al finalizar.	\$41,696.78	1.00	Pza.	\$41,696.78
SUBTOTAL					\$261,764,777.63
IVA					\$41,882,364.42
TOTAL					\$303,647,142.05

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

- Costos por molestia**

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto, ya que se procederá a cerrar la circulación parcial de la sección a trabajar, situación que ocasiona que los usuarios reduzcan su velocidad de circulación

Sin embargo, debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomara como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los costos por molestia los cuales se calculan de la siguiente manera: ²⁸

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV₀ es el costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto

²⁸ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 63 Costos por molestia

Tramo 1: 0+000-2+735

Situación Sin Proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2025	35	32	29	

Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2025	\$ 8.16	\$21.63	\$14.79	

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2025	17	16	14	

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19	

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0 2025	\$398,036,850.80	\$92,672,946.83	\$343,969,420.04	
Total	\$834,679,217.68			

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0 2025	\$680,456,439.53	\$174,846,600.15	\$657,118,098.45	
	\$1,512,421,138.13			

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$282,419,588.73	-\$82,173,653.32	-\$313,148,678.41	-\$677,741,920.45	

Mensual -\$56,478,493.37

Tramo 2: 2+735-7+035

Situación Sin proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2025	34	31	29	

Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2025	\$8.16	\$21.63	\$14.79	

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2025	17	15	14	

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19	

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0 2025	\$985,629,036.56	\$142,950,956.12	\$659,139,641.55	
Total	\$1,787,719,634.23			

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0 2025	\$1,687,743,333.16	\$270,030,084.12	\$1,259,522,889.39	
	\$3,217,296,306.67			

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$702,114,296.60	-\$127,079,128.01	-\$600,383,247.84	-\$1,429,576,672.45	

-\$ 119,131,389.37

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tramo 3: 7+035-11+300

Situación Sin proyecto				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0	2025	35	32	29

Situación Sin Proyecto				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0	2025	\$8.16	\$21.63	\$14.79

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0	2025	18	16	15

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0	2025	\$12.24	\$32.45	\$22.19

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0	2025	\$1,257,395,685.47	\$57,957,930.25	\$555,348,924.04
Total		\$1,870,702,539.76		

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0	2025	\$2,147,036,828.86	\$109,301,710.08	\$1,059,882,201.96
		\$3,316,220,740.91		

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$889,641,143.39	-\$51,343,779.84	-\$504,533,277.92	-\$1,445,518,201.14	

-\$ 120,459,850.10

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

A lo largo de los 11.3 km del proyecto, se tiene que los costos por molestias son:

Tabla 64. Costos por molestias en los 11.3 km del proyecto

Costos por molestias totales		
Tramo	Costos por molestia	
	Anuales	Mensuales
Tramo 1	\$ 677,741,920.45	\$ 56,478,493.37
Tramo 2	\$ 1,429,576,672.45	\$ 119,131,389.37
Tramo 3	\$ 1,445,518,201.14	\$ 120,459,850.10
Total	\$ 3,552,836,794.04	\$ 296,069,732.84

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

- Costos de operación**

Durante la etapa de operación del proyecto, es necesario llevar a cabo mantenimiento anual y periódico al camino para mantener la superficie de rodamiento en buen estado. A continuación, se describen los trabajos y costos que involucran los mantenimientos:

- ✓ Conservación Rutinaria (Cada año)

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje,



el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.²⁹

✓ **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

Las actividades principales que constituyen en la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, reconstrucción de terraplenes, rehabilitación de bases, reconstrucción de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.³⁰

✓ **Rehabilitación (Cada 10 años):** implica una serie de actividades como el reasfaltado (sobrecapeta), y/o la reparación y la reconstrucción de secciones dañadas. Estos proyectos tienen como objetivo restaurar la funcionalidad de las carreteras, garantizar la seguridad y mejorar la calidad general de las vías.

Tabla 65 Mantenimiento del PPI

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
LONGITUD =	11300	M		
ÁREA =	218,994	M2		
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE (S/IVA)
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	m2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60
BACHEO AISLADO (5 CM)	M³	\$ 6,500.00	656.29	\$ 4,265,859.00
MARCAS EN GUARNICIONES	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
TOTAL S/ IVA=				\$ 8,855,992.60
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	m2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60
BACHEO AISLADO	M³	\$ 6,500.00	656.29	\$ 4,265,859.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M³	\$ 5,200.00	114.85	\$ 597,220.26
RIEGO DE SELLO	M²	\$ 96.00	218,994.00	\$ 21,023,424.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
MARCAS EN GUARNICIONES	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
TOTAL S/ IVA=				\$ 30,476,636.86
REHABILITACIÓN (10 AÑOS)				
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	m2	\$2.80	218994.00	\$612,533.60
SobreCARPETAS (5cm)	M³	\$ 6,200.00	10,949.70	\$ 67,888,140.00
Fresado (5cm)	m2	\$ 20.00	218,994.00	\$ 4,379,880.00

²⁹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

³⁰ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 30.00	90,400.00	\$ 2,712,000.00
MARCAS EN GUARNICIONES	M	\$ 56.00	22,600.00	\$ 1,265,600.00
TOTAL S/ IVA=				\$76,858,153.60

Fuente: Memoria de Cálculo del Análisis Costo – Beneficio del PPI

La siguiente tabla muestra en forma de resumen el costo del mantenimiento y su periodicidad a lo largo de la vida útil del PPI (20 años).

