

Contenido

I.	RESUMEN EJECUTIVO	3
II.	SITUACIÓN ACTUAL	11
A)	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL.....	15
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	22
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA.	24
III.	SITUACIÓN SIN PROYECTO DE INVERSIÓN	34
A)	OPTIMIZACIONES.....	34
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA	35
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	37
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA- DEMANDA	44
E)	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	59
IV.	SITUACIÓN CON PROYECTO DE INVERSIÓN	77
A)	DESCRIPCIÓN GENERAL	77
B)	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA.....	84
C)	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	86
D)	CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	90
E)	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.....	91
F)	FINANCIAMIENTO	92
G)	CAPACIDAD INSTALADA	92
H)	VIDA ÚTIL.....	96
I)	ASPECTOS MÁS RELEVANTES.....	97
J)	ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	97
K)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO.....	100
L)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA CON PROYECTO	106
V.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	123
A)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	123
B)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	137
C)	CÁLCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	140
D)	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	141
E)	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	143
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	149

I. Resumen Ejecutivo

Nombre del Proyecto de Inversión

"Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco."

Localización del PPI

El proyecto "Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco", se desarrollará en los municipios Morelos y Atlacomulco, pertenecientes a la Región II. Atlacomulco en el Estado de México.

El Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco del km. 24+970 al 52+100 es una vialidad primordial de comunicación debido a que atraviesa gran parte de las localidades de los municipios de Morelos y Atlacomulco, atendiendo un tramo de 27.13 km, dividido en 10 tramos debido al diferente daño que presenta la carpeta asfáltica, dichos tramos están referenciados a las siguientes coordenadas.

Tabla 1. Coordenadas de localización del camino

No.	Cadenamiento		Coordenadas	
	Km inicial	Km final	Inicio	Fin
Tramo 1	24+970	25+900	19.747414, -99.650702	19.751133, -99.655989
Tramo 2	25+900	28+920	19.751133, -99.655989	19.769083, -99.677028
Tramo 3	28+920	29+500	19.769083, -99.677028	19.773603, -99.679948
Tramo 4	29+500	38+175	19.773603, -99.679948	19.786351, -99.750933
Tramo 5	38+175	40+675	19.786351, -99.750933	19.791135, -99.772972
Tramo 6	40+675	42+100	19.791135, -99.772972	19.786547, -99.785283
Tramo 7	42+100	44+700	19.786547, -99.785283	19.783959, -99.805249
Tramo 8	44+700	45+180	19.783959, -99.805249	19.785382, -99.808664
Tramo 9	45+180	48+440	19.785382, -99.808664	19.781865, -99.836050
Tramo 10	48+440	52+100	19.781865, -99.836050	19.794619, -99.867623

Fuente: Elaboración propia

Así mismo las principales localidades beneficiadas del municipio de Morelos son Rancho San Antonio Trojes, Barrio Cuarto (La Loma), Barrio Primero (La Calavera), La Cofradía, San Marcos Tlalalpán, Laguna Seca, mientras que las localidades beneficiadas del municipio de Atlacomulco son Santiago Acutzilapán, Rancho San Isidro, San Pedro Del Rosal, Quinto Cuartel De San Pedro Del Rosal, Rincón De La Candelaria, Tecocac (Santa María Nativitas) Y Atlacomulco De Fabela.

De acuerdo con el último censo publicado en el año 2020 por el INEGI, los habitantes de dichas localidades son la población objetivo que se ve afectada por las malas condiciones del camino.

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco

Tabla 2 Población objetivo

Población objetivo			
Municipio	Localidad	Grado de marginación	Población INEGI 2020
Morelos	Rancho San Antonio Trojes	Bajo	6
	Barrio Cuarto (La Loma)	Bajo	4,323
	Barrio Primero (La Calavera)	Muy bajo	897
	La Cofradía	Medio	149
	San Marcos Tlazalpán	Alto	3,040
	Laguna Seca	Muy alto	2,720
Atlacomulco	Santiago Acutzilapán	Bajo	7,364
	Rancho San Isidro	Muy bajo	2
	San Pedro del Rosal	Bajo	4,731
	Quinto Cuartel de San Pedro del Rosal	Bajo	578
	El Rincón de La Candelaria	Bajo	1,892
	Tecoac (Santa María Nativitas)	Muy bajo	3,534
	Atlacomulco de Fabela	Muy bajo	23,219
TOTAL			52,455

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI

Ilustración 1 Tramos a intervenir del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco



Fuente: Google Earth

Monto total de inversión.

Tabla 3 Monto total de inversión

Concepto	Importe con IVA
Terracerías	\$14,695,397.58
Drenaje y subdrenaje	\$6,039,220.87
Pavimentos	\$135,911,553.95
Señalamiento y dispositivos de seguridad	\$4,353,827.60
Monto Total C/IVA	\$161,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Problemática Identificada.

La superficie de rodamiento actual del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco se encuentra considerablemente deteriorada ya que presenta severos agrietamientos, deformaciones, acodrilamiento y desprendimientos de la estructura del pavimento, así como roderas y deformaciones, algunas provocadas por los constantes bacheos realizados en la zona, además existen tramos donde la base ya se encuentra expuesta a la intemperie, lo cual continua dañando seriamente la estructura del pavimento al constante contacto con el agua de lluvia.

Debido a que existen diferentes daños en el pavimento, se consideró tramificar el camino, de acuerdo al mal estado en el que actualmente se encuentra, ayudando de esta manera a considerar los trabajos más adecuados dependiendo el tipo de daño. A continuación se muestra una relación del estado actual del para su atención.

Tabla 4 Estado actual del pavimento por tramos

Tramo	Km inicial	Km final	Estado
Tramo 1	24+970	25+900	Bueno
Tramo 2	25+900	28+920	Malo
Tramo 3	28+920	29+500	Regular
Tramo 4	29+500	38+175	Malo
Tramo 5	38+175	40+675	Regular
Tramo 6	40+675	42+100	Malo
Tramo 7	42+100	44+700	Bueno
Tramo 8	44+700	45+180	Malo
Tramo 9	45+180	48+440	Regular
Tramo 10	48+440	52+100	Malo

Fuente: Elaboración propia

El camino cuenta con rejillas pluviales en estado regular a malo, debido a que se encuentran azolvadas y desniveladas, impidiendo el desalojo óptimo de el agua pluvial presentándose una concentración de agua ocasionando baches, problemas de erosión y encharcamientos, lo que se ve reflejado en altos costos generalizados de viaje (CGV) para los usuarios, además desplazamientos en periodos de tiempo prolongados, con circulación lenta. En lo que respecta a banquetas y guarniciones, el camino no cuenta con estas estructuras, solo presenta acotamiento de ambos lados.

En este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la *Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa*

Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco y de esta manera seguir dando el mejor servicio a los usuarios de esta carretera.

Objetivo del Proyecto

El principal objetivo del PPI consiste en resolver la problemática que se presenta debido a las malas condiciones del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, ocasionando bajas velocidades de operación de los usuarios y elevados tiempos de recorrido como consecuencia de las fallas que presentan a lo largo de la superficie de rodamiento por la concentración de agua en los baches (ocasionado problemas de erosiones, encharcamientos, deformaciones) y grietas en la capa de rodamiento tipo piel de cocodrilo. Lo anterior provoca que los usuarios incurran en altos costos generalizados de viaje. Aunado a las condiciones de tránsito antes descritas se suma la problemática del transporte de pasajeros, intercambio de mercancías y víveres a la población, así como el acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda etc., tanto para tránsito local, como para usuarios de largo itinerario, afectando así la calidad de vida de los habitantes de los municipios por donde atraviesa esta vialidad.

El presente estudio analiza la factibilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura denominado “*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco*”, principal camino de conexión entre el municipio de Morelos y Atlacomulco, con el cual se disminuyen los costos generalizados de viaje, reducir demoras en el tiempo de recorrido, se reduce el nivel de emisiones de gases y eficiencia de la creciente vialidad de vehículos automotores privados y suburbanos en esta zona, a través de la reconstrucción del camino.

El objetivo principal de este proyecto es contribuir al mejoramiento de la red vial que comunica al Estado de México, mediante:

- La disminución de los altos costos generalizados de viaje (CGV's)
- El incremento del índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- La reducción en los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

Indirectamente teniendo como objetivos:

- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

El proyecto contempla mejorar la comunicación intraurbana e interurbana en la zona del municipio de Morelos y Atlacomulco, así como 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 2019 -2024 y el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2023-2029.

Breve descripción del PPI

El proyecto pretende la Rehabilitación del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco a lo largo de 27.13 km, mismos que comprenden la longitud total del camino.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Se llevará a cabo una reconstrucción del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en una longitud de 17.26 km, abarcando los tramos 2,4, 5,6,8,9 y 10 que son los que se encuentran en mal estado con daño en la base del pavimento.
- Se realizará una rehabilitación de carpeta asfáltica en el tramo 9 con una longitud de 3.26 km.
- Se colocará riego de sello en el tramo 5 con una longitud de 2.50 km, debido a que las condiciones del camino se encuentra en condiciones regulares.
- En los tramos 1, 3 y 7 solo se le colocará señalamiento horizontal en una longitud de 4.11 km, ya que la superficie de rodamiento de estos tramos se encuentra en buenas condiciones.

Tabla 5. Longitud total del camino

Tipo de trabajo	Longitud
Reconstrucción	17.26 km
Rehabilitación	3.26 km
Riego de sello	2.50 km
Señalamiento	4.11 km
Total	27.13 km

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2. Tramos a intervenir del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco



Fuente: Google Earth

El camino opera con un cuerpo de circulación con un ancho de 7.0 m, compuesto de dos carriles, uno por cada sentido, los trabajos de reconstrucción, rehabilitación y riego de sello mejorarán la superficie de rodamiento con una carpeta asfáltica de 8.0 cm de espesor, se colocará el señalamiento horizontal y vertical; así mismo se construirán obras de drenaje consistentes en construcción de capas drenantes, cunetas y limpieza de alcantarillas a fin de canalizar el agua pluvial fuera del camino para evitar que esta ocasione daños a la estructura del pavimento.

Tabla 6. Trabajos requeridos por tramos

Tramo	Km inicial	Km final	Estado	Trabajo requerido
Tramo 1	24+970	25+900	Bueno	Señalamiento
Tramo 2	25+900	28+920	Malo	Reconstrucción
Tramo 3	28+920	29+500	Regular	Señalamiento
Tramo 4	29+500	38+175	Malo	Reconstrucción
Tramo 5	38+175	40+675	Regular	Riego de sello
Tramo 6	40+675	42+100	Malo	Reconstrucción
Tramo 7	42+100	44+700	Bueno	Señalamiento
Tramo 8	44+700	45+180	Malo	Reconstrucción
Tramo 9	45+180	48+440	Regular	Rehabilitación
Tramo 10	48+440	52+100	Malo	Reconstrucción

Fuente: Elaboración propia

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación de la “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” es a 21 años (1 año de inversión y 20 años de vida útil).

Descripción de los principales Costos

Los costos del proyecto son los siguientes:

1. Costos de Inversión:

Se planea que los recursos provendrán del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD)

Tabla 7 Costos de inversión

Concepto	Importe con IVA
Terracerías	\$14,695,397.58
Drenaje y subdrenaje	\$6,039,220.87
Pavimentos	\$135,911,553.95
Señalamiento y dispositivos de seguridad	\$4,353,827.60
Monto Total C/IVA	\$161,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

2. Costos de Mantenimiento:

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado:

Tabla 8 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
Longitud =		27130.00	m	
Ancho =		7.00	m	
Área =		189,910.00	m ²	
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		(ANUAL)		13 VECES
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Limpieza	m ²	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Bacheo aislado (5 cm)	m ²	2,849	\$310.00	\$883,081.50
Señalamiento horizontal	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$4,987,900.00
TOTAL +SIN IVA=				\$4,299,913.79
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		6 VECES
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Bacheo aislado (7 cm)	m ²	18,991	\$435.00	\$8,261,085.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m ²	2,326	\$225.00	\$523,439.44
Riego de sello	m ²	189,910	\$88.00	\$16,712,080.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$33,054,900.00
TOTAL +SIN IVA=				\$28,495,603.45
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)		10 AÑOS		1 VEZ
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Sobrecarpeta (5cm)	m ²	189,910	\$310.00	\$58,872,100.00
Fresado de carpeta (5cm)	m ²	189,910	\$75.00	\$14,243,250.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$88,292,700.00
TOTAL +SIN IVA=				\$76,114,396.55

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Descripción de los principales Beneficios

Con la “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” se perfeccionarán las condiciones de traslado en la zona de influencia, por lo que se ofrecerán ventajas principales para el usuario que consisten en:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

Además, se tendrán beneficios secundarios, mismos que consisten en:

- Aumentar la calidad de vida y el confort que perciben los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Indicadores de Rentabilidad

Tabla 9. Indicadores de rentabilidad del proyecto

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$811,811,602.95
Tasa interna de retorno (TIR)	54.85%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	51.17%

Fuente: Elaboración propia

Riesgos Asociados

El principal riesgo que presenta este proyecto consiste en la posibilidad de retraso en las obras.

Otros riesgos asociados al proyecto son la demanda social de obras adicionales al momento de la Rehabilitación, retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.

Conclusión del Análisis:

La evaluación socioeconómica de la “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” indica que se trata de una obra de infraestructura económicamente rentable.

Presenta mejoras significativas a la transitabilidad de los usuarios, ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación vehicular en comparación con la inversión requerida. Mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario, al garantizar una circulación fluida y segura de los vehículos.

En síntesis, con el proyecto beneficiará de forma directa a los siguientes aspectos:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

E indirectamente:

- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Se recomienda la ejecución inmediata del proyecto, ya que el momento óptimo para operar es el año 2024, se tiene una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) de 51.17% y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 54.85%.

II. Situación Actual

a) Diagnóstico de la Situación Actual

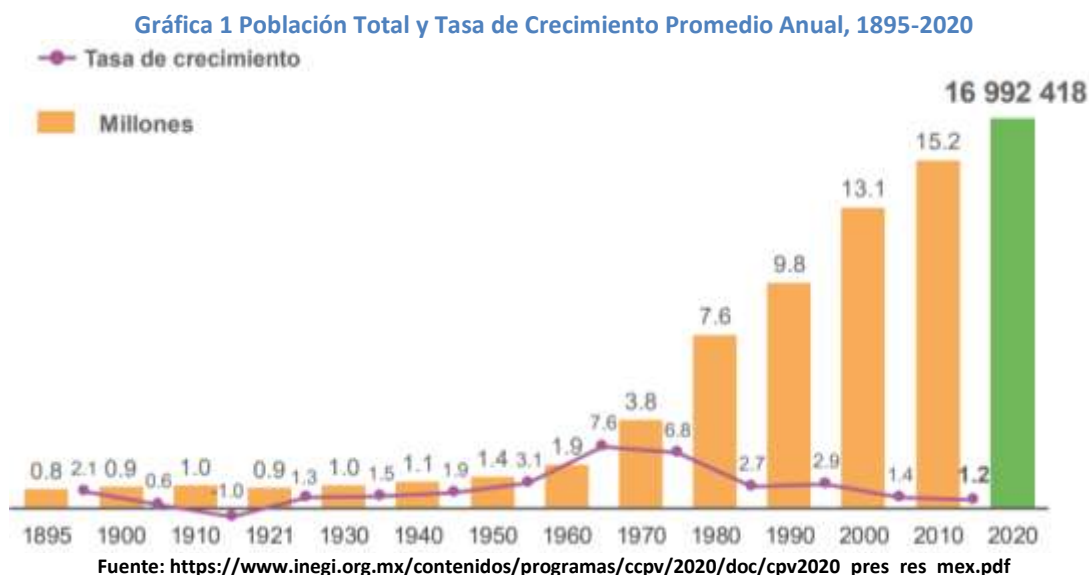
El proyecto “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” se desarrollará en el Estado de México.

Diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, de trabajo e incluso de salud, por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

El transporte juega un papel importante en el proceso de integración económica municipal, estatal e incluso nacional. Es un elemento que facilita la intra e inter comunicación, por lo que es indispensable que los nuevos proyectos sean evaluados con estudios técnicos para evitar y/o en su caso mitigar los impactos a los servicios públicos existentes.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Estado de México se tiene que la Tasa de Crecimiento Promedio Anual 1.2% entre los años 2010 y 2020, con una población de 16,992,418 habitantes, esta dinámica poblacional no necesariamente refleja las problemáticas de movilidad que experimenta, ya que es un paso de vehículos constante que conecta con municipios y entidades federativas del centro del país.

El Estado de México que se localiza en la zona central de la república mexicana, colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo y al sur con Guerrero y Michoacán, así como con la Ciudad de México a la que rodea al norte este y oeste se encuentra en las coordenadas, Longitud 90°53'00" Oeste, Latitud 18°21'15"Norte y Longitud 100°37'00" Oeste, Latitud 20°17'00"Norte, cuenta con una superficie de 22,357 kilómetros y ocupa el 1.09% del total de territorio en el país.



El municipio de Morelos se localiza en la Región II. Atlacomulco. El municipio se localiza en la parte noroeste del estado, entre los 19°36'11" y los 19°51'22" de latitud norte; entre los 99°31'11" y los 99°45'11" de longitud oeste, a una altura de 2,715 metros sobre el nivel del mar. Limita al noreste con Chapa de Mota; al noroeste con Timilpan; al este con Villa del Carbón; al sur con Jiquipilco; al suroeste con Jocotitlán y al oeste con Atlacomulco. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 63.0 km. El municipio tiene una extensión de 236.32 km², los cuales representan el 0.99% respecto a la superficie total del estado.