Tabla 66 Periodización del mantenimiento

Alternativa A				
Mantenimiento Proyecto				
Vida útil (Años)	Concreto Asfáltico			TOTAL
20	Rutinaria	Periódica	Rehabilitación	
AÑO	Anual	3 años	10 años	
0				
1	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
2	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
3		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
4	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
5	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
6		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
7	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
8	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
9		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
10			\$76,858,153.60	\$ 76,858,803.20
11	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
12		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
13	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
14	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
15		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
16	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
17	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
18		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86
19	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60
20	\$8,855,992.60			\$ 8,855,992.60

Fuente: Memoria de Cálculo del Análisis Costo – Beneficio del PPI

2. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Para llevar a cabo la evaluación socioeconómica del proyecto se toman en cuenta los beneficios obtenidos por concepto de ahorros en costos generalizados de viaje de los vehículos, así como los costos operativos del proyecto y costos tiempo recorrido.

Los factores considerados para la obtención de los beneficios del proyecto son los siguientes: el Horizonte de evaluación, que es de 20 años una vez terminado el proyecto y la Tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes:



1. Ahorros en costo de operación vehicular
2. Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios.

La información para la obtener los resultados de los costos generalizados de viaje (CGV) es emitida por Instituto Mexicano del Transporte (IMT), en la Publicación bimestral de divulgación externa, NOTAS núm. 167, JULIO-AGOSTO 2017, artículo 2: “Consideraciones para un modelo de asignación de carga utilizando costo generalizado de transporte en la exportación de productos a través de la frontera norte”, donde menciona lo siguiente:

El método de costo generalizado de transporte se refiere a la suma del valor monetario de todos los determinantes de la demanda de transporte para un decisor. Se utiliza el dinero como unidad común de medida porque permite una comparación interpersonal más objetiva, aunque implique considerar que todos los individuos comparten una misma valoración de la renta (de Rus, et al, 2003).

El costo generalizado de transporte es la suma de dos elementos. En primer lugar, los costos pecuniarios que están relacionados con el precio del servicio de transporte y en segundo lugar el costo de tiempo es el producto del costo de tiempo por hora y tiempo de transporte.

Por lo tanto, se concluye que los Costos Generalizados de Viaje se obtienen de la siguiente manera:

$$\text{Costos Generalizados de Viaje (CGV)} = \text{Costos de Operacion Vehicular (COV)} + \text{Costos por Tiempo de Recorrido (CTR)}$$

Además, los datos utilizados para la obtención en particular de los Costos de Operación vehicular y los Costos Tiempo Recorrido se reflejan en la memoria de cálculo en base al Anexo 4. Factibilidades (Archivo. Factibilidad de mercado).



A continuación, se presentan los beneficios monetarios obtenidos con el PPI.