La ubicación privilegiada del municipio de Morelos, en la región facilita el intercambio internacional, nacional, estatal e inter-municipal, aunado a lo anterior, dentro del municipio se ubica un parque industrial que genera empleo, flujo de divisas y migración de mano de obra calificada. La economía del municipio es resultado en gran medida de flujos comerciales con las entidades federativas y municipios que conforman la región centro y occidente del país principalmente.

El municipio de Atlacomulco también se localiza en la Región II. Atlacomulco, se ubica en la zona noroeste del Estado de México. La cabecera municipal se encuentra a 19°43'37" (mínima) y 19°43'67" (máxima) de latitud norte y 99°42'12" (mínima) y 99°52'48" (máxima) de longitud oeste del meridiano de Greenwich; el relieve del municipio varía en sus altitudes sobre el nivel del mar. La localidad de mayor altura es San Felipe Pueblo Nuevo con 2,720 msnm, y los de menor altitud son la cabecera municipal con 2,670 msnm y San José Toxi con 2,640 msnm (msnm: metros sobre el nivel del mar). Limita al norte, con los municipios de Acambay y Temascalcingo; al noreste, con el municipio de San Andrés Timilpan; al este, con los municipios de San Bartolo Morelos y San Andrés Timilpan; al sur y oeste, con el municipio de Jocotitlán; al noroeste, con los municipios de Temascalcingo y El Oro. La distancia aproximada hacia la capital del estado es de 63 kilómetros. Atlacomulco cuenta con una extensión territorial de 257.89 Km², que representa el 1.19% con relación al total del territorio estatal.

Además, Atlacomulco es un importante centro industrial. Las industrias establecidas en el municipio se dedican a la producción de láminas, placas, polímeros de cloruro de vinilo, y otras olefinas halogenadas en formas primarias, así como artículos de plástico para transporte o embalaje de mercancías. Por ello, la comunicación de los usuarios al municipio es de vital importancia.

De acuerdo a la del Censo General de Población y Vivienda 2020, la población en el municipio de Atlacomulco fue de 109,384 habitantes (47.7% hombres y 52.3% mujeres). En comparación a 2010, la población en Atlacomulco creció un 1.56%. Su densidad poblacional es de 424 habitantes por km². Mientras el municipio de Morelos En 2020, la población en Morelos fue de 33,164 habitantes (48.2% hombres y 51.8% mujeres). En comparación a 2010, la población en Morelos creció un 1.55%. Su densidad poblacional es de 140 habitantes por km².

Tabla 10. Tasa de crecimiento intercensal: municipio de Atlacomulco

Atlacomulco				
Año	Total	Hombres	Mujeres	Tasa de Crecimiento Intercensal
1990	54,067	26,188	27,879	-
2000	76,750	36,752	39,998	3.57%
2010	93,718	44,905	48,813	2.02%
2020	109,384	52,218	57,166	1.56%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020, INEGI

Tabla 11. Tasa de crecimiento intercensal: municipio de Morelos

Morelos				
Año	Total	Hombres	Mujeres	Tasa de Crecimiento Intercensal
1990	21,853	10,815	11,038	-
2000	26971	12,899	12899	2.13%
2010	28426	13617	14809	0.53%
2020	33,164	15,970	17,194	1.55%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020, INEGI

Ilustración 3 Localización Geográfica del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco



Fuente: Elaborado con Google Maps

El camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco es una vialidad primordial de comunicación debido a que comunica el municipio de Morelos y Atlacomulco, cuenta con un cuerpo de circulación de 7.0 m de ancho, operando con dos carriles de circulación, cuenta con una longitud total de 27.13 km, de los cuales se dividen por tramos de acuerdo al tipo de trabajo a ejecutar, siendo estos los siguientes.

Tabla 12 Longitudes de los tramos a intervenir

Tramo	Km inicial	Km final	longitud (m)	Trabajo requerido
Tramo 1	24+970	25+900	930.00	Señalamiento
Tramo 2	25+900	28+920	3,020.00	Reconstrucción
Tramo 3	28+920	29+500	580.00	Señalamiento
Tramo 4	29+500	38+175	8,675.00	Reconstrucción
Tramo 5	38+175	40+675	2,500.00	Riego de sello
Tramo 6	40+675	42+100	1,425.00	Reconstrucción
Tramo 7	42+100	44+700	2,600.00	Señalamiento
Tramo 8	44+700	45+180	480.00	Reconstrucción
Tramo 9	45+180	48+440	3,260.00	Rehabilitación
Tramo 10	48+440	52+100	3,660.00	Reconstrucción
Total			27,130.00	

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente el camino en su mayoría se encuentra en malas condiciones por lo que se presentan bajas velocidades de operación de los usuarios y elevados tiempos de recorrido, consecuencia de las fallas presentes en la superficie de rodadura, la concentración de agua en los baches ocasiona problemas de erosiones, encharcamientos, deformación y grietas tipo piel de cocodrilo.

En camino km. 3.3 (Villa del Carbón - Chapa de Mota) – Atlacomulco representa una vía principal entre la comunicación de los habitantes de los municipios de Morelos y Atlacomulco principalmente para las localidades de Rancho San Antonio, Barrio Cuarto (La Loma), Barrio Primero (La Calavera), La Cofradía, San Marcos Tlaxalpán, Laguna Seca del municipio de Morelos las localidades del municipio de Atlacomulco son Santiago Acutzilapán, Rancho San Isidro, San Pedro del Rosal, Quinto Cuartel de San Pedro del Rosal, Rincón de la Candelaria, Tecuac (Santa María Nativitas) y Atlacomulco de Fabela, que diariamente se trasladan por dicha avenida por motivos de trabajo, recreación, salud, escolares, entre otros. Además, camino km. 3.3 (Villa del Carbón - Chapa de Mota) – Atlacomulco se encuentran diversos establecimientos y negocios comerciales que son visitados por los usuarios que transitan a lo largo del tramo.

En este sentido los impactos generados a la infraestructura vial de la región deben de evaluarse y en su caso mitigarse de tal manera que se eviten condiciones desfavorables en la operación del tránsito vehicular y del transporte. La infraestructura vial se considera el principal elemento de integración y conectividad regional; dicho elemento debe de operar de manera eficiente ya sea mejorando la operación vehicular o creando nueva infraestructura.

Un factor importante respecto a los desplazamientos es la migración, la cual se refiere a los desplazamientos de un grupo de personas o una población, implicando el cambio de residencia de manera temporal o permanente, se presentan entre diversas localidades, puede ser dentro del mismo territorio nacional, cambiando de un municipio a otro, entre entidades federativas o entre países.

Diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, de trabajo e incluso de salud, por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

El deseo de mejorar sus condiciones generales del nivel de vida, originada por circunstancias sociales, económicas y culturales, son principalmente las causas por las que la población tiende a migrar.

En Morelos, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 39.2 minutos, 68.3% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 16.4% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 20.5 minutos, 95.5% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 3.51% tarda más de 1 hora.

En Atlacomulco, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 27.9 minutos, 77.7% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 7.59% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 16.1 minutos, 97.2% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 2.03% tarda más de 1 hora.

El equipamiento urbano determina los desplazamientos de muchas actividades cotidianas y semanales de la población, por lo cual su ubicación estratégica es de mayor importancia para acortarlos. Especialmente importante es la movilidad desde la vivienda a los centros escolares.

Tomando en cuenta lo anterior y dado que el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco es uno de los principales caminos que permiten la interrelación entre las localidades del municipio de Morelos y Atlacomulco y los municipios aledaños, es de vital importancia mejorar la conectividad entre municipios con el fin de contribuir al desarrollo del ordenamiento territorial de los municipios mediante la infraestructura urbana para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

b) Análisis de la Oferta Actual

El camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, es una vialidad primordial de comunicación debido a que es una vía de comunicación principal del municipio de Morelos y Atlacomulco, desde el km 24+970 al km 52+100, atravesando por las localidades de Rancho San Antonio, Barrio Cuarto (La Loma), Barrio Primero (La Calavera), La Cofradía, San Marcos Tlaxalpán, Laguna Seca del municipio de Morelos las localidades del municipio de Atlacomulco son Santiago Acutzilapán, Rancho San Isidro, San Pedro del Rosal, Quinto Cuartel de San Pedro del Rosal, Rincón de la Candelaria, Tecuac (Santa María Nativitas) y Atlacomulco de Fabela, tiene una longitud total de 27.13 km, con un cuerpo de circulación operando con dos carriles.

Ilustración 4 Características actuales de la vialidad



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Al transitar por el camino se observa que se localizan dentro zonas rurales y urbanas, sin embargo, presenta una alta afluencia de vehículos, el camino cuenta con un ancho de camino de 7.0 m, alojando 2 carriles de circulación (uno por cada sentido), la superficie de rodadura es a base de carpeta asfáltica en malas condiciones presentando un IRI variable que va desde un 8 a 6mm/m al presentar diferente tipo de daño. Debido a las condiciones actuales las velocidades de recorrido son bajas, aunado a lo anterior se carece de señalamiento horizontal por lo que las probabilidades de accidentes se ven incrementadas al no canalizar de forma segura los vehículos.

Ilustración 5. Características actuales de la vialidad



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

En las ilustraciones anteriores se alcanza a apreciar que se carece de señalamiento horizontal y acodrilamiento severo, además de constantes bacheos, debido a la existencia de baches profundos, en donde la base hidráulica ha quedado expuesta, provocando la los materiales finos de esta puedan provocar derrapes en los vehículos.

Ilustración 6. Características actuales de la vialidad



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Debido a las condiciones actuales las velocidades de recorrido son bajas, aunado a lo anterior se carece de señalamiento horizontal por lo que las probabilidades de accidentes se ven incrementadas al no canalizar de forma segura los vehículos.

Ilustración 7. Características actuales de la vialidad



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

En lo que respecta a obras de drenaje, el camino cuenta con cunetas en tramos aislados y rejillas pluviales que ayudan a desalojar el agua del camino, sin embargo, algunas se encuentran desniveladas y azolvadas, por lo que no cumplen adecuadamente su función, mientras que las cunetas se encuentran en mal estado con maleza y basura que obstruyen el paso de agua, afectando directamente a la estructura del pavimento.

Debido a las condiciones actuales las velocidades de recorrido son bajas, por ende los tiempos de recorrido aumentan y los costos de viaje incrementan, en este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco y de esta manera seguir dando el mejor servicio a los usuarios de esta carretera.

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco

Ilustración 8 Tramo a intervenir del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco



Fuente: Google Earth

Las localidades por las que atraviesa el camino son las siguientes:

Tabla 13 Localidades que conecta el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco

Población objetivo			
Municipio	Localidad	Grado de marginación	Población INEGI 2020
Morelos	Rancho San Antonio Trojes	Bajo	6
	Barrio Cuarto (La Loma)	Bajo	4,323
	Barrio Primero (La Calavera)	Muy bajo	897
	La Cofradía	Medio	149
	San Marcos Tlazalpán	Alto	3,040
	Laguna Seca	Muy alto	2,720
Atlacomulco	Santiago Acutzilapán	Bajo	7,364
	Rancho San Isidro	Muy bajo	2
	San Pedro del Rosal	Bajo	4,731
	Quinto Cuartel de San Pedro del Rosal	Bajo	578
	El Rincón de La Candelaria	Bajo	1,892
	Tecoac (Santa María Nativitas)	Muy bajo	3,534
	Atlacomulco de Fabela	Muy bajo	23,219
TOTAL			52,455

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

Índice de Rugosidad Internacional –IRI–.

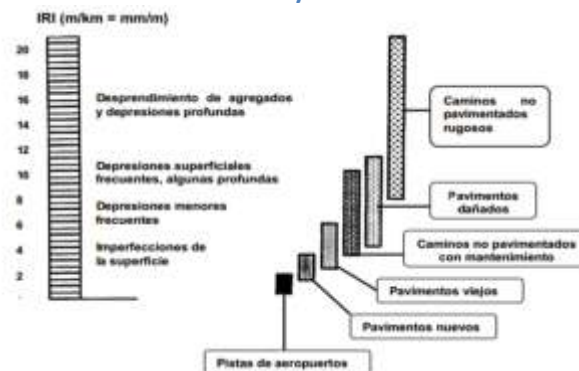
El índice de rugosidad internacional (IRI) del área de estudio observado es variable de 8-6 mm/m, debido a los diferentes tipos de daños que presenta el pavimento.

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 de este, 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 2 m ó 3 m 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”²

Ilustración 9 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Fuente: Índice Internacional de Rugosidad en la red carretera de México, IMT

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.

²Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2012; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 368.

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo con base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

Por lo anterior, el nivel de Servicio Carretero del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, a lo largo de 27.13 km, mismos que comprenden la totalidad del camino es un tipo de servicio Tipo D.

Tabla 14 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

A continuación, se presenta una tabla resumen de las condiciones actuales en que se encuentra el camino.

Tabla 15. Características físicas y geométricas de camino

Características físicas y geométricas										
Característica	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Cadenamiento	24+970 al 25+900	25+900 al 28+920	28+920 al 29+500	29+500 al 38+175	38+175 al 40+675	40+675 al 42+100	42+100 al 44+700	44+700 al 45+180	45+180 al 48+440	48+440 al 52+100
Municipio	Morelos	Morelos	Morelos	Morelos	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco
Longitud (m)	930	3,020	580	8,675	2,500	1,425	2,600	480	3,260	3,660
No. de cuerpos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ancho promedio (m)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
No. De carriles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sentidos de circulación	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Tipo de superficie	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en mal estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en mal estado	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en mal estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en mal estado	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en mal estado
IRI (mm/m)	3	8	3	8	6	8	3	8	7	8
Señalamiento horizontal	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Señalamiento Vertical	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Obras de drenaje	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado
Tipo de Terreno	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Plano	Plano	Lomerío	Plano	Plano

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

c) Análisis de la Demanda Actual

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

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se consultó el PIB y Cuentas Nacionales de México de acuerdo con la información registrada en el banco de información económica del INEGI, México registra una variación respecto al último trimestre anterior del producto interno bruto 2023 de 0.9% y una variación respecto del año anterior de 3.25% para el año 2023.

Conforme a la metodología de Evaluación de Proyectos Carreteros la proyección de la demanda se realiza tomando en cuenta el crecimiento del Producto Interno Bruto promedio registrado desde el año 2013 al año 2024 por lo que se considera un crecimiento de 1.65% para el horizonte de evaluación.

Tabla 16. Crecimiento del PIB 2013-2024

PIB 2013-2024					
Año	Trimestre				Promedio
	1T	2T	3T	4T	
2013	0.60%	2.10%	1.50%	1.20%	1.35%
2014	2.80%	2.30%	2.90%	3.40%	2.85%
2015	3.40%	3.10%	4.10%	2.60%	3.30%
2016	2.70%	3.00%	1.70%	3.10%	2.63%
2017	3.40%	1.70%	1.60%	1.80%	2.13%
2018	1.50%	3.20%	2.80%	1.30%	2.20%
2019	1.20%	-1.10%	-0.20%	-0.70%	-0.20%
2020	-0.90%	-18.60%	-8.30%	-4.10%	-7.98%
2021	-3.50%	19.60%	4.30%	1.00%	5.35%
2022	1.80%	2.40%	4.80%	4.50%	3.38%
2023	3.60%	3.40%	3.50%	2.50%	3.25%
2024	1.60%	-	-	-	1.60%
PROMEDIO					1.65%

Fuente: Producto Interno Bruto, INEGI 2013-2024

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 o importancia de dichas calles.

Para el presente proyecto se determinó tramificar el camino de acuerdo a sus diferentes características, por lo que la demanda obtenida se realizó por cada tramo existente del camino. Los datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México arrojan la siguiente información al año 2024 teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 17 TDPA proyecto

Tramo	Km inicial	Km final	TDPA
Tramo 1	24+970	25+900	2,954
Tramo 2	25+900	28+920	3,356
Tramo 3	28+920	29+500	3,484
Tramo 4	29+500	38+175	36,650
Tramo 5	38+175	40+675	3,464
Tramo 6	40+675	42+100	4,008
Tramo 7	42+100	44+700	4,039
Tramo 8	44+700	45+180	7,247
Tramo 9	45+180	48+440	9,364
Tramo 10	48+440	52+100	11,527
Total			86,093

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular.

La composición vehicular para la vialidad en estudio y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 18 Composición vehicular

Tramo	Clasificación			Total
	A	B	C	
Tramo 1	90.65%	1.01%	8.34%	100.00%
Tramo 2	91.52%	0.89%	7.59%	100.00%
Tramo 3	91.21%	1.15%	7.64%	100.00%
Tramo 4	90.06%	1.06%	8.88%	100.00%
Tramo 5	89.05%	1.02%	9.93%	100.00%
Tramo 6	90.48%	0.50%	9.02%	100.00%
Tramo 7	89.24%	2.36%	8.40%	100.00%
Tramo 8	89.83%	2.03%	8.14%	100.00%
Tramo 9	87.62%	1.30%	11.08%	100.00%
Tramo 10	88.81%	1.22%	9.97%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

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 19 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.pdf>

d) Diagnóstico de la Interacción De La Oferta-Demanda.

Problemática:

Debido al rezago en infraestructura hospitalaria, así como educativa y falta de fuentes de empleo, los habitantes del municipio de Morelos y Atlacomulco se ven obligados a trasladarse a otros municipios aledaños.

El camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, presenta gran importancia, es una vía de comunicación principal de las localidades beneficiadas del municipio de Morelos y Atlacomulco, además de dar conectividad con los municipios aledaños.

El camino presenta diferentes tipos de daños de leves a severos problemas en su capa de rodadura consistentes en fallas de baches, erosiones, encharcamientos, deformaciones y grietas tipo piel cocodrilo presentando un IRI variable a lo largo del camino que van desde los 8 a 5 mm/m, además el mal estado de las rejillas azolvadas y cunetas provocando encharcamientos y perjudicando la carpeta asfáltica con 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.

Para el presente proyecto de determino tramificar el camino de acuerdo a la variación de daños en el pavimento existente a lo largo del camino. De igual forma, se tomaron en cuenta los puntos de intersección de mayor afluencia de acuerdo a las entradas y salidas que representan mayor demanda, así como el cambio de zonas rurales y urbanas que influyen de gran manera en el aumento o disminución de usuarios que se trasladan a lo largo del camino. Es por ello, que a lo largo del desarrollo de la iteración de la oferta-demanda el análisis se presente por cada uno de los tramos, con la finalidad de no sobrevalorar los resultados de los Costos Generalizados de Viaje.

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 el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón – Chapa De Mota) – Atlacomulco 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.

Método del vehículo flotante³

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).

A continuación, se presenta una tabla con las velocidades de la situación actual.

Tabla 20 Velocidades de Recorrido Situación Actual

Velocidades Situación Actual (Km/h)				
Tramo	A	B	C	Promedio
Tramo 1	48.52	47.15	43.48	46.38
Tramo 2	51.53	49.19	47.06	49.26
Tramo 3	48.56	44.43	42.61	45.20
Tramo 4	49.81	47.46	46.13	47.8
Tramo 5	54.88	49.18	46.63	50.23
Tramo 6	54.00	48.86	43.85	48.90
Tramo 7	49.52	47.04	43.33	46.63
Tramo 8	49.37	43.2	38.4	43.66
Tramo 9	47.51	45.67	44.29	45.82
Tramo 10	47.06	45.75	43.20	45.34

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

A causa de los diferentes daños que existen en el pavimento, las velocidades varían, siendo en algunos en algunos tramos bajas.

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 hará uso de los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 753 2023, 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. (*Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023*)

A continuación se presentan los datos que se tomaron en cuenta de la Nota Técnica No. 753 2023 para el análisis y cálculo de los Costos de Operación Vehicular, de acuerdo a la variación del IRI y tipo de terreno del proyecto.

³ Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214

Tabla 21. Costos de operación base de los vehículos Tipo A

Tabla 3.20 Costos de Operación-Vehículo Ligero
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	6.57	6.85	7.58	8.59
4	6.95	7.24	7.98	8.98
6	7.45	7.76	8.52	9.51
8	8.16	8.49	9.26	10.24
10	9.17	9.50	10.27	11.22
12	10.30	10.63	11.37	12.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Tabla 3.21 Factores del Costo Base-Vehículo Ligero
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.04	1.15	1.31
4	1.06	1.10	1.21	1.37
6	1.13	1.18	1.30	1.45
8	1.24	1.29	1.41	1.56
10	1.40	1.45	1.56	1.71
12	1.57	1.62	1.73	1.87

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 22. Costos de operación base de los vehículos Tipo B

Tabla 3.17 Costos de Operación-Autobús Foráneo
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	17.39	19.60	24.63	30.45
4	18.07	20.33	25.45	31.32
6	18.69	21.02	26.32	32.27
8	19.40	21.77	27.26	33.33
10	20.40	22.74	28.32	34.50
12	21.73	24.01	29.58	35.84

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

**Tabla 3.18 Factores del Costo Base-Autobús Foráneo
(adimensional)**

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.13	1.42	1.75
4	1.04	1.17	1.46	1.80
6	1.07	1.21	1.51	1.86
8	1.12	1.25	1.57	1.92
10	1.17	1.31	1.63	1.98
12	1.25	1.38	1.70	2.06

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 23. Costos de operación base de los vehículos Tipo C

**Tabla 3.14 Costos de Operación-Camión de Dos Ejes
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)**

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	11.01	12.34	15.52	19.30
4	12.02	13.41	16.68	20.50
6	12.88	14.35	17.78	21.67
8	13.82	15.32	18.87	22.84
10	14.96	16.43	20.00	24.03
12	16.28	17.70	21.22	25.26

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

**Tabla 3.15 Factores del Costo Base-Camión de Dos Ejes
(adimensional)**

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.12	1.41	1.75
4	1.09	1.22	1.51	1.86
6	1.17	1.30	1.61	1.97
8	1.26	1.39	1.71	2.07
10	1.36	1.49	1.82	2.18
12	1.48	1.61	1.93	2.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

A continuación, se presenta las velocidades, tiempos de recorrido y COVs del camino correspondientes a la situación actual.

Tabla 24. Características de la situación actual

TRAMO 2				
SITUACIÓN ACTUAL				
Longitud: 3.02 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	8.00
Velocidad Promedio	51.53	49.19	47.06	49.26
COV's/km -veh	\$13.06	\$42.80	\$32.27	
Tiempo de recorrido	00:03:31	00:03:41	00:03:51	00:03:41

TRAMO 4				
SITUACIÓN ACTUAL				
Longitud: 8.675 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	8.00
Velocidad Promedio	49.81	47.46	46.13	47.80
COV's/km -veh	\$13.06	\$42.80	\$32.27	
Tiempo de recorrido	00:10:27	00:10:58	00:11:17	00:10:54

TRAMO 5				
SITUACIÓN ACTUAL				
Longitud: 2.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	54.88	49.18	46.63	50.23
COV's/km -veh	\$11.08	\$39.74	\$28.63	
Tiempo de recorrido	00:02:44	00:03:03	00:03:13	00:03:00

TRAMO 6				
SITUACIÓN ACTUAL				
Longitud: 1.425 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	8.00
Velocidad Promedio	54.00	48.86	43.85	48.90
COV's/km -veh	\$10.95	\$27.21	\$21.29	
Tiempo de recorrido	00:01:35	00:01:45	00:01:57	00:01:46

TRAMO 8				
SITUACION ACTUAL				
Longitud: 0.48 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	8.00
Velocidad Promedio	49.37	43.20	38.40	43.66
COV's/km -veh	\$10.95	\$27.21	\$21.29	
Tiempo de recorrido	00:00:35	00:00:40	00:00:45	00:00:40

TRAMO 9				
SITUACIÓN ACTUAL				
Longitud: 3.26 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	47.51	45.67	44.29	45.82
COV's/km -veh	\$10.03	\$26.32	\$19.95	
Tiempo de recorrido	00:04:07	00:04:17	00:04:25	00:04:16

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

TRAMO 10				
SITUACION ACTUAL				
Longitud: 3.66 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	8.00
Velocidad Promedio	47.06	45.75	43.20	45.34
COV's/km -veh	\$10.95	\$27.21	\$21.29	
Tiempo de recorrido	00:04:40	00:04:48	00:05:05	00:04:51

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

Tabla 25 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Situación Actual

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$) (2024)	248.93
Valor tiempo por motivo de trabajo	92.11
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	55.26
% 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)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los tramos:

Tabla 26 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual

Tramo 2							
MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$13.06	\$42.80	\$32.27	\$44,204,641.25	\$1,409,085.25	\$9,060,069.85	\$54,673,796.36

Valor tiempo							
Situación Actual							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	51.53	49.19	47.06	\$11,962,713.86	\$1,401,473.44	\$7,411,449.22	\$20,775,636.52

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$56,167,355.11	\$2,810,558.69	\$16,471,519.07	\$75,449,432.87

Tramo 4

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$13.06	\$42.80	\$32.27	\$135,899,310.83	\$5,243,081.17	\$33,115,871.50	\$174,258,263.50

Valor tiempo							
Situación Actual							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	49.81	47.46	46.13	\$38,047,199.83	\$469,986.55	\$4,050,762.77	\$42,567,949.15

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$173,946,510.66	\$5,713,067.72	\$37,166,634.27	\$216,826,212.65

Tramo 5

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$30,204,503.15	\$1,241,417.40	\$8,704,858.31	\$40,150,778.86

Valor tiempo							
				Situación Actual			
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	54.88	49.18	46.63	\$9,047,461.27	\$115,642.79	\$1,187,382.78	\$10,350,486.83

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	CGV'S TOTALES	\$39,251,964.42	\$1,357,060.19	\$9,892,241.09	\$50,501,265.69

Tramo 6

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$10.95	\$27.21	\$21.29	\$17,297,353.99	\$237,502.47	\$3,352,816.49	\$20,887,672.95

Valor tiempo							
				Situación Actual			
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	54.00	48.86	43.85	\$5,325,257.33	\$32,523.58	\$653,760.54	\$6,011,541.46

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$22,622,611.33	\$270,026.05	\$4,006,577.04	\$26,899,214.41

Tramo 8

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$10.95	\$27.21	\$21.29	\$5,784,620.26	\$324,803.38	\$1,019,187.35	\$7,128,610.98

Valor tiempo							
				Situación Actual			
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	49.37	43.20	38.40	\$1,947,898.90	\$50,306.07	\$226,934.92	\$2,225,139.89

CGV's Anuales (\$)						
Año			Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$7,732,519.16	\$375,109.45	\$1,246,122.27	\$9,353,750.88

Tramo 9

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$10.03	\$26.32	\$19.95	\$35,109,608.99	\$1,366,133.59	\$8,828,400.20	\$45,304,142.78

Valor tiempo							
				Situación Actual			
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	47.51	45.67	44.29	\$13,409,195.46	\$206,964.97	\$1,818,940.88	\$15,435,101.30

CGV's Anuales (\$)						
Año			Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$48,518,804.44	\$1,573,098.56	\$10,647,341.08	\$60,739,244.09

Tramo 10

MEDIA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	\$10.95	\$27.21	\$21.29	\$43,606,895.85	\$1,488,415.47	\$9,518,414.78	\$54,613,726.10

Valor tiempo							
				Situación Actual			
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	47.06	45.75	43.20	\$15,404,866.37	\$217,679.09	\$1,883,906.74	\$17,506,452.20

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	MEDIA CONGESTIÓN	\$59,011,762.22	\$1,706,094.56	\$11,402,321.52	\$72,120,178.30

RESUMEN

Tramo	COV	Valor tiempo	CGV's
Tramo 2	\$54,673,796.36	\$20,775,636.52	\$75,449,432.87
Tramo 4	\$174,258,263.50	\$42,567,949.15	\$216,826,212.65
Tramo 5	\$40,150,778.86	\$10,350,486.83	\$50,501,265.69
Tramo 6	\$20,887,672.95	\$6,011,541.46	\$26,899,214.41
Tramo 8	\$7,128,610.98	\$2,225,139.89	\$9,353,750.88
Tramo 9	\$45,304,142.78	\$15,435,101.30	\$60,739,244.09
Tramo 10	\$54,613,726.10	\$17,506,452.20	\$72,120,178.30
Total	\$397,016,991.54	\$114,872,307.36	\$511,889,298.90

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

III. Situación sin 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.

a) Optimizaciones

En caso de que el proyecto no se realice, como medida de optimización se dará mantenimiento mínimo a lo largo del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, sin embargo, el problema está en que se requiere dar mantenimiento permanente y continuo a la capa de rodadura cada vez que se realice su desgaste.

Mejorar la superficie de rodamiento en el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco a base de bacheo, asimismo, con estas acciones, se esperaría incrementar de manera poco significativa las velocidades de operación.

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

- Limpieza de la superficie de rodamiento.
 - La limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos, es el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar los objetos extraños que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- 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 horizontal 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 y elevados costos generalizados de viaje.

Tabla 27 Costos medidas de optimización

COSTOS DE OPTIMIZACIÓN				
Datos				
Longitud =		27,130.00	m	
Ancho =		7.00	m	
Área =		18,9910.00	m ²	
Conceptos	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m ²	54,260.00	\$2.64	\$143,246.40
Bacheo aislado (5 cm)	m ³	28,486.50	\$310.00	\$8,830,815.00
Señalamiento horizontal	m	162,780.00	\$20.00	\$3,255,600.00
Total + IVA=				\$14,186,400.00
Total sin IVA=				\$12,229,655.17

Fuente: Elaboración propia

Se propone realizar una inversión menor en las acciones y trabajos descritos anteriormente para mejorar el flujo de vehículos de la zona, disminuyendo ligeramente los CGV, llegando a \$538,220,425.16 al circular por el camino. La manera en la que se refleja esta inversión es por medio de un aumento en las velocidades promedio de circulación a lo largo del camino.

Cabe mencionar que las medidas de optimización descritas en el presente apartado permiten una mejora mínima en cuanto a la situación de operación de las vialidades, 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. Debido a que los trabajos a realizar solo tendrían una vida útil de 1 año las condiciones regresarían a ser las mismas que en la situación actual en el año 1.

b) Análisis de la Oferta

Con la implementación de la optimización realizada al camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, se considera que el único cambio se encuentra en las características actuales del camino es el IRI, mismo que verá una mejoría únicamente durante el primer año de vida útil, tal como se ha mencionado con anterioridad. Aun, cuando las medidas de optimización se realizarán a lo largo de todo el camino (27.13 km) la velocidad variará en cada tramo de acuerdo a su sección geométrica, entradas y salidas y zonas rurales y urbanas

En el trabajo de campo se recabó la información sobre las características físicas y geométricas del camino, las cuales se presentan a continuación, de acuerdo a las medidas de optimización implementadas para cada tramo en estudio.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las condiciones en que se encuentra el camino, una vez ejecutadas las medidas de optimización.

Tabla 28 Características físicas y geométricas del camino incorporando optimización

Características físicas y geométricas										
Característica	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Cadenamiento	24+970 al 25+900	25+900 al 28+920	28+920 al 29+500	29+500 al 38+175	38+175 al 40+675	40+675 al 42+100	42+100 al 44+700	44+700 al 45+180	45+180 al 48+440	48+440 al 52+100
Municipio	Morelos	Morelos	Morelos	Morelos	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco
Longitud (m)	930	3,020	580	8,675	2,500	1,425	2,600	480	3,260	3,660
No. de cuerpos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ancho promedio (m)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
No. De carriles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sentidos de circulación.	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Tipo de superficie	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en estado regular	Carpeta asfáltica en estado regular
IRI (mm/m)	3	6	3	6	5	6	3	6	5	6
Señalamiento horizontal	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado
Señalamiento Vertical	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Obras de drenaje	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado	Cunetas en mal estado
Tipo de Terreno	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Plano	Plano	Lomerío	Plano	Plano

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

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo con lo anterior, el nivel de Servicio Carretero del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, es un tipo de servicio Tipo D.

Tabla 29 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino.
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas.

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

c) Análisis de la Demanda

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

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se consultó el PIB y Cuentas Nacionales de México de acuerdo con la información registrada en el banco de información económica del INEGI, México registra una variación respecto al último trimestre anterior del producto interno bruto 2023 de 0.9% y una variación respecto del año anterior de 3.25% para el año 2023.

Conforme a la metodología de Evaluación de Proyectos Carreteros la proyección de la demanda se realiza tomando en cuenta el crecimiento del Producto Interno Bruto promedio registrado desde el año 2013 al año 2024 por lo que se considera un crecimiento de 1.65% para el horizonte de evaluación.

Tabla 30. Crecimiento del PIB 2013-2024

PIB 2013-2024					
Año	Trimestre				Promedio
	1T	2T	3T	4T	
2013	0.60%	2.10%	1.50%	1.20%	1.35%
2014	2.80%	2.30%	2.90%	3.40%	2.85%
2015	3.40%	3.10%	4.10%	2.60%	3.30%
2016	2.70%	3.00%	1.70%	3.10%	2.63%
2017	3.40%	1.70%	1.60%	1.80%	2.13%
2018	1.50%	3.20%	2.80%	1.30%	2.20%
2019	1.20%	-1.10%	-0.20%	-0.70%	-0.20%
2020	-0.90%	-18.60%	-8.30%	-4.10%	-7.98%
2021	-3.50%	19.60%	4.30%	1.00%	5.35%
2022	1.80%	2.40%	4.80%	4.50%	3.38%
2023	3.60%	3.40%	3.50%	2.50%	3.25%
2024	1.60%	-	-	-	1.60%
PROMEDIO					1.65%

Fuente: Producto Interno Bruto, INEGI 2013-2024

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 o importancia de dichas calles.

Para el presente proyecto se determinó tramificar el camino de acuerdo a sus diferentes características, por lo que la demanda obtenida se realizó por cada tramo existente del camino. Los datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México arrojan la siguiente información al año 2024 teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 31 TDPA proyecto

Tramo	Km inicial	Km final	TDPA
Tramo 1	24+970	25+900	2,954
Tramo 2	25+900	28+920	3,356
Tramo 3	28+920	29+500	3,484
Tramo 4	29+500	38+175	36,650
Tramo 5	38+175	40+675	3,464
Tramo 6	40+675	42+100	4,008
Tramo 7	42+100	44+700	4,039
Tramo 8	44+700	45+180	7,247
Tramo 9	45+180	48+440	9,364
Tramo 10	48+440	52+100	11,527
Total			86,093

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 32 Composición vehicular

Tramo	Clasificación			Total
	A	B	C	
Tramo 1	90.65%	1.01%	8.34%	100.00%
Tramo 2	91.52%	0.89%	7.59%	100.00%
Tramo 3	91.21%	1.15%	7.64%	100.00%
Tramo 4	90.06%	1.06%	8.88%	100.00%
Tramo 5	89.05%	1.02%	9.93%	100.00%
Tramo 6	90.48%	0.50%	9.02%	100.00%
Tramo 7	89.24%	2.36%	8.40%	100.00%
Tramo 8	89.83%	2.03%	8.14%	100.00%
Tramo 9	87.62%	1.30%	11.08%	100.00%
Tramo 10	88.81%	1.22%	9.97%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

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 33 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.pdf>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa de crecimiento a utilizar será de 1.66% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones 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.