Tabla 67 Beneficios del PPI

Costos Generalizados de Viaje										
Año		Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Beneficios		
		COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV
0	2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2026	\$1,895,573,428.81	\$2,633,472,773.99	\$4,529,046,202.80	\$1,720,843,659.20	\$2,106,778,219.19	\$3,827,621,878.40	\$174,729,769.60	\$526,694,554.80	\$701,424,324.40
2	2027	\$1,926,023,920.37	\$2,675,948,141.32	\$4,601,972,061.68	\$1,748,487,291.74	\$2,140,758,513.05	\$3,889,245,804.80	\$177,536,628.62	\$535,189,628.26	\$712,726,256.88
3	2028	\$1,956,963,568.62	\$2,719,108,595.21	\$4,676,072,163.83	\$1,776,574,991.60	\$2,175,286,876.17	\$3,951,861,867.77	\$180,388,577.02	\$543,821,719.04	\$724,210,296.07
4	2029	\$1,988,400,231.39	\$2,762,965,185.45	\$4,751,365,416.84	\$1,805,113,892.26	\$2,210,372,148.36	\$4,015,486,040.63	\$183,286,339.12	\$552,593,037.09	\$735,879,376.22
5	2030	\$2,020,341,892.71	\$2,807,529,140.06	\$4,827,871,032.76	\$1,834,111,241.83	\$2,246,023,312.05	\$4,080,134,553.87	\$186,230,650.88	\$561,505,828.01	\$747,736,478.89
6	2031	\$2,052,796,664.87	\$2,852,811,868.12	\$4,905,608,532.99	\$1,863,574,404.82	\$2,282,249,494.50	\$4,145,823,899.32	\$189,222,260.05	\$570,562,373.62	\$759,784,633.68
7	2032	\$2,085,772,790.49	\$2,898,824,962.77	\$4,984,597,753.26	\$1,893,510,864.06	\$2,319,059,970.22	\$4,212,570,834.27	\$192,261,926.44	\$579,764,992.55	\$772,026,918.99
8	2033	\$2,119,278,644.60	\$2,945,580,204.10	\$5,064,858,848.71	\$1,923,928,222.58	\$2,356,464,163.28	\$4,280,392,385.86	\$195,350,422.02	\$589,116,040.82	\$784,466,462.84
9	2034	\$2,153,322,736.75	\$2,993,089,562.24	\$5,146,412,298.98	\$1,954,834,205.54	\$2,394,471,649.79	\$4,349,305,855.33	\$198,488,531.20	\$598,617,912.45	\$797,106,443.65
10	2035	\$2,187,913,713.19	\$3,041,365,200.34	\$5,229,278,913.53	\$1,986,236,662.22	\$2,433,092,160.27	\$4,419,328,822.49	\$201,677,050.97	\$608,273,040.07	\$809,950,091.04
11	2036	\$2,223,060,359.08	\$3,090,419,477.76	\$5,313,479,836.84	\$2,018,143,567.96	\$2,472,335,582.21	\$4,490,479,150.17	\$204,916,791.12	\$618,083,895.55	\$823,000,686.67
12	2037	\$2,258,771,600.69	\$3,140,264,953.21	\$5,399,036,553.90	\$2,050,563,026.24	\$2,512,211,962.57	\$4,562,774,988.81	\$208,208,574.45	\$628,052,990.64	\$836,261,565.09
13	2038	\$2,295,056,507.68	\$3,190,914,387.94	\$5,485,970,895.62	\$2,083,503,270.69	\$2,552,731,510.35	\$4,636,234,781.04	\$211,553,236.99	\$638,182,877.59	\$849,736,114.58
14	2039	\$2,331,924,295.42	\$3,242,380,749.03	\$5,574,305,044.45	\$2,116,972,667.23	\$2,593,904,599.23	\$4,710,877,266.46	\$214,951,628.19	\$648,476,149.81	\$863,427,777.99
15	2040	\$2,369,384,327.30	\$3,294,677,212.73	\$5,664,061,540.03	\$2,150,979,716.16	\$2,635,741,770.18	\$4,786,721,486.34	\$218,404,611.14	\$658,935,442.55	\$877,340,053.69
16	2041	\$2,407,446,117.14	\$3,347,817,167.77	\$5,755,263,284.91	\$2,185,533,054.32	\$2,678,253,734.22	\$4,863,786,788.54	\$221,913,062.82	\$669,563,433.55	\$891,476,496.37
17	2042	\$2,446,119,331.56	\$3,401,814,218.86	\$5,847,933,550.43	\$2,220,641,457.31	\$2,721,451,375.09	\$4,942,092,832.40	\$225,477,874.26	\$680,362,843.77	\$905,840,718.03
18	2043	\$2,485,413,792.50	\$3,456,682,190.14	\$5,942,095,982.64	\$2,256,313,841.68	\$2,765,345,752.11	\$5,021,659,593.79	\$229,099,950.83	\$691,336,438.03	\$920,436,388.86
19	2044	\$2,525,339,479.67	\$3,512,435,128.69	\$6,037,774,608.35	\$2,292,559,267.23	\$2,809,948,102.95	\$5,102,507,370.18	\$232,780,212.44	\$702,487,025.74	\$935,267,238.18
20	2045	\$2,565,906,533.07	\$3,569,087,308.18	\$6,134,993,841.25	\$2,329,386,939.30	\$2,855,269,846.55	\$5,184,656,785.84	\$236,519,593.77	\$713,817,461.64	\$950,337,055.41

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem Cal. Vía Morelos)



3. Cálculo de los indicadores de rentabilidad

La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los indicadores: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y los beneficios de los Costos Generalizados de Viaje 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.

Indicadores económicos:

Los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil de 20 años, por lo tanto, la “Evaluación del Proyecto” integra los flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de descuento. Acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, la tasa de descuento que se utilizó en la presente evaluación es el 10%. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los siguientes indicadores:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Los Indicadores de rentabilidad se calcularon conforme al Anexo I de las REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO de los proyectos de inversión de la Secretaría de Finanzas publicadas el 12 de marzo de 2025.

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPNs)	\$4,753,143,108.78
Tasa interna de retorno (TIRs)	41.01%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRIs)	39.75%

4. Análisis de riesgos

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, es decir que por factores imputables al licitante ganador del proyecto no se llegue a edificar los diversos componentes de la vialidad. Esta situación a pesar de que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses de la empresa a la cual le sea asignado el proyecto, ya que se vería obligado a ejercer las fianzas de cumplimiento y en un extremo incluso en acciones legales en su contra.

El proyecto registra un riesgo vinculado con una deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros por parte del contratista, bajo este escenario, los beneficios proyectados en el horizonte del proyecto no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con las edificaciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones, principalmente ante un cambio de escenario en la tendencia de estabilidad económica. Sin embargo, la propia Junta de Caminos del Estado de México ha llevado a cabo tanto un programa de mantenimiento como de construcción de infraestructuras de vialidades similares a la propuesta en el presente proyecto, por lo cual se supone que contratante cuenta con la experiencia suficiente y capacidad técnica para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza.