A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 34 Proyección del TDPA Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco.

Tramo 2						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,356	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		91.52%	0	7.59%	100%	365
0	2024	3,071	30	255	3,356	1,224,940
1	2025	3,122	30	259	3,411	1,244,987
2	2026	3,174	30	263	3,467	1,265,526
3	2027	3,226	30	268	3,524	1,286,091
4	2028	3,279	30	272	3,581	1,307,048
5	2029	3,333	30	276	3,639	1,328,396
6	2030	3,388	30	281	3,699	1,350,135
7	2031	3,444	30	286	3,760	1,372,268
8	2032	3,501	30	290	3,821	1,394,793
9	2033	3,559	30	295	3,884	1,417,712
10	2034	3,618	30	300	3,948	1,441,024
11	2035	3,678	30	305	4,013	1,464,731
12	2036	3,739	30	310	4,079	1,488,833
13	2037	3,801	30	315	4,146	1,513,329
14	2038	3,864	30	320	4,214	1,538,222
15	2039	3,928	30	326	4,284	1,563,511
16	2040	3,993	30	331	4,354	1,589,197
17	2041	4,059	30	336	4,425	1,615,280
18	2042	4,126	30	342	4,498	1,641,762
19	2043	4,194	30	348	4,572	1,668,641
20	2044	4,263	30	353	4,646	1,695,920

Tramo 4						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,650	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.06%	1.06%	8.88%	100%	365
0	2024	3,287	38.69	324	3,650	1,332,250
1	2025	3,341	39	329	3,709	1,353,956
2	2026	3,396	40	335	3,771	1,376,380
3	2027	3,452	41	340	3,833	1,399,202
4	2028	3,509	42	346	3,897	1,422,422
5	2029	3,567	43	352	3,962	1,446,041
6	2030	3,626	44	358	4,028	1,470,060
7	2031	3,686	45	363	4,094	1,494,478
8	2032	3,747	46	369	4,162	1,519,297
9	2033	3,809	47	376	4,232	1,544,517
10	2034	3,872	48	382	4,302	1,570,139
11	2035	3,936	49	388	4,373	1,596,163
12	2036	4,001	50	394	4,445	1,622,590
13	2037	4,067	51	401	4,519	1,649,421
14	2038	4,134	52	408	4,594	1,676,655
15	2039	4,202	53	414	4,669	1,704,295
16	2040	4,271	54	421	4,746	1,732,340
17	2041	4,341	55	428	4,824	1,760,792
18	2042	4,413	56	435	4,904	1,790,015
19	2043	4,486	57	442	4,985	1,819,645
20	2044	4,560	58	450	5,068	1,849,684

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Transito

Tramo 5						
RIEGO DE SELLO						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,464	
Crecimiento Anual					1.65%	
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.05%	1.02%	9.93%	100%	365
0	2024	2,989	34	333	3,356	1,224,940
1	2025	3,038	35	339	3,412	1,245,289
2	2026	3,088	36	344	3,468	1,265,944
3	2027	3,139	37	350	3,526	1,286,997
4	2028	3,191	38	356	3,585	1,308,450
5	2029	3,244	39	362	3,645	1,330,303
6	2030	3,298	40	368	3,706	1,352,556
7	2031	3,352	41	374	3,767	1,374,845
8	2032	3,407	42	380	3,829	1,397,536
9	2033	3,463	43	386	3,892	1,420,629
10	2034	3,520	44	393	3,957	1,444,124
11	2035	3,578	45	399	4,022	1,468,023
12	2036	3,637	46	406	4,089	1,492,326
13	2037	3,697	47	412	4,156	1,517,034
14	2038	3,758	48	419	4,225	1,542,146
15	2039	3,820	49	426	4,295	1,567,665
16	2040	3,883	50	433	4,366	1,593,591
17	2041	3,947	51	440	4,438	1,619,923
18	2042	4,012	52	447	4,511	1,646,664
19	2043	4,078	53	455	4,586	1,673,814
20	2044	4,145	54	462	4,661	1,701,373

Tramo 6						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						4,008
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.48%	0.50%	9.02%	100%	365
0	2024	3,037	17	303	3,356	1,224,940
1	2025	3,087	17	308	3,412	1,245,273
2	2026	3,138	17	313	3,468	1,265,741
3	2027	3,190	17	318	3,525	1,286,605
4	2028	3,243	17	323	3,583	1,307,864
5	2029	3,297	17	329	3,643	1,329,521
6	2030	3,351	17	334	3,702	1,351,209
7	2031	3,406	17	339	3,762	1,373,295
8	2032	3,462	17	345	3,824	1,395,780
9	2033	3,519	17	351	3,887	1,418,663
10	2034	3,577	17	357	3,951	1,441,945
11	2035	3,636	17	362	4,015	1,465,628
12	2036	3,696	17	368	4,081	1,489,710
13	2037	3,757	17	374	4,148	1,514,194
14	2038	3,819	17	381	4,217	1,539,079
15	2039	3,882	17	387	4,286	1,564,367
16	2040	3,946	17	393	4,356	1,590,057
17	2041	4,011	17	400	4,428	1,616,151
18	2042	4,077	17	406	4,500	1,642,649
19	2043	4,144	17	413	4,574	1,669,551
20	2044	4,212	17	420	4,649	1,696,859

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Tránsito.

Tramo 8						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						7,247
Crecimiento Anual						1.65%
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.83%	2.03%	8.14%	100%	365
0	2024	3,015	68	273	3,356	1,224,940
1	2025	3,064	69	278	3,411	1,244,900
2	2026	3,115	70	282	3,467	1,265,553
3	2027	3,166	71	287	3,524	1,286,233
4	2028	3,218	72	292	3,582	1,307,306
5	2029	3,271	73	296	3,640	1,328,772
6	2030	3,325	74	301	3,700	1,350,633
7	2031	3,380	75	306	3,761	1,372,888
8	2032	3,436	76	311	3,823	1,395,538
9	2033	3,493	77	317	3,887	1,418,583
10	2034	3,551	78	322	3,951	1,442,024
11	2035	3,610	79	327	4,016	1,465,862
12	2036	3,670	80	332	4,082	1,490,097
13	2037	3,731	81	338	4,150	1,514,729
14	2038	3,793	82	344	4,219	1,539,759
15	2039	3,856	83	349	4,288	1,565,188
16	2040	3,920	84	355	4,359	1,591,016
17	2041	3,985	85	361	4,431	1,617,244
18	2042	4,051	86	367	4,504	1,643,872
19	2043	4,118	87	373	4,578	1,670,900
20	2044	4,186	88	379	4,653	1,698,331

Tramo 9						
REHABILITACION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					9,364	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		87.62%	1.30%	11.08%	100%	365
0	2024	2,941	44	372	3,356	1,224,940
1	2025	2,989	44	378	3,411	1,245,008
2	2026	3,038	45	384	3,467	1,265,534
3	2027	3,088	46	391	3,525	1,286,463
4	2028	3,139	47	397	3,583	1,307,795
5	2029	3,191	48	404	3,643	1,329,531
6	2030	3,244	49	410	3,703	1,351,672
7	2031	3,298	50	417	3,765	1,374,217
8	2032	3,352	51	424	3,827	1,396,803
9	2033	3,407	52	431	3,890	1,419,796
10	2034	3,463	53	438	3,954	1,443,196
11	2035	3,520	54	445	4,019	1,467,003
12	2036	3,578	55	453	4,086	1,491,220
13	2037	3,637	56	460	4,153	1,515,845
14	2038	3,697	57	468	4,222	1,540,880
15	2039	3,758	58	475	4,291	1,566,326
16	2040	3,820	59	483	4,362	1,592,184
17	2041	3,883	60	491	4,434	1,618,454
18	2042	3,947	61	499	4,507	1,645,136
19	2043	4,012	62	507	4,581	1,672,233
20	2044	4,078	63	516	4,657	1,699,744

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Tránsito

Tramo 10						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					11,527	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		88.81%	1.22%	9.97%	100%	365
0	2024	2,980	41	335	3,356	1,224,940
1	2025	3,030	42	340	3,412	1,245,422
2	2026	3,080	43	346	3,469	1,266,085
3	2027	3,131	44	351	3,526	1,287,147
4	2028	3,183	45	357	3,585	1,308,609
5	2029	3,236	46	363	3,645	1,330,470
6	2030	3,289	47	369	3,705	1,352,367
7	2031	3,343	48	375	3,766	1,374,665
8	2032	3,398	49	381	3,828	1,397,365
9	2033	3,454	50	388	3,892	1,420,467
10	2034	3,511	51	394	3,956	1,443,971
11	2035	3,569	52	401	4,022	1,467,880
12	2036	3,628	53	407	4,088	1,492,192
13	2037	3,688	54	414	4,156	1,516,910
14	2038	3,749	55	421	4,225	1,542,032
15	2039	3,811	56	428	4,295	1,567,561
16	2040	3,874	57	435	4,366	1,593,497
17	2041	3,938	58	442	4,438	1,619,840
18	2042	4,003	59	449	4,511	1,646,592
19	2043	4,069	60	457	4,586	1,673,752
20	2044	4,136	61	464	4,661	1,701,322

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Transito

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

d) Diagnóstico de la Interacción Oferta- Demanda

Para el presente proyecto de determino tramificar el camino debido a las diferentes condiciones en las que se encuentra el pavimento. De igual forma, se tomaron en cuenta los puntos de intersección de mayor afluencia de acuerdo a las entradas y salidas que representan mayor demanda, así como el cambio de zonas rurales y urbanas que influyen de gran manera en el aumento o disminución de usuarios que se trasladan a lo largo del camino. Es por ello, que a lo largo del desarrollo de la iteración de la oferta-demanda, el análisis se presente por cada uno de los tramos, con la finalidad de no sobrevalorar los resultados.

Velocidades de circulación (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.

Se considera un aumento de velocidades mínimo a lo largo del camino aun cuando la carpeta asfáltica presente buen estado sin baches e irregularidades. Por esta razón, el incremento de la velocidad representa poco crecimiento.

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 hará uso de los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 753 2023, 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. (*Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023*)

A continuación se presentan los datos que se tomaron en cuenta de la Nota Técnica No. 753 2023 para el análisis y cálculo de los Costos de Operación Vehicular, de acuerdo a la variación del IRI y tipo de terreno del proyecto.

Tabla 35. Costos de operación base de los vehículos Tipo A

Tabla 3.20 Costos de Operación-Vehículo Ligero
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	6.57	6.85	7.58	8.59
4	6.95	7.24	7.98	8.98
6	7.45	7.76	8.52	9.51
8	8.16	8.49	9.26	10.24
10	9.17	9.50	10.27	11.22
12	10.30	10.63	11.37	12.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Tabla 3.21 Factores del Costo Base-Vehículo Ligero
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.04	1.15	1.31
4	1.06	1.10	1.21	1.37
6	1.13	1.18	1.30	1.45
8	1.24	1.29	1.41	1.56
10	1.40	1.45	1.56	1.71
12	1.57	1.62	1.73	1.87

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 36. Costos de operación base de los vehículos Tipo B

Tabla 3.17 Costos de Operación-Autobús Foráneo
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	17.39	19.60	24.63	30.45
4	18.07	20.33	25.45	31.32
6	18.69	21.02	26.32	32.27
8	19.40	21.77	27.26	33.33
10	20.40	22.74	28.32	34.50
12	21.73	24.01	29.58	35.84

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Tabla 3.18 Factores del Costo Base-Autobús Foráneo
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.13	1.42	1.75
4	1.04	1.17	1.46	1.80
6	1.07	1.21	1.51	1.86
8	1.12	1.25	1.57	1.92
10	1.17	1.31	1.63	1.98
12	1.25	1.38	1.70	2.06

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 37. Costos de operación base de los vehículos Tipo C

Tabla 3.14 Costos de Operación-Camión de Dos Ejes
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	11.01	12.34	15.52	19.30
4	12.02	13.41	16.68	20.50
6	12.88	14.35	17.78	21.67
8	13.82	15.32	18.87	22.84
10	14.96	16.43	20.00	24.03
12	16.28	17.70	21.22	25.26

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

Tabla 3.15 Factores del Costo Base-Camión de Dos Ejes
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.12	1.41	1.75
4	1.09	1.22	1.51	1.86
6	1.17	1.30	1.61	1.97
8	1.26	1.39	1.71	2.07
10	1.36	1.49	1.82	2.18
12	1.48	1.61	1.93	2.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

A continuación, se presenta las velocidades, tiempos de recorrido y COVs del camino correspondientes a la situación sin proyecto (optimizada).

Tabla 38. Características del Camino Situación sin Proyecto

TRAMO 2				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 3.02 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	54.22	51.82	50.28	52.11
COV's/km -veh	\$11.08	\$39.74	\$28.63	
Tiempo de recorrido	00:03:21	00:03:30	00:03:36	00:03:29

TRAMO 4				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 8.675 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	52.41	50.00	49.29	50.57
COV's/km -veh	\$11.08	\$39.74	\$28.63	
Tiempo de recorrido	00:09:56	00:10:25	00:10:34	00:10:18

TRAMO 5				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 2.50 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	55.68	47.57	51.04	51.43
COV's/km -veh	\$10.35	\$38.44	\$26.88	
Tiempo de recorrido	00:02:42	00:03:09	00:02:56	00:02:56

TRAMO 6				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 1.425 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	59.02	48.88	53.89	53.93
COV's/km -veh	\$9.16	\$25.43	\$42.69	
Tiempo de recorrido	00:01:27	00:01:45	00:01:35	00:01:36

TRAMO 8				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 0.48 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	51.95	45.51	41.03	46.16
COV's/km -veh	\$9.16	\$25.43	\$42.69	
Tiempo de recorrido	00:00:33	00:00:38	00:00:42	00:00:38

TRAMO 9				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 3.26 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	51.02	49.20	48.41	49.55
COV's/km -veh	\$8.55	\$24.60	\$17.49	
Tiempo de recorrido	00:03:50	00:03:59	00:04:02	00:03:57

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's

TRAMO 10				
SITUACIÓN SIN PROYECTO				
Longitud: 3.66 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	51.44	50.36	48.15	49.98
COV's/km -veh	\$9.16	\$25.43	\$42.69	
Tiempo de recorrido	00:04:16	00:04:22	00:04:34	00:04:24

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

Tabla 39 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Situación sin proyecto

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$) (2024)	248.93
Valor tiempo por motivo de trabajo	92.11
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	55.26
% 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)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte.

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

Tabla 40 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo Sin Proyecto

TRAMO 2							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$38,116,731.53	\$1,314,267.88	\$8,170,122.18	\$47,601,121.58
2 2026	\$11.65	\$41.79	\$30.10	\$40,751,186.15	\$1,382,084.10	\$8,733,463.54	\$50,866,733.79
3 2027	\$12.25	\$43.95	\$31.66	\$43,556,028.41	\$1,453,399.64	\$9,335,648.08	\$54,345,076.13
4 2028	\$12.88	\$46.22	\$33.29	\$46,556,026.15	\$1,528,395.06	\$9,979,354.08	\$58,063,775.30
5 2029	\$13.55	\$48.60	\$35.01	\$49,764,583.99	\$1,607,260.25	\$10,667,444.52	\$62,039,288.76
6 2030	\$14.24	\$51.11	\$36.81	\$53,196,008.08	\$1,690,194.88	\$11,402,979.75	\$66,289,182.71
7 2031	\$14.98	\$53.75	\$38.71	\$56,865,565.44	\$1,777,408.93	\$12,189,231.17	\$70,832,205.54
8 2032	\$15.75	\$56.52	\$40.71	\$60,789,547.03	\$1,869,123.24	\$13,029,695.72	\$75,688,365.99
9 2033	\$16.56	\$59.44	\$42.81	\$64,985,334.98	\$1,965,569.99	\$13,928,111.49	\$80,879,016.46
10 2034	\$17.42	\$62.51	\$45.02	\$69,471,474.06	\$2,066,993.41	\$14,888,474.27	\$86,426,941.74
11 2035	\$18.32	\$65.73	\$47.34	\$74,267,747.76	\$2,173,650.27	\$15,915,055.42	\$92,356,453.44
12 2036	\$19.26	\$69.12	\$49.79	\$79,395,259.30	\$2,285,810.62	\$17,012,420.77	\$98,693,490.69
13 2037	\$20.26	\$72.69	\$52.36	\$84,876,517.74	\$2,403,758.45	\$18,185,451.00	\$105,465,727.19
14 2038	\$21.30	\$76.44	\$55.06	\$90,735,529.69	\$2,527,792.38	\$19,439,363.30	\$112,702,685.38
15 2039	\$22.40	\$80.38	\$57.90	\$96,997,896.82	\$2,658,226.47	\$20,779,734.62	\$120,435,857.91
16 2040	\$23.56	\$84.53	\$60.89	\$103,690,919.62	\$2,795,390.96	\$22,212,526.41	\$128,698,836.99
17 2041	\$24.77	\$88.89	\$64.03	\$110,843,707.79	\$2,939,633.13	\$23,744,111.21	\$137,527,452.12
18 2042	\$26.05	\$93.48	\$67.33	\$118,487,297.63	\$3,091,318.20	\$25,381,300.92	\$146,959,916.74
19 2043	\$27.40	\$98.30	\$70.81	\$126,654,776.95	\$3,250,830.22	\$27,131,377.15	\$157,036,984.32
20 2044	\$28.81	\$103.38	\$74.46	\$135,381,417.92	\$3,418,573.06	\$29,002,123.59	\$167,802,114.57

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	54.22	51.82	50.28	\$11,556,316.81	\$1,336,159.81	\$7,051,217.37	\$19,943,693.99
2 2026	53.32	50.96	49.45	\$11,947,120.92	\$1,358,714.47	\$7,288,552.43	\$20,594,387.81
3 2027	52.44	50.12	48.62	\$12,347,825.85	\$1,381,649.86	\$7,533,875.88	\$21,263,351.59
4 2028	51.57	49.28	47.82	\$12,762,546.74	\$1,404,972.40	\$7,787,456.61	\$21,954,975.75
5 2029	50.71	48.47	47.02	\$13,191,708.27	\$1,428,688.63	\$8,049,572.55	\$22,669,969.45
6 2030	49.87	47.66	46.24	\$13,635,746.62	\$1,452,805.20	\$8,320,510.98	\$23,409,062.80
7 2031	49.04	46.87	45.48	\$14,095,109.68	\$1,477,328.86	\$8,600,568.85	\$24,173,007.39
8 2032	48.23	46.09	44.72	\$14,570,257.39	\$1,502,266.48	\$8,890,053.12	\$24,962,576.99
9 2033	47.42	45.33	43.98	\$15,061,661.99	\$1,527,625.06	\$9,189,281.06	\$25,778,568.11
10 2034	46.64	44.57	43.25	\$15,569,808.38	\$1,553,411.69	\$9,498,580.64	\$26,621,800.71
11 2035	45.86	43.83	42.53	\$16,095,194.38	\$1,579,633.61	\$9,818,290.85	\$27,493,118.84
12 2036	45.10	43.11	41.82	\$16,638,331.10	\$1,606,298.16	\$10,148,762.10	\$28,393,391.35
13 2037	44.35	42.39	41.13	\$17,199,743.20	\$1,633,412.81	\$10,490,356.59	\$29,323,512.61
14 2038	43.62	41.69	40.45	\$17,779,969.31	\$1,660,985.16	\$10,843,448.72	\$30,284,403.20
15 2039	42.89	41.00	39.78	\$18,379,562.29	\$1,689,022.95	\$11,208,425.49	\$31,277,010.73
16 2040	42.18	40.31	39.12	\$18,999,089.63	\$1,717,534.01	\$11,585,686.92	\$32,302,310.55
17 2041	41.48	39.65	38.47	\$19,639,133.79	\$1,746,526.35	\$11,975,646.48	\$33,361,306.62
18 2042	40.79	38.99	37.83	\$20,300,292.57	\$1,776,008.08	\$12,378,731.59	\$34,455,032.25
19 2043	40.12	38.34	37.20	\$20,983,179.49	\$1,805,987.47	\$12,795,384.04	\$35,584,551.00
20 2044	39.45	37.70	36.58	\$21,688,424.16	\$1,836,472.92	\$13,226,060.48	\$36,750,957.57

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

CGV'S Anuales (\$)				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$47,601,121.58	\$19,943,693.99	\$67,544,815.58
2	2026	\$50,866,733.79	\$20,594,387.81	\$71,461,121.61
3	2027	\$54,345,076.13	\$21,263,351.59	\$75,608,427.72
4	2028	\$58,063,775.30	\$21,954,975.75	\$80,018,751.05
5	2029	\$62,039,288.76	\$22,669,969.45	\$84,709,258.21
6	2030	\$66,289,182.71	\$23,409,062.80	\$89,698,245.51
7	2031	\$70,832,205.54	\$24,173,007.39	\$95,005,212.94
8	2032	\$75,688,365.99	\$24,962,576.99	\$100,650,942.98
9	2033	\$80,879,016.46	\$25,778,568.11	\$106,657,584.57
10	2034	\$86,426,941.74	\$26,621,800.71	\$113,048,742.45
11	2035	\$92,356,453.44	\$27,493,118.84	\$119,849,572.28
12	2036	\$98,693,490.69	\$28,393,391.35	\$127,086,882.04
13	2037	\$105,465,727.19	\$29,323,512.61	\$134,789,239.79
14	2038	\$112,702,685.38	\$30,284,403.20	\$142,987,088.58
15	2039	\$120,435,857.91	\$31,277,010.73	\$151,712,868.64
16	2040	\$128,698,836.99	\$32,302,310.55	\$161,001,147.55
17	2041	\$137,527,452.12	\$33,361,306.62	\$170,888,758.74
18	2042	\$146,959,916.74	\$34,455,032.25	\$181,414,948.99
19	2043	\$157,036,984.32	\$35,584,551.00	\$192,621,535.33
20	2044	\$167,802,114.57	\$36,750,957.57	\$204,553,072.13

TRAMO 4								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)					Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)			
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$117,171,440.90	\$4,907,833.12	\$29,862,983.46	\$151,942,257.49
2	2026	\$11.65	\$41.79	\$30.10	\$125,245,910.42	\$5,293,412.63	\$31,922,077.98	\$162,461,401.02
3	2027	\$12.25	\$43.95	\$31.66	\$133,880,472.65	\$5,705,716.54	\$34,123,149.95	\$173,709,339.13
4	2028	\$12.88	\$46.22	\$33.29	\$143,113,431.62	\$6,146,476.18	\$36,475,988.91	\$185,735,896.72
5	2029	\$13.55	\$48.60	\$35.01	\$152,985,656.34	\$6,617,530.41	\$38,991,059.41	\$198,594,246.16
6	2030	\$14.24	\$51.11	\$36.81	\$163,540,748.80	\$7,120,832.07	\$41,679,547.55	\$212,341,128.42
7	2031	\$14.98	\$53.75	\$38.71	\$174,825,222.84	\$7,658,454.89	\$44,553,410.70	\$227,037,088.43
8	2032	\$15.75	\$56.52	\$40.71	\$186,888,694.43	\$8,232,600.74	\$47,625,430.75	\$242,746,725.91
9	2033	\$16.56	\$59.44	\$42.81	\$199,784,084.17	\$8,845,607.35	\$50,909,270.87	\$259,538,962.39
10	2034	\$17.42	\$62.51	\$45.02	\$213,567,832.75	\$9,499,956.45	\$54,419,536.37	\$277,487,325.57
11	2035	\$18.32	\$65.73	\$47.34	\$228,300,130.16	\$10,198,282.42	\$58,171,839.59	\$296,670,252.17
12	2036	\$19.26	\$69.12	\$49.79	\$244,045,159.53	\$10,943,381.42	\$62,182,869.37	\$317,171,410.32
13	2037	\$20.26	\$72.69	\$52.36	\$260,871,356.58	\$11,738,221.10	\$66,470,465.27	\$339,080,042.95
14	2038	\$21.30	\$76.44	\$55.06	\$278,851,685.52	\$12,585,950.82	\$71,053,696.91	\$362,491,333.25
15	2039	\$22.40	\$80.38	\$57.90	\$298,063,932.59	\$13,489,912.54	\$75,952,948.79	\$387,506,793.91
16	2040	\$23.56	\$84.53	\$60.89	\$318,591,018.23	\$14,453,652.25	\$81,190,010.94	\$414,234,681.42
17	2041	\$24.77	\$88.89	\$64.03	\$340,521,329.06	\$15,480,932.20	\$86,788,175.86	\$442,790,437.12
18	2042	\$26.05	\$93.48	\$67.33	\$364,031,561.71	\$16,575,743.72	\$92,772,342.09	\$473,379,647.53
19	2043	\$27.40	\$98.30	\$70.81	\$389,148,139.15	\$17,742,320.89	\$99,169,124.96	\$506,059,585.00
20	2044	\$28.81	\$103.38	\$74.46	\$415,978,714.91	\$18,985,154.90	\$106,006,974.96	\$540,970,844.77

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	52.41	50.00	49.29	\$36,750,999.73	\$5,171,462.58	\$26,292,822.76	\$68,215,285.06
2 2026	51.54	49.17	48.47	\$37,986,576.90	\$5,393,597.91	\$27,177,805.91	\$70,557,980.72
3 2027	50.69	48.35	47.66	\$39,264,770.29	\$5,621,759.06	\$28,092,576.48	\$72,979,105.82
4 2028	49.84	47.55	46.87	\$40,586,858.58	\$5,856,086.16	\$29,038,137.07	\$75,481,081.81
5 2029	49.02	46.76	46.09	\$41,954,154.72	\$6,096,722.37	\$30,015,524.03	\$78,066,401.12
6 2030	48.20	45.98	45.33	\$43,368,006.75	\$6,343,813.93	\$31,025,808.60	\$80,737,629.28
7 2031	47.40	45.22	44.58	\$44,829,798.73	\$6,597,510.18	\$32,070,098.07	\$83,497,406.98
8 2032	46.62	44.47	43.84	\$46,340,951.56	\$6,857,963.72	\$33,149,537.00	\$86,348,452.28
9 2033	45.84	43.73	43.11	\$47,902,923.93	\$7,125,330.37	\$34,265,308.48	\$89,293,562.78
10 2034	45.08	43.01	42.39	\$49,517,213.21	\$7,399,769.32	\$35,418,635.42	\$92,335,617.95
11 2035	44.33	42.29	41.69	\$51,185,356.46	\$7,681,443.13	\$36,610,781.88	\$95,477,581.48
12 2036	43.60	41.59	41.00	\$52,908,931.35	\$7,970,517.88	\$37,843,054.49	\$98,722,503.72
13 2037	42.87	40.90	40.32	\$54,689,557.17	\$8,267,163.14	\$39,116,803.83	\$102,073,524.15
14 2038	42.16	40.22	39.65	\$56,528,895.86	\$8,571,552.14	\$40,433,425.96	\$105,533,873.97
15 2039	41.46	39.55	38.99	\$58,428,653.04	\$8,883,861.79	\$41,794,363.93	\$109,106,878.77
16 2040	40.77	38.90	38.34	\$60,390,579.08	\$9,204,272.75	\$43,201,109.35	\$112,795,961.19
17 2041	40.10	38.25	37.71	\$62,416,470.18	\$9,532,969.54	\$44,655,204.05	\$116,604,643.77
18 2042	39.43	37.62	37.08	\$64,522,790.58	\$9,870,140.60	\$46,158,241.72	\$120,551,172.90
19 2043	38.78	36.99	36.46	\$66,697,304.08	\$10,215,978.35	\$47,711,869.75	\$124,625,152.18
20 2044	38.13	36.38	35.86	\$68,941,963.70	\$10,570,679.31	\$49,317,790.93	\$128,830,433.95

CGV'S Anuales (\$)			
Año	Situación Sin Proyecto		
	COV	Tiempo	CGV
0 2024			-
1 2025	\$151,942,257.49	\$68,215,285.06	\$220,157,542.55
2 2026	\$162,461,401.02	\$70,557,980.72	\$233,019,381.74
3 2027	\$173,709,339.13	\$72,979,105.82	\$246,688,444.96
4 2028	\$185,735,896.72	\$75,481,081.81	\$261,216,978.52
5 2029	\$198,594,246.16	\$78,066,401.12	\$276,660,647.28
6 2030	\$212,341,128.42	\$80,737,629.28	\$293,078,757.70
7 2031	\$227,037,088.43	\$83,497,406.98	\$310,534,495.42
8 2032	\$242,746,725.91	\$86,348,452.28	\$329,095,178.20
9 2033	\$259,538,962.39	\$89,293,562.78	\$348,832,525.17
10 2034	\$277,487,325.57	\$92,335,617.95	\$369,822,943.52
11 2035	\$296,670,252.17	\$95,477,581.48	\$392,147,833.65
12 2036	\$317,171,410.32	\$98,722,503.72	\$415,893,914.04
13 2037	\$339,080,042.95	\$102,073,524.15	\$441,153,567.09
14 2038	\$362,491,333.25	\$105,533,873.97	\$468,025,207.22
15 2039	\$387,506,793.91	\$109,106,878.77	\$496,613,672.68
16 2040	\$414,234,681.42	\$112,795,961.19	\$527,030,642.60
17 2041	\$442,790,437.12	\$116,604,643.77	\$559,395,080.89
18 2042	\$473,379,647.53	\$120,551,172.90	\$593,930,820.43
19 2043	\$506,059,585.00	\$124,625,152.18	\$630,684,737.17
20 2044	\$540,970,844.77	\$128,830,433.95	\$669,801,278.72

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 5								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	\$10.35	\$38.44	\$26.88	\$28,702,406.91	\$1,227,652.75	\$8,308,475.29	\$38,238,534.94	
2 2026	\$10.89	\$40.42	\$28.27	\$30,680,216.26	\$1,327,885.33	\$8,881,356.29	\$40,889,457.89	
3 2027	\$11.45	\$42.51	\$29.72	\$32,796,161.63	\$1,435,193.22	\$9,493,738.24	\$43,725,093.09	
4 2028	\$12.04	\$44.70	\$31.26	\$35,059,771.72	\$1,550,039.71	\$10,148,344.79	\$46,758,156.22	
5 2029	\$12.66	\$47.01	\$32.87	\$37,481,218.64	\$1,672,917.07	\$10,848,087.37	\$50,002,223.07	
6 2030	\$13.32	\$49.43	\$34.57	\$40,071,360.33	\$1,804,348.30	\$11,596,078.18	\$53,471,786.81	
7 2031	\$14.00	\$51.99	\$36.35	\$42,829,008.65	\$1,944,888.99	\$12,395,644.00	\$57,169,541.64	
8 2032	\$14.72	\$54.67	\$38.23	\$45,777,990.33	\$2,095,129.29	\$13,250,341.01	\$61,123,460.63	
9 2033	\$15.48	\$57.49	\$40.20	\$48,931,401.89	\$2,255,696.01	\$14,163,970.57	\$65,351,068.47	
10 2034	\$16.28	\$60.45	\$42.27	\$52,303,217.74	\$2,427,254.81	\$15,140,596.17	\$69,871,068.72	
11 2035	\$17.12	\$63.57	\$44.45	\$55,908,347.78	\$2,610,512.54	\$16,184,561.48	\$74,703,421.80	
12 2036	\$18.01	\$66.85	\$46.75	\$59,762,698.65	\$2,806,219.77	\$17,300,509.65	\$79,869,428.07	
13 2037	\$18.94	\$70.30	\$49.16	\$63,883,238.96	\$3,015,173.33	\$18,493,404.01	\$85,391,816.30	
14 2038	\$19.91	\$73.93	\$51.70	\$68,288,068.63	\$3,238,219.18	\$19,768,550.11	\$91,294,837.92	
15 2039	\$20.94	\$77.75	\$54.36	\$72,996,492.81	\$3,476,255.27	\$21,131,619.31	\$97,604,367.39	
16 2040	\$22.02	\$81.76	\$57.17	\$78,029,100.33	\$3,730,234.74	\$22,588,674.05	\$104,348,009.12	
17 2041	\$23.16	\$85.98	\$60.12	\$83,407,847.37	\$4,001,169.15	\$24,146,194.75	\$111,555,211.26	
18 2042	\$24.35	\$90.41	\$63.22	\$89,156,146.31	\$4,290,132.01	\$25,811,108.68	\$119,257,387.00	
19 2043	\$25.61	\$95.08	\$66.48	\$95,298,960.34	\$4,598,262.49	\$27,590,820.76	\$127,488,043.60	
20 2044	\$26.93	\$99.99	\$69.92	\$101,862,904.08	\$4,926,769.31	\$29,493,246.48	\$136,282,919.87	

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	55.68	47.57	51.04	\$9,065,692.06	\$1,405,695.79	\$7,523,577.34	\$17,994,965.19	
2 2026	54.75	46.78	50.19	\$9,370,446.41	\$1,470,264.93	\$7,776,811.43	\$18,617,522.77	
3 2027	53.84	46.01	49.36	\$9,685,991.90	\$1,536,613.40	\$8,038,569.07	\$19,261,174.37	
4 2028	52.95	45.24	48.54	\$10,012,658.08	\$1,604,782.89	\$8,309,137.14	\$19,926,578.11	
5 2029	52.07	44.49	47.73	\$10,350,783.46	\$1,674,815.96	\$8,588,812.18	\$20,614,411.61	
6 2030	51.21	43.75	46.94	\$10,700,715.69	\$1,746,756.12	\$8,877,900.73	\$21,325,372.53	
7 2031	50.36	43.03	46.16	\$11,059,512.40	\$1,820,647.77	\$9,176,719.64	\$22,056,879.81	
8 2032	49.52	42.31	45.39	\$11,430,728.23	\$1,896,536.32	\$9,485,596.42	\$22,812,860.97	
9 2033	48.70	41.61	44.64	\$11,814,736.86	\$1,974,468.11	\$9,804,869.59	\$23,594,074.57	
10 2034	47.89	40.92	43.90	\$12,211,921.99	\$2,054,490.52	\$10,134,889.10	\$24,401,301.61	
11 2035	47.09	40.24	43.17	\$12,622,677.61	\$2,136,651.91	\$10,476,016.65	\$25,235,346.17	
12 2036	46.31	39.57	42.45	\$13,047,408.24	\$2,221,001.69	\$10,828,626.11	\$26,097,036.04	
13 2037	45.54	38.92	41.75	\$13,486,529.19	\$2,307,590.33	\$11,193,103.97	\$26,987,223.50	
14 2038	44.79	38.27	41.06	\$13,940,466.85	\$2,396,469.39	\$11,569,849.69	\$27,906,785.93	
15 2039	44.04	37.63	40.37	\$14,409,658.92	\$2,487,691.52	\$11,959,276.20	\$28,856,626.64	
16 2040	43.31	37.01	39.70	\$14,894,554.74	\$2,581,310.49	\$12,361,810.30	\$29,837,675.53	
17 2041	42.59	36.40	39.04	\$15,395,615.52	\$2,677,381.23	\$12,777,893.20	\$30,850,889.95	
18 2042	41.89	35.79	38.40	\$15,913,314.68	\$2,775,959.83	\$13,207,980.92	\$31,897,255.43	
19 2043	41.19	35.20	37.76	\$16,448,138.11	\$2,877,103.59	\$13,652,544.85	\$32,977,786.55	
20 2044	40.51	34.61	37.13	\$17,000,584.51	\$2,980,871.02	\$14,112,072.24	\$34,093,527.77	