El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un aumento en la ineficiencia operativa, sin embargo, la posible realización de la obra mediante el uso de carpeta asfáltica puede llegar a minimizar este tipo de riesgo, ya que los periodos de mantenimiento se reducen mediante el uso de esta solución. Adicionalmente, la evaluación socioeconómica contempla un monto anual para los programas de mantenimiento.

Tabla 68 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

DESCRIPCIÓN		IMPACTO			
RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
Regulatorio	Riesgo ocasionado por cambios en la normatividad técnica durante la ejecución del proyecto.	100%		M	B
Diseño	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños realizados por el contratista		100%	B	M
	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños entregados por la Junta de Caminos.	100%		B	M
Construcción	Riesgo ocasionado por falta de calidad en las obras realizadas por el Contratista		100%	B	M
	Riesgo ocasionado por ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al CONTRATISTA, o por deficiente programación (o cronología) de ejecución de las obras.		100%	B	M
	Riesgo presentado en el contrato por precios por debajo del presupuesto oficial (es decir, cuando estos precios se encuentran por debajo del presupuesto oficial y/o de cada uno de los insumos, costos, precios, tarifas, alquiler de equipos, salarios, transportes, de los APU) en la propuesta del CONTRATISTA. El presupuesto oficial se calcula de conformidad con los precios de mercado existentes en el sitio del proyecto al momento de publicación del Pliego Definitivo y/o Adendas (en		100%	M	M

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



DESCRIPCIÓN		IMPACTO			
RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	caso de presentarse).				
	Riesgo presentado por escasez de cualquier tipo de material y/o insumos para la ejecución de la obra; o por salida del mercado de insumos o materias primas para la ejecución de las obras objeto del contrato. Al CONTRATISTA le corresponde teniendo en cuenta que debe prever en su propuesta planes de contingencia para mitigar estas eventualidades, teniendo también un Plan de Calidad acorde con el proyecto y de conformidad con la visita técnica que le corresponde realizar al sitio donde se pretenden ejecutar las obras. Riesgo que asume el CONTRATISTA.		100%	B	M
	Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales.		100%	M	B
	Riesgo de mayor permanencia y stand by de maquinaria y disponibilidad de personal, por el no inicio de las obras y/o parálisis de la mismas por demoras ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que lleve a cabo y/o ejecute el CONTRATISTA, de acuerdo con lo estipulado en el ANEXO TECNICO, en caso de que dichos cálculos y/o diseños y/o estudios estén a cargo del CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo presentado por la modificación y/o cambios de ubicación en las fuentes de materiales presentadas y/o propuestas por el CONTRATISTA. Hace referencia al riesgo técnico, ambiental y/o social, en cuanto a		100%	B	B

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



DESCRIPCIÓN		IMPACTO			
RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	calidad y cantidad del material, explotación y su distancia de acarreo. Le corresponde al interesado o proponente verificar en la visita a la obra las fuentes de materiales a emplear, para la presentación de una propuesta acorde con las obras a ejecutar.				
Financiero	Riesgo generado por Las fluctuaciones de las tasas de interés, tasa de cambio, variaciones cambiarias y financieras por causas micro o macroeconómicas.		100%	B	B
	Riesgo por la falta de solvencia económica del Contratista		100%	B	A
Aseguramiento	Riesgo correspondiente a la diferencia entre el valor del siniestro asegurado y el valor del amparo de las pólizas establecidas en el CONTRATO, en el evento en que las causas de los daños objeto del siniestro, sean imputables al CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo de mayores costos y disponibilidad de las pólizas de Garantía Única de Cumplimiento, Responsabilidad Civil Extracontractual y Estabilidad y Calidad de Obra.		100%	B	M
Ambiental	Mayores plazos y costos por la gestión para la obtención de licencias y/o permisos.		100%	B	M
	Mayores costos por modificaciones ambientales imputables al contratista		100%	B	M
Fuerza Mayor Asegurable	Riesgo presentado por accidentalidad y/o muerte de personal del CONTRATISTA (Adjudicatario) desde la adjudicación y/o durante la ejecución del contrato, por causas externas al proyecto o por ausencia o falta o deficiencia del SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL de la obra.		100%	B	A



DESCRIPCIÓN		IMPACTO			
RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	Impacto adverso que generen los desastres naturales sobre la ejecución y/o operación del proyecto. Estos incluyen terremotos, inundaciones, incendios y sequías, entre otros. El contratista tiene la obligación de asegurar únicamente la longitud intervenida correspondiente a la reparación de puntos críticos.		100%	B	A
Fuerza Mayor NO Asegurable	Se refieren de manera exclusiva al daño emergente derivado de los actos de terrorismo, guerras o eventos que alteren el orden público, hallazgos arqueológicos, de minas o yacimientos, entre otros.	100%		B	A
Político Social	Mayores costos y plazos por las actividades de gestión Social		100%	B	B
Terminación Anticipada	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada imputable al Contratista		100%	B	M
	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada no imputable al contratista	100%		M	B

Nota: B = Baja, M = Media y A = Alta

5. Conclusiones y Recomendaciones

La “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE” **es factible** desde el punto de vista de seguridad vial debido a que se hará un camino más cómodo para los conductores eliminando baches y zonas irregulares en todo el tramo del camino, contará con obras de drenaje en buenas condiciones lo que permitirá tener un buen drenaje de aguas y por lo tanto se evitarán los encharcamientos sobre la capa de rodamiento. Desde el punto de vista económico representa significativos ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación de los sistemas de transporte motorizado privado y público, así como también el autotransporte, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

El proyecto forma parte de un proyecto integral de incremento de eficiencia operativa como parte de las obras a realizar para la óptima incorporación de los usuarios hacia el municipio de Ecatepec, así como sus colindancias, con el objetivo de mejorar sustancialmente el nivel de servicio vial ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario al proporcionar una mejor y más eficiente comunicación en la zona, potencializar el desarrollo económico de la zona y al disminuir el costo de los transportes a elevar el nivel de vida de la



población, elevar los índices de seguridad y mejora los niveles de movilidad motorizada.

Los beneficios del proyecto definidos en reducción de costos generalizados de viaje son mayores que los costos sociales definidos por el costo de inversión, molestias durante el periodo de construcción y mantenimiento, por lo cual la sociedad en su conjunto tendría un beneficio mayor mediante la implementación del proyecto. Adicionalmente, las problemáticas descritas en la situación actual pueden encontrar una solución mediante la implantación de la infraestructura vial que considera el proyecto, este escenario no resulta alcanzable mediante la implementación única de las propuestas optimizadas.

Con la realización de Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE, se verá beneficiada también en los siguientes aspectos:

- Disminución de los costos generalizados de viaje
- Incremento del índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducción de los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumento en la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumento en la competitividad de las comunidades de la región.

Al igual que cualquier proyecto de infraestructura, el proyecto corre el riesgo de obra inconclusa o bien deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros, bajo este escenario, los ahorros proyectados no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con la reconstrucción de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones de las instalaciones con significativa antigüedad y bajo un contexto densamente poblado. El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un detrimento en la eficiencia operativa.

Los riesgos antes mencionados estuvieron latentes en otras obras viales implantadas a cargo de la Junta de Caminos del Gobierno del Estado de México y en su caso fueron mitigados cada uno de ellos. En este sentido, la experiencia operativa, técnica y presupuestal experimentada en otras obras de infraestructura por parte del propio Gobierno del Estado de México sin duda puede capitalizarse para mitigar riesgos potenciales del proyecto que se pretende implantar en esta vialidad.

Finalmente, un riesgo mayor del proyecto consiste en una caída en la demanda esperada –TPDA Vehicular-, ya que en dicho escenario de la rentabilidad social podrían afectarse negativamente; sin embargo, los estudios de demanda, la vinculación de las vialidades rutas con los patrones de origen-destino es una variable que brinda una mayor certidumbre sobre la factibilidad de la demanda.

Analizando los resultados con respecto a los indicadores económicos obtenidos para la evaluación socioeconómica base de la obra en proyecto, indican que el proyecto es viable desde el punto de vista económico. Teniendo como resultado los siguientes indicadores de rentabilidad:

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Valor Presente Neto VPN	\$4,753,143,108.78
Tasa Interna de Retorno TIR	41.01%
Tasa de Rendimiento Inmediata TRI	39.75%

De acuerdo a estos resultados se tiene que:

- La diferencia Beneficio menos Costo; o Valor Presente Neto es una unidad positiva (**VPN > 0**), que equivale a las ganancias que se obtendrán con el proyecto.
- La Tasa Interna de Retorno es superior al costo de oportunidad de capital, (**TIR>10%**), esta tasa muestra el rendimiento de la inversión.
- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (final del primer año de operación de la situación “con Proyecto”) muestra un valor igual o superior a la tasa de actualización o de descuento (**TRI >= 10%**)

Además

- La obra brindará beneficios a toda la población de Ecatepec, así como a municipios aledaños.
- La mejora de la seguridad vial del camino garantiza un traslado ágil y oportuno, así como un eficaz transporte de mercancías en la zona.
- Al concretarse la construcción del proyecto se resuelve el problema de largos tiempos de traslado que se presentan actualmente en la zona.



6. Anexos

Son las factibilidades, aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en la Evaluación Socioeconómica.

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo 1	Indicadores de Rentabilidad y Eficiencia	Documento en PDF en el que se plasman los resultados obtenidos del Análisis Costo – Beneficio.
Anexo 2	Mem. Cal. Vía Morelos	Documento en Excel en el que se presenta el análisis de los costos representativos de la situación actual, sin proyecto y con proyecto, así como, el resultado de la evaluación socioeconómica del proyecto.
Anexo 3.	Factibilidades	Carpeta que contiene el soporte documental de la factibilidad técnica, legal, de mercado y ambiental del proyecto.
Anexo 4.	Proceso Adquisitivo (licitación pública)	Carpeta que contiene el contrato y expediente técnico con la información general de un proyecto licitado en el año fiscal 2024 similar al PPI presentado.
Anexo 5.	Integración de PU	Carpeta con el desglose de Precios Unitarios del PPI.