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

CGV'S Anuales (\$)				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$38,238,534.94	\$17,994,965.19	\$56,233,500.14
2	2026	\$40,889,457.89	\$18,617,522.77	\$59,506,980.66
3	2027	\$43,725,093.09	\$19,261,174.37	\$62,986,267.46
4	2028	\$46,758,156.22	\$19,926,578.11	\$66,684,734.33
5	2029	\$50,002,223.07	\$20,614,411.61	\$70,616,634.68
6	2030	\$53,471,786.81	\$21,325,372.53	\$74,797,159.34
7	2031	\$57,169,541.64	\$22,056,879.81	\$79,226,421.46
8	2032	\$61,123,460.63	\$22,812,860.97	\$83,936,321.60
9	2033	\$65,351,068.47	\$23,594,074.57	\$88,945,143.04
10	2034	\$69,871,068.72	\$24,401,301.61	\$94,272,370.34
11	2035	\$74,703,421.80	\$25,235,346.17	\$99,938,767.97
12	2036	\$79,869,428.07	\$26,097,036.04	\$105,966,464.11
13	2037	\$85,391,816.30	\$26,987,223.50	\$112,379,039.80
14	2038	\$91,294,837.92	\$27,906,785.93	\$119,201,623.85
15	2039	\$97,604,367.39	\$28,856,626.64	\$126,460,994.03
16	2040	\$104,348,009.12	\$29,837,675.53	\$134,185,684.65
17	2041	\$111,555,211.26	\$30,850,889.95	\$142,406,101.21
18	2042	\$119,257,387.00	\$31,897,255.43	\$151,154,642.43
19	2043	\$127,488,043.60	\$32,977,786.55	\$160,465,830.15
20	2044	\$136,282,919.87	\$34,093,527.77	\$170,376,447.64

TRAMO 6								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	
1	2025	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$14,702,395.01	\$224,892.38	\$6,832,328.50	\$21,759,615.88
2	2026	\$9.63	\$26.75	\$44.89	\$15,716,468.78	\$236,496.82	\$7,303,427.11	\$23,256,392.71
3	2027	\$10.13	\$28.13	\$47.21	\$16,801,315.81	\$248,700.06	\$7,807,008.64	\$24,857,024.51
4	2028	\$10.65	\$29.58	\$49.65	\$17,961,811.66	\$261,532.98	\$8,345,312.81	\$26,568,657.46
5	2029	\$11.20	\$31.10	\$52.21	\$19,203,160.61	\$275,028.08	\$8,920,733.81	\$28,398,922.51
6	2030	\$11.78	\$32.71	\$54.90	\$20,524,792.37	\$289,219.53	\$9,535,830.90	\$30,349,842.80
7	2031	\$12.38	\$34.40	\$57.73	\$21,938,127.98	\$304,143.26	\$10,193,339.79	\$32,435,611.02
8	2032	\$13.02	\$36.17	\$60.71	\$23,449,444.71	\$319,837.05	\$10,896,184.84	\$34,665,466.60
9	2033	\$13.69	\$38.04	\$63.85	\$25,065,440.64	\$336,340.64	\$11,647,492.04	\$37,049,273.32
10	2034	\$14.40	\$40.00	\$67.14	\$26,793,262.22	\$353,695.82	\$12,450,602.92	\$39,597,560.96
11	2035	\$15.14	\$42.07	\$70.60	\$28,640,533.68	\$371,946.53	\$13,309,089.42	\$42,321,569.63
12	2036	\$15.93	\$44.24	\$74.25	\$30,615,388.28	\$391,138.97	\$14,226,769.77	\$45,233,297.01
13	2037	\$16.75	\$46.52	\$78.08	\$32,726,501.53	\$411,321.74	\$15,207,725.46	\$48,345,548.73
14	2038	\$17.61	\$48.92	\$82.11	\$34,983,126.65	\$432,545.94	\$16,256,319.43	\$51,671,992.02
15	2039	\$18.52	\$51.44	\$86.34	\$37,395,132.17	\$454,865.31	\$17,377,215.41	\$55,227,212.88
16	2040	\$19.48	\$54.10	\$90.80	\$39,973,041.99	\$478,336.36	\$18,575,398.74	\$59,026,777.09
17	2041	\$20.48	\$56.89	\$95.48	\$42,728,078.05	\$503,018.52	\$19,856,198.49	\$63,087,295.06
18	2042	\$21.54	\$59.82	\$100.41	\$45,672,205.62	\$528,974.27	\$21,225,311.17	\$67,426,491.06
19	2043	\$22.65	\$62.91	\$105.59	\$48,818,181.52	\$556,269.34	\$22,688,826.09	\$72,063,276.96
20	2044	\$23.82	\$66.16	\$111.04	\$52,179,605.48	\$584,972.84	\$24,253,252.42	\$77,017,830.73

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	59.02	48.88	53.89	\$4,953,115.55	\$378,808.20	\$3,688,982.91	\$9,020,906.66
2 2026	58.04	48.06	53.00	\$5,119,936.39	\$385,202.56	\$3,813,149.41	\$9,318,288.36
3 2027	57.08	47.27	52.12	\$5,292,636.96	\$391,704.86	\$3,941,495.19	\$9,625,837.02
4 2028	56.13	46.48	51.25	\$5,471,396.23	\$398,316.92	\$4,074,160.94	\$9,943,874.09
5 2029	55.20	45.71	50.40	\$5,656,398.02	\$405,040.60	\$4,211,292.04	\$10,272,730.66
6 2030	54.28	44.95	49.57	\$5,846,086.52	\$411,877.77	\$4,353,038.80	\$10,611,003.09
7 2031	53.38	44.20	48.74	\$6,042,341.26	\$418,830.35	\$4,499,556.58	\$10,960,728.20
8 2032	52.50	43.47	47.93	\$6,245,359.84	\$425,900.30	\$4,651,005.96	\$11,322,266.10
9 2033	51.62	42.75	47.14	\$6,455,345.11	\$433,089.58	\$4,807,552.94	\$11,695,987.64
10 2034	50.77	42.04	46.36	\$6,672,505.41	\$440,400.23	\$4,969,369.09	\$12,082,274.73
11 2035	49.93	41.34	45.59	\$6,897,054.62	\$447,834.28	\$5,136,631.77	\$12,481,520.66
12 2036	49.10	40.66	44.83	\$7,129,212.33	\$455,393.81	\$5,309,524.30	\$12,894,130.44
13 2037	48.28	39.98	44.09	\$7,369,203.98	\$463,080.96	\$5,488,236.17	\$13,320,521.10
14 2038	47.48	39.32	43.35	\$7,617,261.01	\$470,897.86	\$5,672,963.26	\$13,761,122.13
15 2039	46.69	38.66	42.63	\$7,873,621.00	\$478,846.72	\$5,863,908.02	\$14,216,375.74
16 2040	45.92	38.02	41.93	\$8,138,527.81	\$486,929.75	\$6,061,279.75	\$14,686,737.31
17 2041	45.15	37.39	41.23	\$8,412,231.76	\$495,149.23	\$6,265,294.76	\$15,172,675.74
18 2042	44.40	36.77	40.55	\$8,694,989.75	\$503,507.45	\$6,476,176.65	\$15,674,673.86
19 2043	43.67	36.16	39.87	\$8,987,065.48	\$512,006.77	\$6,694,156.57	\$16,193,228.81
20 2044	42.94	35.56	39.21	\$9,288,729.54	\$520,649.55	\$6,919,473.41	\$16,728,852.49

CGV'S Anuales (\$)				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024			-
1	2025	\$21,759,615.88	\$9,020,906.66	\$30,780,522.54
2	2026	\$23,256,392.71	\$9,318,288.36	\$32,574,681.07
3	2027	\$24,857,024.51	\$9,625,837.02	\$34,482,861.52
4	2028	\$26,568,657.46	\$9,943,874.09	\$36,512,531.55
5	2029	\$28,398,922.51	\$10,272,730.66	\$38,671,653.16
6	2030	\$30,349,842.80	\$10,611,003.09	\$40,960,845.88
7	2031	\$32,435,611.02	\$10,960,728.20	\$43,396,339.22
8	2032	\$34,665,466.60	\$11,322,266.10	\$45,987,732.70
9	2033	\$37,049,273.32	\$11,695,987.64	\$48,745,260.96
10	2034	\$39,597,560.96	\$12,082,274.73	\$51,679,835.69
11	2035	\$42,321,569.63	\$12,481,520.66	\$54,803,090.29
12	2036	\$45,233,297.01	\$12,894,130.44	\$58,127,427.45
13	2037	\$48,345,548.73	\$13,320,521.10	\$61,666,069.84
14	2038	\$51,671,992.02	\$13,761,122.13	\$65,433,114.14
15	2039	\$55,227,212.88	\$14,216,375.74	\$69,443,588.62
16	2040	\$59,026,777.09	\$14,686,737.31	\$73,713,514.40
17	2041	\$63,087,295.06	\$15,172,675.74	\$78,259,970.80
18	2042	\$67,426,491.06	\$15,674,673.86	\$83,101,164.92
19	2043	\$72,063,276.96	\$16,193,228.81	\$88,256,505.77
20	2044	\$77,017,830.73	\$16,728,852.49	\$93,746,683.23

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 8								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$4,915,487.45	\$307,468.96	\$2,076,887.53	\$7,299,843.94	
2 2026	\$9.63	\$26.75	\$44.89	\$5,255,166.24	\$328,020.36	\$2,220,091.84	\$7,803,278.44	
3 2027	\$10.13	\$28.13	\$47.21	\$5,616,812.10	\$349,874.01	\$2,373,170.28	\$8,339,856.39	
4 2028	\$10.65	\$29.58	\$49.65	\$6,003,653.27	\$373,109.59	\$2,536,803.69	\$8,913,566.55	
5 2029	\$11.20	\$31.10	\$52.21	\$6,417,423.26	\$397,811.52	\$2,711,719.85	\$9,526,954.64	
6 2030	\$11.78	\$32.71	\$54.90	\$6,859,972.38	\$424,069.26	\$2,898,696.74	\$10,182,738.37	
7 2031	\$12.38	\$34.40	\$57.73	\$7,333,275.40	\$451,977.60	\$3,098,565.93	\$10,883,818.94	
8 2032	\$13.02	\$36.17	\$60.71	\$7,839,439.77	\$481,636.97	\$3,312,216.39	\$11,633,293.13	
9 2033	\$13.69	\$38.04	\$63.85	\$8,380,714.30	\$513,153.78	\$3,540,598.35	\$12,434,466.42	
10 2034	\$14.40	\$40.00	\$67.14	\$8,959,498.47	\$546,640.72	\$3,784,727.56	\$13,290,866.76	
11 2035	\$15.14	\$42.07	\$70.60	\$9,578,352.30	\$582,217.22	\$4,045,689.83	\$14,206,259.35	
12 2036	\$15.93	\$44.24	\$74.25	\$10,240,006.83	\$620,009.76	\$4,324,645.80	\$15,184,662.39	
13 2037	\$16.75	\$46.52	\$78.08	\$10,947,375.34	\$660,152.29	\$4,622,836.19	\$16,230,363.82	
14 2038	\$17.61	\$48.92	\$82.11	\$11,703,565.22	\$702,786.71	\$4,941,587.21	\$17,347,939.15	
15 2039	\$18.52	\$51.44	\$86.34	\$12,511,890.64	\$748,063.32	\$5,282,316.57	\$18,542,270.53	
16 2040	\$19.48	\$54.10	\$90.80	\$13,375,886.01	\$796,141.26	\$5,646,539.69	\$19,818,566.96	
17 2041	\$20.48	\$56.89	\$95.48	\$14,299,320.32	\$847,189.08	\$6,035,876.51	\$21,182,385.91	
18 2042	\$21.54	\$59.82	\$100.41	\$15,286,212.41	\$901,385.26	\$6,452,058.65	\$22,639,656.31	
19 2043	\$22.65	\$62.91	\$105.59	\$16,340,847.11	\$958,918.79	\$6,896,937.12	\$24,196,703.02	
20 2044	\$23.82	\$66.16	\$111.04	\$17,467,792.55	\$1,019,989.80	\$7,372,490.59	\$25,860,272.94	

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	51.95	45.51	41.03	\$1,881,510.35	\$556,177.75	\$1,472,996.53	\$3,910,684.63	
2 2026	51.09	44.76	40.35	\$1,945,116.86	\$573,762.76	\$1,522,575.73	\$4,041,455.35	
3 2027	50.24	44.01	39.68	\$2,010,334.63	\$591,782.97	\$1,573,823.71	\$4,175,941.30	
4 2028	49.40	43.28	39.02	\$2,077,845.63	\$610,248.06	\$1,626,796.62	\$4,314,890.30	
5 2029	48.58	42.56	38.37	\$2,147,719.59	\$629,167.91	\$1,681,552.54	\$4,458,440.04	
6 2030	47.78	41.86	37.73	\$2,220,028.14	\$648,552.62	\$1,738,151.47	\$4,606,732.24	
7 2031	46.98	41.16	37.11	\$2,294,844.84	\$668,412.50	\$1,796,655.45	\$4,759,912.78	
8 2032	46.20	40.48	36.49	\$2,372,245.21	\$688,758.05	\$1,857,128.60	\$4,918,131.85	
9 2033	45.44	39.81	35.89	\$2,452,306.81	\$709,600.01	\$1,919,637.20	\$5,081,544.02	
10 2034	44.68	39.15	35.29	\$2,535,109.29	\$730,949.36	\$1,984,249.76	\$5,250,308.40	
11 2035	43.94	38.50	34.70	\$2,620,734.42	\$752,817.27	\$2,051,037.09	\$5,424,588.78	
12 2036	43.21	37.86	34.13	\$2,709,266.15	\$775,215.17	\$2,120,072.41	\$5,604,553.73	
13 2037	42.49	37.23	33.56	\$2,800,790.68	\$798,154.73	\$2,191,431.36	\$5,790,376.77	
14 2038	41.79	36.61	33.00	\$2,895,396.48	\$821,647.85	\$2,265,192.17	\$5,982,236.49	
15 2039	41.10	36.00	32.46	\$2,993,174.39	\$845,706.67	\$2,341,435.67	\$6,180,316.73	
16 2040	40.41	35.41	31.92	\$3,094,217.64	\$870,343.61	\$2,420,245.44	\$6,384,806.69	
17 2041	39.74	34.82	31.39	\$3,198,621.95	\$895,571.33	\$2,501,707.84	\$6,595,901.12	
18 2042	39.08	34.24	30.87	\$3,306,485.53	\$921,402.75	\$2,585,912.16	\$6,813,800.44	
19 2043	38.43	33.67	30.35	\$3,417,909.20	\$947,851.06	\$2,672,950.69	\$7,038,710.96	
20 2044	37.80	33.11	29.85	\$3,532,996.44	\$974,929.74	\$2,762,918.83	\$7,270,845.00	

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

CGV'S Anuales (\$)				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$7,299,843.94	\$3,910,684.63	\$11,210,528.57
2	2026	\$7,803,278.44	\$4,041,455.35	\$11,844,733.78
3	2027	\$8,339,856.39	\$4,175,941.30	\$12,515,797.69
4	2028	\$8,913,566.55	\$4,314,890.30	\$13,228,456.85
5	2029	\$9,526,954.64	\$4,458,440.04	\$13,985,394.68
6	2030	\$10,182,738.37	\$4,606,732.24	\$14,789,470.61
7	2031	\$10,883,818.94	\$4,759,912.78	\$15,643,731.72
8	2032	\$11,633,293.13	\$4,918,131.85	\$16,551,424.98
9	2033	\$12,434,466.42	\$5,081,544.02	\$17,516,010.44
10	2034	\$13,290,866.76	\$5,250,308.40	\$18,541,175.16
11	2035	\$14,206,259.35	\$5,424,588.78	\$19,630,848.13
12	2036	\$15,184,662.39	\$5,604,553.73	\$20,789,216.12
13	2037	\$16,230,363.82	\$5,790,376.77	\$22,020,740.59
14	2038	\$17,347,939.15	\$5,982,236.49	\$23,330,175.65
15	2039	\$18,542,270.53	\$6,180,316.73	\$24,722,587.26
16	2040	\$19,818,566.96	\$6,384,806.69	\$26,203,373.65
17	2041	\$21,182,385.91	\$6,595,901.12	\$27,778,287.03
18	2042	\$22,639,656.31	\$6,813,800.44	\$29,453,456.75
19	2043	\$24,196,703.02	\$7,038,710.96	\$31,235,413.98
20	2044	\$25,860,272.94	\$7,270,845.00	\$33,131,117.95