8. Bibliografía

- REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO.
- División Territorial del Estado de México por Región, publicado en Gaceta de Gobierno del Estado de México el 27 de mayo del 2024
- Mapa Digital de INEGI
- Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024
- Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras, SICT 2023.
- Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214
- GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT
- Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2025
- Plan de Desarrollo Municipal de Ecatepec 2022-2024
- Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030
- Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:			
Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Mtro. Luis Adrián Chávez Toledo	Encargado del Despacho de la Dirección de Infraestructura		01-Julio-2025

Versión	Fecha
V2.0	01-Julio-2025



f. ANEXO I. INDICADORES DE RENTABILIDAD Y EFICIENCIA

1. Indicadores de rentabilidad

a) Valor Presente Neto social (VPNs)

El VPNs es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPNs, tanto los costos sociales como los beneficios sociales futuros del PPI son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPNs es positivo, significa que los beneficios derivados del PPI son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPNs es negativo, significa que los costos sociales del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios sociales.

La fórmula del VPNs es

$$VPN_s = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r_s)^t}$$

Donde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

b) Tasa Interna de Retorno social (TIRs)

La TIRs se define como la tasa de descuento que hace que el VPNs de un PPI sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un PPI, es decir, el valor presente de los beneficios sociales netos del PPI es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIRs se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN_s = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR_s)^t} = 0$$

Donde:

Bt: son los beneficios sociales totales en el año t

Ct: son los costos sociales totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIRs: Tasa Interna de Retorno social

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones



Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIRs por sí sola para comparar alternativas de un PPI, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPNs sea igual a cero.

c) Tasa de Rendimiento Inmediata social (TRIs)

La TRIs es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un PPI con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPNs sea positivo para el PPI, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRIs se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI_s = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

B_{t+1}: es el beneficio social total en el año t+1

C_{t+1}: es el costo social total en el año t+1

I_t: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRIs es igual o mayor que la tasa social de descuento.

En relación a lo establecido para la obtención de los indicadores de rentabilidad se tienen los siguientes resultados, los cuales se ven reflejados en la memoria de cálculo (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)



Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil

Tabla 69 Indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad										
TD	10%	Inversión S/IVA	Mantenimiento	Molestias por Construcción	Total costos	COV	Tiempo	Total Beneficios	Flujos Nominales	VPN
	Año									
0	2025	\$261,764,777.63	-	\$1,480,348,664.18	\$1,742,113,441.81				-\$1,742,113,441.81	-\$1,742,113,441.81
1	2026		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$174,729,769.60	\$526,694,554.80	\$701,424,324.40	\$ 692,568,331.80	\$629,607,574.36
2	2027		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$177,536,628.62	\$535,189,628.26	\$712,726,256.88	\$ 703,870,264.28	\$581,710,962.22
3	2028		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$180,388,577.02	\$543,821,719.04	\$724,210,296.07	\$ 693,733,659.21	\$521,212,366.04
4	2029		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$183,286,339.12	\$552,593,037.09	\$735,879,376.22	\$ 727,023,383.62	\$496,566,753.37
5	2030		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$186,230,650.88	\$561,505,828.01	\$747,736,478.89	\$ 738,880,486.29	\$458,786,649.13
6	2031		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$189,222,260.05	\$570,562,373.62	\$759,784,633.68	\$ 729,307,996.82	\$411,675,351.18
7	2032		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$192,261,926.44	\$579,764,992.55	\$772,026,918.99	\$ 763,170,926.39	\$391,627,356.48
8	2033		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$195,350,422.02	\$589,116,040.82	\$784,466,462.84	\$ 775,610,470.24	\$361,828,008.54
9	2034		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$198,488,531.20	\$598,617,912.45	\$797,106,443.65	\$ 766,629,806.79	\$325,125,875.23
10	2035		\$76,858,153.60		\$ 76,858,153.60	\$201,677,050.97	\$608,273,040.07	\$809,950,091.04	\$ 733,091,937.44	\$282,638,677.01
11	2036		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$204,916,791.12	\$618,083,895.55	\$823,000,686.67	\$ 814,144,694.07	\$285,352,748.57
12	2037		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$208,208,574.45	\$628,052,990.64	\$836,261,565.09	\$ 805,784,928.23	\$256,747,910.58
13	2038		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$211,553,236.99	\$638,182,877.59	\$849,736,114.58	\$ 840,880,121.98	\$243,573,018.96
14	2039		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$214,951,628.19	\$648,476,149.81	\$863,427,777.99	\$ 854,571,785.39	\$225,035,460.14
15	2040		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$218,404,611.14	\$658,935,442.55	\$877,340,053.69	\$ 846,863,416.83	\$202,732,368.89
16	2041		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$221,913,062.82	\$669,563,433.55	\$891,476,496.37	\$ 882,620,503.77	\$192,083,937.47
17	2042		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$225,477,874.26	\$680,362,843.77	\$905,840,718.03	\$ 896,984,725.43	\$177,463,646.01
18	2043		\$30,476,636.86		\$ 30,476,636.86	\$229,099,950.83	\$691,336,438.03	\$920,436,388.86	\$ 889,959,752.00	\$160,067,084.06
19	2044		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$232,780,212.44	\$702,487,025.74	\$935,267,238.18	\$ 926,411,245.58	\$151,475,641.44
20	2045		\$8,855,992.60		\$ 8,855,992.60	\$236,519,593.77	\$713,817,461.64	\$950,337,055.41	\$ 941,481,062.81	\$139,945,160.89