TRAMO 9								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	
1	2025	\$8.55	\$24.60	\$17.49	\$30,409,024.91	\$1,288,117.92	\$7,865,739.72	\$39,562,882.54
2	2026	\$8.99	\$25.87	\$18.39	\$32,502,362.24	\$1,385,370.82	\$8,408,093.48	\$42,295,826.54
3	2027	\$9.46	\$27.21	\$19.34	\$34,742,016.79	\$1,489,230.53	\$8,987,843.30	\$45,219,090.62
4	2028	\$9.94	\$28.61	\$20.34	\$37,138,095.38	\$1,600,119.93	\$9,607,567.68	\$48,345,782.99
5	2029	\$10.46	\$30.09	\$21.39	\$39,701,388.25	\$1,718,487.95	\$10,270,022.92	\$51,689,899.13
6	2030	\$11.00	\$31.64	\$22.49	\$42,443,414.21	\$1,844,811.14	\$10,978,155.38	\$55,266,380.73
7	2031	\$11.56	\$33.27	\$23.65	\$45,376,468.71	\$1,979,595.30	\$11,735,114.56	\$59,091,178.57
8	2032	\$12.16	\$34.99	\$24.87	\$48,499,206.29	\$2,123,377.26	\$12,544,267.14	\$63,166,850.69
9	2033	\$12.79	\$36.80	\$26.16	\$51,838,608.14	\$2,276,726.73	\$13,409,211.92	\$67,524,546.80
10	2034	\$13.45	\$38.69	\$27.51	\$55,409,504.66	\$2,440,248.25	\$14,333,795.86	\$72,183,548.77
11	2035	\$14.14	\$40.69	\$28.92	\$59,227,720.34	\$2,614,583.27	\$15,322,131.15	\$77,164,434.76
12	2036	\$14.87	\$42.79	\$30.42	\$63,310,139.03	\$2,800,412.36	\$16,378,613.54	\$82,489,164.93
13	2037	\$15.64	\$45.00	\$31.99	\$67,674,773.28	\$2,998,457.52	\$17,507,941.88	\$88,181,172.68
14	2038	\$16.44	\$47.32	\$33.64	\$72,340,838.19	\$3,209,484.68	\$18,715,138.98	\$94,265,461.85
15	2039	\$17.29	\$49.76	\$35.37	\$77,328,829.97	\$3,434,306.26	\$20,005,574.02	\$100,768,710.25
16	2040	\$18.19	\$52.33	\$37.20	\$82,660,609.58	\$3,673,783.99	\$21,384,986.35	\$107,719,379.93
17	2041	\$19.12	\$55.03	\$39.12	\$88,359,491.68	\$3,928,831.77	\$22,859,511.10	\$115,147,834.55
18	2042	\$20.11	\$57.87	\$41.14	\$94,450,339.22	\$4,200,418.82	\$24,435,706.39	\$123,086,464.43
19	2043	\$21.15	\$60.86	\$43.26	\$100,959,664.20	\$4,489,572.90	\$26,120,582.56	\$131,569,819.66
20	2044	\$22.24	\$64.00	\$45.49	\$107,915,734.74	\$4,797,383.81	\$27,921,633.29	\$140,634,751.84

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Situación Sin Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	51.02	49.20	48.41	\$12,691,656.66	\$2,228,184.26	\$11,539,664.20	\$26,459,505.12
2	2026	50.18	48.38	47.61	\$13,117,466.55	\$2,317,291.86	\$11,928,074.70	\$27,362,833.10
3	2027	49.34	47.58	46.82	\$13,558,426.26	\$2,408,772.86	\$12,329,558.60	\$28,296,757.73
4	2028	48.52	46.79	46.04	\$14,015,000.05	\$2,502,682.01	\$12,744,555.95	\$29,262,238.01
5	2029	47.72	46.01	45.28	\$14,487,664.76	\$2,599,075.21	\$13,173,521.58	\$30,260,261.56
6	2030	46.93	45.25	44.53	\$14,976,910.19	\$2,698,009.57	\$13,616,925.65	\$31,291,845.41
7	2031	46.15	44.50	43.79	\$15,483,239.35	\$2,799,543.41	\$14,075,254.14	\$32,358,036.90
8	2032	45.38	43.76	43.06	\$16,002,394.84	\$2,903,736.30	\$14,549,009.39	\$33,455,140.54
9	2033	44.63	43.03	42.35	\$16,539,520.00	\$3,010,649.08	\$15,038,710.65	\$34,588,879.73
10	2034	43.89	42.32	41.64	\$17,095,155.51	\$3,120,343.89	\$15,544,894.62	\$35,760,394.02
11	2035	43.16	41.62	40.95	\$17,669,856.55	\$3,232,884.18	\$16,068,116.11	\$36,970,856.84
12	2036	42.44	40.93	40.27	\$18,264,193.20	\$3,348,334.76	\$16,608,948.57	\$38,221,476.54
13	2037	41.74	40.25	39.60	\$18,878,750.78	\$3,466,761.82	\$17,167,984.77	\$39,513,497.38
14	2038	41.05	39.58	38.95	\$19,514,130.23	\$3,588,232.95	\$17,745,837.42	\$40,848,200.60
15	2039	40.36	38.92	38.30	\$20,170,948.48	\$3,712,817.17	\$18,343,139.86	\$42,226,905.51
16	2040	39.69	38.27	37.66	\$20,849,838.88	\$3,840,584.97	\$18,960,546.74	\$43,650,970.60
17	2041	39.03	37.64	37.04	\$21,551,451.58	\$3,971,608.33	\$19,598,734.76	\$45,121,794.67
18	2042	38.39	37.01	36.42	\$22,276,453.93	\$4,105,960.75	\$20,258,403.38	\$46,640,818.06
19	2043	37.75	36.40	35.82	\$23,025,530.92	\$4,243,717.29	\$20,940,275.61	\$48,209,523.82
20	2044	37.12	35.80	35.23	\$23,799,385.63	\$4,384,954.59	\$21,645,098.80	\$49,829,439.02

CGV'S Anuales (\$)				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024			-
1	2025	\$39,562,882.54	\$26,459,505.12	\$66,022,387.66
2	2026	\$42,295,826.54	\$27,362,833.10	\$69,658,659.65
3	2027	\$45,219,090.62	\$28,296,757.73	\$73,515,848.34
4	2028	\$48,345,782.99	\$29,262,238.01	\$77,608,021.00
5	2029	\$51,689,899.13	\$30,260,261.56	\$81,950,160.69
6	2030	\$55,266,380.73	\$31,291,845.41	\$86,558,226.14
7	2031	\$59,091,178.57	\$32,358,036.90	\$91,449,215.47
8	2032	\$63,166,850.69	\$33,455,140.54	\$96,621,991.24
9	2033	\$67,524,546.80	\$34,588,879.73	\$102,113,426.53
10	2034	\$72,183,548.77	\$35,760,394.02	\$107,943,942.79
11	2035	\$77,164,434.76	\$36,970,856.84	\$114,135,291.60
12	2036	\$82,489,164.93	\$38,221,476.54	\$120,710,641.47
13	2037	\$88,181,172.68	\$39,513,497.38	\$127,694,670.06
14	2038	\$94,265,461.85	\$40,848,200.60	\$135,113,662.45
15	2039	\$100,768,710.25	\$42,226,905.51	\$142,995,615.76
16	2040	\$107,719,379.93	\$43,650,970.60	\$151,370,350.53
17	2041	\$115,147,834.55	\$45,121,794.67	\$160,269,629.22
18	2042	\$123,086,464.43	\$46,640,818.06	\$169,727,282.49
19	2043	\$131,569,819.66	\$48,209,523.82	\$179,779,343.48
20	2044	\$140,634,751.84	\$49,829,439.02	\$190,464,190.86

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 10							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$37,064,684.43	\$1,427,057.01	\$19,396,509.38	\$57,888,250.82
2 2026	\$9.63	\$26.75	\$44.89	\$39,620,410.63	\$1,536,423.94	\$20,733,925.86	\$61,890,760.43
3 2027	\$10.13	\$28.13	\$47.21	\$42,354,728.37	\$1,653,277.91	\$22,163,559.07	\$66,171,565.36
4 2028	\$10.65	\$29.58	\$49.65	\$45,279,961.54	\$1,778,100.39	\$23,691,767.50	\$70,749,829.44
5 2029	\$11.20	\$31.10	\$52.21	\$48,409,266.37	\$1,911,402.60	\$25,325,348.04	\$75,646,017.01
6 2030	\$11.78	\$32.71	\$54.90	\$51,740,954.84	\$2,053,727.30	\$27,071,566.24	\$80,866,248.39
7 2031	\$12.38	\$34.40	\$57.73	\$55,304,124.25	\$2,205,650.69	\$28,938,188.63	\$86,447,963.57
8 2032	\$13.02	\$36.17	\$60.71	\$59,114,646.24	\$2,367,784.39	\$30,933,517.25	\$92,415,947.89
9 2033	\$13.69	\$38.04	\$63.85	\$63,189,458.12	\$2,540,777.62	\$33,066,426.57	\$98,796,662.32
10 2034	\$14.40	\$40.00	\$67.14	\$67,546,632.87	\$2,725,319.38	\$35,346,402.98	\$105,618,355.23
11 2035	\$15.14	\$42.07	\$70.60	\$72,205,453.62	\$2,922,140.88	\$37,783,586.95	\$112,911,181.45
12 2036	\$15.93	\$44.24	\$74.25	\$77,186,492.92	\$3,132,018.03	\$40,388,818.16	\$120,707,329.11
13 2037	\$16.75	\$46.52	\$78.08	\$82,511,697.14	\$3,355,774.12	\$43,173,683.72	\$129,041,154.99
14 2038	\$17.61	\$48.92	\$82.11	\$88,204,476.24	\$3,594,282.66	\$46,150,569.66	\$137,949,328.56
15 2039	\$18.52	\$51.44	\$86.34	\$94,289,799.29	\$3,848,470.33	\$49,332,716.05	\$147,470,985.67
16 2040	\$19.48	\$54.10	\$90.80	\$100,794,296.10	\$4,119,320.18	\$52,734,275.88	\$157,647,892.16
17 2041	\$20.48	\$56.89	\$95.48	\$107,746,365.43	\$4,407,874.94	\$56,370,378.03	\$168,524,618.40
18 2042	\$21.54	\$59.82	\$100.41	\$115,176,289.94	\$4,715,240.62	\$60,257,194.52	\$180,148,725.07
19 2043	\$22.65	\$62.91	\$105.59	\$123,116,358.64	\$5,042,590.21	\$64,412,012.44	\$192,570,961.29
20 2044	\$23.82	\$66.16	\$111.04	\$131,600,997.08	\$5,391,167.66	\$68,853,310.87	\$205,845,475.62

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	51.44	50.36	48.15	\$14,328,229.09	\$2,333,001.89	\$11,721,646.32	\$28,382,877.30
2 2026	50.58	49.52	47.35	\$14,810,523.20	\$2,428,868.78	\$12,116,182.11	\$29,355,574.09
3 2027	49.74	48.70	46.57	\$15,309,906.84	\$2,527,307.40	\$12,523,997.47	\$30,361,211.71
4 2028	48.92	47.89	45.79	\$15,826,902.06	\$2,628,377.27	\$12,945,539.38	\$31,400,818.72
5 2029	48.11	47.10	45.03	\$16,362,045.10	\$2,732,139.16	\$13,381,269.86	\$32,475,454.12
6 2030	47.31	46.31	44.28	\$16,910,745.04	\$2,838,655.17	\$13,831,666.48	\$33,581,066.69
7 2031	46.52	45.54	43.55	\$17,478,535.51	\$2,947,988.70	\$14,297,222.87	\$34,723,747.08
8 2032	45.75	44.79	42.83	\$18,065,992.89	\$3,060,204.53	\$14,778,449.31	\$35,904,646.73
9 2033	44.99	44.05	42.12	\$18,673,709.13	\$3,175,368.80	\$15,275,873.22	\$37,124,951.16
10 2034	44.24	43.31	41.42	\$19,302,292.04	\$3,293,549.09	\$15,790,039.79	\$38,385,880.92
11 2035	43.51	42.60	40.73	\$19,952,365.72	\$3,414,814.41	\$16,321,512.55	\$39,688,692.68
12 2036	42.79	41.89	40.05	\$20,624,570.97	\$3,539,235.22	\$16,870,874.02	\$41,034,680.21
13 2037	42.08	41.19	39.39	\$21,319,565.69	\$3,666,883.51	\$17,438,726.30	\$42,425,175.49
14 2038	41.38	40.51	38.73	\$22,038,025.30	\$3,797,832.78	\$18,025,691.76	\$43,861,549.84
15 2039	40.69	39.84	38.09	\$22,780,643.18	\$3,932,158.11	\$18,632,413.75	\$45,345,215.04
16 2040	40.02	39.18	37.46	\$23,548,131.12	\$4,069,936.16	\$19,259,557.22	\$46,877,624.50
17 2041	39.35	38.52	36.84	\$24,341,219.73	\$4,211,245.22	\$19,907,809.56	\$48,460,274.51
18 2042	38.70	37.89	36.23	\$25,160,658.96	\$4,356,165.24	\$20,577,881.24	\$50,094,705.44
19 2043	38.06	37.26	35.62	\$26,007,218.53	\$4,504,777.86	\$21,270,506.69	\$51,782,503.09
20 2044	37.42	36.64	35.03	\$26,881,688.43	\$4,657,166.46	\$21,986,445.04	\$53,525,299.93

CGV'S Anuales (\$)				
Año	Situación Sin Proyecto			
	COV	Tiempo	CGV	
0 2024	-	-	-	
1 2025	\$57,888,250.82	\$28,382,877.30	\$86,271,128.12	
2 2026	\$61,890,760.43	\$29,355,574.09	\$91,246,334.52	
3 2027	\$66,171,565.36	\$30,361,211.71	\$96,532,777.07	
4 2028	\$70,749,829.44	\$31,400,818.72	\$102,150,648.15	
5 2029	\$75,646,017.01	\$32,475,454.12	\$108,121,471.14	
6 2030	\$80,866,248.39	\$33,581,066.69	\$114,447,315.08	
7 2031	\$86,447,963.57	\$34,723,747.08	\$121,171,710.65	
8 2032	\$92,415,947.89	\$35,904,646.73	\$128,320,594.62	
9 2033	\$98,796,662.32	\$37,124,951.16	\$135,921,613.47	
10 2034	\$105,618,355.23	\$38,385,880.92	\$144,004,236.15	
11 2035	\$112,911,181.45	\$39,688,692.68	\$152,599,874.12	
12 2036	\$120,707,329.11	\$41,034,680.21	\$161,742,009.32	
13 2037	\$129,041,154.99	\$42,425,175.49	\$171,466,330.48	
14 2038	\$137,949,328.56	\$43,861,549.84	\$181,810,878.41	
15 2039	\$147,470,985.67	\$45,345,215.04	\$192,816,200.71	
16 2040	\$157,647,892.16	\$46,877,624.50	\$204,525,516.67	
17 2041	\$168,524,618.40	\$48,460,274.51	\$216,984,892.91	
18 2042	\$180,148,725.07	\$50,094,705.44	\$230,243,430.52	
19 2043	\$192,570,961.29	\$51,782,503.09	\$244,353,464.38	
20 2044	\$205,845,475.62	\$53,525,299.93	\$259,370,775.55	

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

e) Alternativas de Solución

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 2014.⁴

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.

Desde el punto de vista de que se pudiera considerar una alternativa al camino, de iguales prestaciones en conectividad, trazo y alcance no se encontró ninguna mutuamente excluyente a la del proyecto, ya que todas las posibles alternativas presentan aspectos en que se encuentran en una red incompleta o con interferencias o en las mismas condiciones que las del proyecto. Se podrían mencionar las siguientes posibles alternativas:

Las alternativas de solución analizadas para el proyecto son:

⁴ Publicado en el DOF el 15 de mayo de 2014

Alternativas de Material de Estructura.

Alternativa A.-Realizar trabajos en el camino de referencia con carpeta asfáltica tiene como **ventajas** su bajo costo y una vida útil prolongada siempre y cuando se realicen los trabajos de mantenimiento necesarios periódicamente además de ser buena opción de desplazamiento durante todo el año y con la consecuente reducción de los costos generalizados de viaje de los usuarios. **Desventajas** menor tiempo de vida útil si no se da 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. Derivado de lo anterior, se considera que esta alternativa es la técnica y económicamente más conveniente. **Tiempo de Ejecución:** 3 meses

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco.

✓ **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.⁵

- **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. Se considera un bacheo aislado de 5 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 7 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.
- **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.**

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 la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, rehabilitación de

⁵ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

terraplenes, rehabilitación de bases, rehabilitación de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.⁶

Dentro de la conservación periódica se consideran 2 tipos siendo estas las siguientes:

✓ **Conservación Periódica (Riego de Sello) (Cada 3 años)**

- 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. Se considera un bacheo aislado de 5 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 7 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.
- 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: Son las 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.

✓ **Conservación Periódica (Sobrecarpeta) Cada 10 años:**

- Carpeta asfáltica de 5 cm de espesor: 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. Se considera una sobrecarpeta de 5 cm de espesor debido a que solo se sustituirá parcialmente el espesor de la carpeta de 7 cm de espesor considerada en la situación con proyecto.
- Fresado de la carpeta asfáltica: 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.

⁶ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Estos trabajos son diferentes a una Rehabilitación ya que se considera como Rehabilitación a la modificación parcial o total de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

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 la formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramos, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,”.⁷

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
- Conservación periódica:
 - ✓ Riego de Sello: Cada 3 años
 - ✓ Sobrecarpeta: Cada 10 años

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

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado para todo el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco.