Valor Presente Neto VPN	\$4,753,143,108.78
Tasa Interna de Retorno TIR	41.01%
Tasa de Rendimiento Inmediata TRI	39.75%
B/C	3.73

Fuente: Memoria de Cálculo del Análisis Costo – Beneficio del PPI



3. Indicador de eficiencia

a) Costo Anual Equivalente social (CAEs)

El CAEs es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del PPI que brindan los mismos beneficios sociales; pero que poseen distintos costos directos e indirectos y/o distinta vida útil. El CAEs es la anualidad del valor presente de los costos sociales relevantes menos el valor presente del valor de rescate de un PPI, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas.

El CAEs puede ser calculado de la siguiente manera:

$$CAEs = VPC_S \left[\frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1} \right]$$

Donde:

VPCs: Valor presente del costo social total del PPI (debe incluir la deducción del valor de rescate del programa o proyecto).

r: indica la tasa social de descuento

m: indica el número de años de vida útil del activo

El VPCs debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$VPC_S = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Ct: costos sociales totales en el año t

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

n: número de años del horizonte de evaluación

La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAEs. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos sociales de las alternativas.

El presente proyecto compara alternativas con diferente vida útil, ya que la Alternativa A (alternativa selecciona) cuenta con una vida útil de 20 años al ser rehabilitada con carpeta asfáltica y la Alternativa B (Alternativa rechazada) contempla una vida útil de 30 años al ser una rehabilitación con losas de concreto hidráulico. Por esta razón la comparación de las Alternativas se realiza a través del cálculo de CAE. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del cálculo de la comparación de estas alternativas.

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Tabla 70 CAE Alternativa A

Alternativa A						
Inversión C/IVA \$303,647,142.05		Inversión S/IVA \$261,764,777.63		Tasa de descuento 10.00%	Vida útil (Años) 20	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$261,764,777.63	\$-	\$1,480,348,664.18	\$1,742,113,441.81	\$1,742,113,441.81	\$204,627,991.19
1		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$8,050,902.36	\$945,655.97
2		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$7,319,002.15	\$859,687.25
3		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$22,897,548.35	\$2,689,537.44
4		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$6,048,762.11	\$710,485.33
5		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$5,498,874.64	\$645,895.75
6		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$17,203,266.98	\$2,020,689.28
7		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$4,544,524.50	\$533,798.14
8		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$4,131,385.91	\$485,271.04
9		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$12,925,069.11	\$1,518,173.77
10		\$76,858,153.60		\$76,858,153.60	\$29,632,145.36	\$3,480,580.68
11		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$3,103,971.38	\$364,591.31
12		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$9,710,795.72	\$1,140,626.42
13		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$2,565,265.60	\$301,315.14
14		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$2,332,059.64	\$273,922.85
15		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$7,295,864.56	\$856,969.51
16		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,927,322.02	\$226,382.52
17		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,752,110.92	\$205,802.29
18		\$30,476,636.86		\$30,476,636.86	\$5,481,491.03	\$643,853.88
19		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,448,025.56	\$170,084.54
20		\$8,855,992.60		\$8,855,992.60	\$1,316,386.87	\$154,622.31
Total		\$374,845,878.56	\$1,480,348,664.18	\$2,116,959,320.37	\$1,897,298,216.58	\$222,855,936.60

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

Tabla 71 CAE Alternativa B

Alternativa B						
Inversión C/IVA \$ 353,600,000.00		Inversión S/IVA \$304,827,586.21		Tasa de descuento 10.00%	Vida útil (Años) 30	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$304,827,586.21	\$ -	\$ 2,072,488,129.86	\$ 2,377,315,716.07	\$ 2,377,315,716.07	\$ 252,183,864.02
1		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 3,829,733.93	\$ 406,255.30
2		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 3,481,576.30	\$ 369,323.00
3		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 12,877,507.61	\$ 1,366,036.33
4		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,877,335.78	\$ 305,225.62
5		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,615,759.80	\$ 277,477.83
6		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 9,675,062.07	\$ 1,026,323.31
7		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 2,161,784.96	\$ 229,320.52
8		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,965,259.06	\$ 208,473.20
9		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 7,269,017.33	\$ 771,091.89
10		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,624,181.04	\$ 172,291.90
11		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,476,528.22	\$ 156,629.00
12		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 5,461,320.31	\$ 579,332.75

Análisis Costo-Beneficio a nivel de perfil



Alternativa B

Inversión C/IVA		Inversión S/IVA		Tasa de descuento	Vida útil (Años)	
\$ 353,600,000.00		\$304,827,586.21		10.00%	30	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
13		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,220,271.25	\$ 129,445.46
14		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 1,109,337.50	\$ 117,677.69
15		\$ 80,964,291.10		\$ 80,964,291.10	\$ 19,382,207.57	\$ 2,056,050.01
16		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 916,807.85	\$ 97,254.29
17		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 833,461.68	\$ 88,412.99
18		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 3,082,772.94	\$ 327,018.24
19		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 688,811.31	\$ 73,068.59
20		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 626,192.10	\$ 66,425.99
21		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 2,316,132.94	\$ 245,693.64
22		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 517,514.13	\$ 54,897.51
23		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 470,467.39	\$ 49,906.83
24		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 1,740,144.96	\$ 184,593.27
25		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 388,816.03	\$ 41,245.31
26		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 353,469.12	\$ 37,495.74
27		\$ 17,139,962.64		\$ 17,139,962.64	\$ 1,307,396.66	\$ 138,687.65
28		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 292,123.24	\$ 30,988.21
29		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 265,566.58	\$ 28,171.10
30		\$ 4,212,707.32		\$ 4,212,707.32	\$ 241,424.16	\$ 25,610.09
Total		\$ 306,550,845.90	\$ 2,072,488,129.86	\$ 2,683,866,561.97	\$ 2,468,383,699.88	\$ 261,844,287.28

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

Selección de la Alternativa

A continuación, se muestra un resumen de la comparación de las alternativas de solución de acuerdo al análisis antes descrito, con el objeto de contar con una superficie en óptimas condiciones para contar con menores tiempos de traslado y velocidades adecuadas y bajos costos generalizados de viaje.

Tabla 72 Comparación de las Alternativas de solución

Costo	Alternativa A	Alternativa B
Monto de inversión C/IVA	\$303,647,142.05	\$353,600,000.00
Monto de inversión S/IVA	\$261,764,777.63	\$304,827,586.21
Costos de mantenimiento S/IVA	Rutinaria: \$8,855,992.60 Periódica: \$30,476,636.86 Rehabilitación: \$76,858,153.60	Rutinaria: \$4,212,707.32 Periódica: \$17,139,962.64 Rehabilitación: \$80,964,291.10
Tiempo de vida útil	20 años	30 años
CAE	\$222,855,936.60	\$261,844,287.28

Fuente: Análisis Costo – Beneficio (Anexo 2. Mem. Cal. Vía Morelos)

Como se puede observar, la propuesta seleccionada (Alternativa A) “Rehabilitación del camino No. 759 Vía Morelos, en el municipio de Ecatepec - PROYECTO ZONA ORIENTE.” con carpeta asfáltica es la apropiada en realizarse, ya que se reduce el monto de inversión principalmente. Además, el tiempo de ejecución de los trabajos es menor, de esta manera los costos por molestia se reducirán evitando causar problemas a los usuarios que circulan por el camino. Además, contará con señalamiento



horizontal y vertical que permitirá mejorar la visibilidad de los conductores al observarse de mejor manera el camino. Así mismo, contará con obras de drenaje en buen estado para evitar encharcamientos sobre la superficie y evitar daños a la estructura del pavimento y contará con alumbrado y señalamiento horizontal y vertical que resguardarán la seguridad de los habitantes de la zona. Aunado a lo anterior, existen diferentes razones técnicas y económicas para llevar a cabo la ejecución de los trabajos con carpeta asfáltica como:

Razones Técnicas:

- Fácil construcción ya que el asfalto no necesita tiempo de fraguado.
- Las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, son las adecuadas para el tipo de vehículos que circulan por el camino, siendo más cómodo el viaje debido a las condiciones del asfalto (baja rugosidad).
- Mejor resistencia a la fatiga.
- El pavimento presenta flexibilidad.
- Las carreteras de asfalto pueden permanecer parcialmente abiertas mientras están siendo mejoradas, y sin la necesidad de períodos largos de curado se pueden volver a abrir rápidamente ayudando a mantener en funcionamiento el tráfico.

Razones Económicas:

- Los costos de mantenimiento son los adecuados.
- Debido a que el proyecto se realizará en menor tiempo no se generan altos costos adicionales.
- El asfalto tiene bajos costos iniciales, dura mucho tiempo, y debido a su capacidad de reciclaje, tiene un valor residual superior a otros pavimentos.
- El resultado del costo Anual Equivalente es menor en la Alternativa A con una diferencia de \$ \$38,988,350.68 y de acuerdo a REGLAS DE OPERACIÓN DEL GASTO DE INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO de los programas y proyectos de inversión la alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE.

Con la ejecución del proyecto se contará con una expansión económica que garantiza el bienestar de los habitantes, se mantendrá la prosperidad y satisfecerá las necesidades de las personas. Permitirá que la población pueda acceder a servicios de calidad en educación, salud, vivienda, entretenimiento, esparcimiento y pueda cubrir todas sus necesidades básicas de alimentación y vestido.