Tabla 41 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
Longitud =		27130.00	m	
Ancho =		7.00	m	
Área =		189,910.00	m ²	
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		(ANUAL)		13 VECES
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Limpieza	m ²	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Bacheo aislado (5 cm)	m ²	2,849	\$310.00	\$883,081.50
Señalamiento horizontal	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$4,987,900.00
TOTAL +SIN IVA=				\$4,299,913.79

⁷ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)			3 AÑOS	6 VECES
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Bacheo aislado (7 cm)	m ²	18,991	\$435.00	\$8,261,085.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m ²	2,326	\$225.00	\$523,439.44
Riego de sello	m ²	189,910	\$88.00	\$16,712,080.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$33,054,900.00

TOTAL +SIN IVA= \$28,495,603.45

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)			10 AÑOS	1 VEZ
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Sobrecarpeta (5cm)	m ²	189,910	\$310.00	\$58,872,100.00
Fresado de carpeta (5cm)	m ²	189,910	\$75.00	\$14,243,250.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$88,292,700.00

TOTAL +SIN IVA= **\$76,114,396.55**

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Alternativa B.-Realizar trabajos de mejoramiento de la superficie de rodamiento del camino con concreto hidráulico. Tiene como **ventajas**, un material con mayor resistencia y adaptación a los vehículos que circulen por la carretera. **Desventajas** mayor costo, sumado a un mantenimiento más constante que implicaría un mayor gasto total en el proyecto a realizar. **Tiempo de Ejecución:** 5 meses.

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco construido con carpeta de concreto hidráulico:

✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**

- 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)**

- 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.
- 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 de 20 cm: 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.

- Sellado de juntas: 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.

✓ **Rehabilitación (Cada 15 años)**

- Base hidráulica: Se coloca sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo para la carpeta de concreto hidráulico.
- Losa de concreto hidráulico de 20 cm de espesor: 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: 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.
- Conservación periódica:
 - ✓ Sellado de Juntas: Cada 3 años
 - ✓ Reposición parcial de losas de concreto: Cada 15 años

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

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado para todo el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco.

Tabla 42 Mantenimiento alternativa B

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
Longitud =		27130.00	m	
Ancho =		7.00	m	
Área =		189910	m ²	
LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL (24 VECES)		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m2	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Señalamiento horizontal	m	187,440	\$20.00	\$3,748,800.00
TOTAL + IVA=				\$4,833,300.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)		3 AÑOS (5 VECES)		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m2	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Señalamiento horizontal	m	187,440	\$20.00	\$3,748,800.00
Reparación de desconchamientos (10cm)	m2	15,193	\$400.00	\$6,077,120.00
Reposición parcial de losas de concreto (20 cm)	m2	14,243	\$1,000.00	\$14,243,250.00
Sellado de juntas	m	47,478	\$80.00	\$3,798,200.00
TOTAL + IVA=				\$32,810,800.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)		15 AÑOS (1VEZ)		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
REPOSICIÓN DE LOSA				
Limpieza	m2	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Base hidráulica	m2	66,469	\$250.00	\$16,617,125.00
Reposición total de losas de concreto hidráulico (20 cm)	m3	9,496	\$5,200.00	\$49,376,600.00
Señalamiento horizontal	m	187,440	\$20.00	\$3,748,800.00
TOTAL + IVA=				\$81,386,000.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Dado que el procedimiento de colocación de losas de concreto hidráulico requiere mayor cantidad de mano de obra en comparación con el proceso de carpeta asfáltica el cual en su mayoría se realiza con maquinaria, se concluye que los tiempos de ejecución son los siguientes:

Tabla 43. Tiempo de ejecución de las alternativas

Tipo de trabajo	Tiempo de ejecución
Carpeta Asfáltica	3 meses
Losa de Concreto Hidráulico	5 meses

Fuente: Elaboración propia

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 de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido.

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 para los **costos por molestia**.

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. De acuerdo con la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera:⁸

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

Dónde:

CGV_C es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV_0 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 la circulación de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido, esto ocasiona que las velocidades de recorrido se disminuyan en un 5% supuesto por la Junta de Caminos del Estado de México en proyectos similares.

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 la siguiente tabla se muestra el costo por molestias mencionado para cada uno de los tramos.

⁸ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf

Tabla 44. Costos por molestia

		TRAMO 2								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)				Molestias				
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2024	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$37,499,089.08	\$1,308,502.63	\$8,037,503.37	\$46,845,095.08	
En Construcción	0	2024	\$11.63	\$41.73	\$30.06	\$39,374,043.54	\$1,373,927.76	\$8,439,378.54	\$49,187,349.83	
		Valor tiempo								
						Molestias				
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		Sin Proyecto	0	2024	54.22	51.82	50.28	\$11,369,058.58	\$1,330,298.52	\$6,936,760.81
En Construcción	0	2024	51.51	49.23	47.77	\$11,967,430.09	\$1,400,314.23	\$7,301,853.49	\$20,669,597.81	
		TOTAL TRAMO 2								
		Molestias Anuales (\$)								
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		0	2024	Molestias TOTALES			\$2,473,325.96	\$135,440.84	\$766,967.84	\$3,375,734.64
		Tramo 2			Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
		Molestias Anuales			12 Meses		\$3,375,734.64			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 4							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)				Molestias			
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2024	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$115,284,282.79	\$4,868,822.14	\$29,378,242.46	\$149,531,347.40
En Construcción	0	2024	\$11.63	\$41.73	\$30.06	\$121,048,496.93	\$5,112,263.25	\$30,847,154.59	\$157,007,914.77
		Valor tiempo							
						Molestias			
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		Sin Proyecto	0	2024	52.41	50.00	49.29	\$36,159,089.73	\$5,130,356.08
En Construcción	0	2024	49.79	47.50	46.82	\$38,062,199.72	\$5,400,374.82	\$27,227,403.38	\$70,689,977.92
TOTAL TRAMO 2									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$7,667,324.13	\$513,459.85	\$2,830,282.29	\$11,011,066.27	
Tramo 4				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
Molestias Anuales				12 Meses		\$11,011,066.27			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 5							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)				Molestias			
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2024	\$10.35	\$38.44	\$26.88	\$28,234,911.02	\$1,200,686.48	\$8,173,610.71	\$37,609,208.21
En Construcción	0	2024	\$10.66	\$39.59	\$27.69	\$29,081,958.35	\$1,236,707.07	\$8,418,819.03	\$38,737,484.46
		Valor tiempo							
						Molestias			
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		Sin Proyecto	0	2024	55.68	47.57	51.04	\$8,918,032.89	\$1,374,818.68
En Construcción	0	2024	54.01	46.15	49.51	\$9,193,848.34	\$1,417,338.85	\$7,630,364.29	\$18,241,551.47
TOTAL TRAMO 5									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$1,122,862.78	\$78,540.76	\$474,119.25	\$1,675,522.79	
Tramo 5				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
Molestias Anuales				12 Meses		\$1,675,522.79			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 6							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)				Molestias			
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$14,461,921.55	\$221,982.00	\$6,721,424.98	\$21,405,328.54
En Construcción	0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$15,185,017.63	\$233,081.10	\$7,057,496.23	\$22,475,594.97
		Valor tiempo							
						Molestias			
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		Sin Proyecto	0	2024	59.02	48.88	53.89	\$4,872,102.03	\$373,905.98
En Construcción	0	2024	56.07	46.43	51.20	\$5,128,528.45	\$393,585.24	\$3,820,108.12	\$9,342,221.81
		TOTAL TRAMO 6							
		Molestias Anuales (\$)							
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	Molestias TOTALES			\$979,522.50	\$30,778.36	\$527,076.66
		Tramo 6		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
		Molestias Anuales		12 Meses		\$1,537,377.52			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 8									
		Costos de Operación Vehicular									
		COV (\$/km)				Molestias					
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
		Sin Proyecto	0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$4,836,388.53	\$303,577.92	\$2,043,175.14	\$7,183,141.58
En Construcción	0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$5,078,207.95	\$318,756.81	\$2,145,333.90	\$7,542,298.66		
		Valor tiempo									
						Molestias					
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
		Sin Proyecto	0	2024	51.95	45.51	41.03	\$1,851,233.51	\$549,139.28	\$1,449,086.60	\$3,849,459.39
		En Construcción	0	2024	49.35	43.24	38.98	\$1,948,666.85	\$578,041.35	\$1,525,354.32	\$4,052,062.52
		TOTAL TRAMO 8									
		Molestias Anuales (\$)									
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
		0	2024	Molestias TOTALES			\$339,252.77	\$44,080.96	\$178,426.47	\$561,760.21	
		Tramo 8		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias					
		Molestias Anuales		12 Meses		\$561,760.21					

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

TRAMO 9									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)					Molestias				
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2024	\$8.55	\$24.60	\$17.49	\$29,915,879.85	\$1,277,227.46	\$7,738,061.70	\$38,931,169.01
	0	2024	\$8.98	\$25.83	\$18.36	\$31,411,673.84	\$1,341,088.84	\$8,124,964.79	\$40,877,727.46
En Construcción									

Valor tiempo									
					Molestias				
Velocidad de Recorrido (km/h)					Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2024	51.02	49.20	48.41	\$12,485,835.27	\$2,209,345.98	\$11,352,350.42	\$26,047,531.66
	0	2024	48.47	46.74	45.99	\$13,142,984.49	\$2,325,627.34	\$11,949,842.54	\$27,418,454.38
En Construcción									

TOTAL TRAMO 9									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$2,152,943.22	\$180,142.74	\$984,395.21	\$3,317,481.17	

Tramo 9		Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales		12 Meses	\$3,317,481.17

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 10								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)				Molestias				
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
		Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$36,458,727.00	\$1,391,149.53	\$19,081,661.96	\$56,931,538.49
Sin Proyecto		0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$38,281,663.35	\$1,460,707.01	\$20,035,745.06	\$59,778,115.41
En Construcción										
		Valor tiempo								
						Molestias				
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
		Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	51.44	50.36	48.15	\$14,093,981.93	\$2,274,299.12	\$11,531,378.57	\$27,899,659.63
		0	2024	48.87	47.84	45.74	\$14,835,770.46	\$2,393,999.08	\$12,138,293.24	\$29,368,062.77
Sin Proyecto										
En Construcción										
		TOTAL TRAMO 10								
		Molestias Anuales (\$)								
		Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	Molestias TOTALES			\$2,564,724.87	\$189,257.43	\$1,560,997.76	\$4,314,980.06
		Tramo 10		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias				
		Molestias Anuales		12 Meses		\$4,314,980.06				

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

Tabla 45. Molestias Totales Anuales

Tramos	Molestias totales
Tramo 2	\$3,375,734.64
Tramo 4	\$11,011,066.27
Tramo 5	\$1,675,522.79
Tramo 6	\$1,537,377.52
Tramo 8	\$561,760.21
Tramo 9	\$3,317,481.17
Tramo 10	\$4,314,980.06
Total	\$25,793,922.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Molestias por alternativa

Molestias	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$25,793,922.66
Molestias Mensuales	1 Mes	\$2,149,493.55
Alternativa A	3 Meses	\$6,448,480.66
Alternativa B	5 Meses	\$10,747,467.77

Fuente: Elaboración propia

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 de un carril por sentido vehicular por 3 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 es mayor.

Para ello se realizó la comparación entre el costo anual equivalente de mejorar el camino con superficie de rodadura de concreto hidráulico o realizar el proyecto con carpeta asfáltica.

Tabla 47 Costo Anual Equivalente de las Alternativas (CAE)

Indicador	Valor
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1: Carpeta asfáltica	\$31,653,967.80
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$32,605,149.76

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis comparativo del CAE arrojan que la mejor alternativa para la edificación lo constituye la carpeta asfáltica es la mejor propuesta. Adicionalmente, este material es de larga vida útil y su mantenimiento no es tan costoso.

Costo Anual Equivalente – Propuesta Aceptada

Tabla 48 Costo Anual Equivalente de las Alternativa A

ALTERNATIVA A						
Inversión c/ IVA	\$161,000,000.00	Tasa de descuento	10%	Años de vida útil	20.00	
Alternativa A - Aceptada						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN (Sin IVA)	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$138,793,103.45		\$6,448,480.66	\$145,241,584.11	\$145,241,584.11	
1		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$3,909,012.54	
2		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$3,553,647.76	
3		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$21,409,168.63	
4		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$2,936,898.98	
5		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$2,669,908.16	
6		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$16,085,025.27	
7		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$2,206,535.67	
8		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$2,005,941.52	
9		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$12,084,917.56	
10		\$76,114,396.55		\$76,114,396.55	\$29,345,394.82	
11		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$1,507,093.55	
12		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$9,079,577.43	
13		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$1,245,531.86	
14		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$1,132,301.69	
15		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$6,821,620.91	
16		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$935,786.52	
17		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$850,715.02	
18		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45	\$5,125,184.75	
19		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$703,070.27	
20		\$4,299,913.79		\$4,299,913.79	\$639,154.79	
				\$448,228,480.66	\$269,488,071.81	\$31,653,967.80

Fuente: Elaboración propia

Costo Anual Equivalente – Propuesta Descartada

Tabla 49 Costo Anual Equivalente de las Alternativa B

ALTERNATIVA B						
Inversión c/ IVA	\$208,808,965.00	Tasa de descuento	10%	Años de vida útil	30	
Alternativa B - Descartada						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN (Sin IVA)	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$180,007,728.45		\$10,747,467.77	\$190,755,196.22	\$190,755,196.22	
1		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$3,787,852.66	
2		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$3,443,502.42	
3		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$21,251,068.68	
4		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$2,845,869.77	
5		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$2,587,154.34	
6		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$15,966,242.43	
7		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$2,138,144.08	
8		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$1,943,767.35	

9		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$11,995,674.26
10		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$1,606,419.29
11		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$1,460,381.18
12		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$9,012,527.62
13		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$1,206,926.59
14		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$1,097,205.99
15		\$70,160,344.83		\$70,160,344.83	\$16,795,828.73
16		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$906,781.81
17		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$824,347.10
18		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$5,087,336.88
19		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$681,278.60
20		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$619,344.18
21		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$3,822,191.50
22		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$511,854.69
23		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$465,322.45
24		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$2,871,669.04
25		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$384,564.01
26		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$349,603.64
27		\$28,285,172.41		\$28,285,172.41	\$2,157,527.46
28		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$288,928.63
29		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$262,662.39
30		\$4,166,637.93		\$4,166,637.93	\$238,783.99
				\$574,696,316.91	\$307,365,957.99
					\$32,605,149.76

Fuente: Elaboración propia

El análisis de alternativas concluye que con base a un análisis costo anual equivalente **se descarta** la “Alternativa B” basada en un método constructivo basado en concreto hidráulico (CAE **\$32,605,149.76** en su longitud total) ya que registra un CAE mayor a la alternativa que emplea pavimentos de carpeta asfáltica (CAE **\$31,653,967.80** en su longitud total). La alternativa de carpeta asfáltica no solo resulta más económica, sino que debido a su procedimiento constructivo estos trabajos se realizarán en un menor tiempo. Teniendo como fundamento técnico:

- Procedimiento constructivo mejor aplicable a la zona del proyecto.
- 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, por lo que se evitan las fallas frágiles.
- Resistencia al daño por humedad.

Al tratarse con concreto asfáltico las molestias por la ejecución de la obra serán menores ya que el proyecto se ejecutará en un menor tiempo.

IV. Situación con Proyecto de Inversión

a) Descripción General

Tabla 50. Tipo de PPI

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	☒
Proyecto de infraestructura social	☐
Proyecto de infraestructura gubernamental	☐
Proyecto de inmuebles	☐
Programa de adquisiciones	☐
Programa de mantenimiento	☐
Otros proyectos de inversión	☐
Otros programas de inversión	☐

El principal objetivo consiste en resolver la problemática que está dada por las malas condiciones del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco del Km 24+970 al Km 52+100 dando una longitud total de 27.13 km, así mismo debido a las fallas presentes en la superficie de rodamiento del camino, la concentración de agua en los baches ocasiona problemas de erosiones, encharcamientos, deformación y grietas tipo piel de cocodrilo en la capa de rodamiento en terreno plano. Lo anterior provoca que los usuarios incurran en altos costos generalizados de viaje, aunado a las condiciones de transitabilidad antes descritas se suma la problemática del transporte de pasajeros, mercancías y víveres a la población, así como el acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda etc., afectando así la calidad de vida de los habitantes de los municipios por donde atraviesa esta vialidad.

El presente estudio analiza la factibilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura denominado “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco”, localizado en el municipio de Morelos y Atlacomulco en el Estado de México, con el cual se mejorará la superficie de rodamiento para los usuarios de la red vial existente disminuyendo los costos generalizados de viaje, y reduciendo las demoras en el tiempo de recorrido.

Objetivo del proyecto.

El objetivo de este proyecto es contribuir al mejoramiento de la red vial urbana que comunica al Estado de México:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Cabe mencionar que a lo largo del camino existen entradas y salidas, además de diferentes daños en la superficie de rodamiento, teniendo así diferentes trabajos a ejecutar, por ello se procedió a tramificar el camino, de acuerdo a las características mencionadas.

Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco

Google Earth

Mapa de Google Earth que muestra la ruta del Ferrocarril Mexicano de Baja California. La imagen presenta una vista satelital del terreno con una línea de ferrocarril superpuesta. La línea está dividida en tramos de diferentes colores: azul para la reconstrucción (Tramos 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), verde para la rehabilitación (Tramo 3) y amarillo para el arreglo de vías (Tramo 1). Se ven varias estaciones y localidades a lo largo de la ruta, como San Felipe, Mexicali y Tijuana. En la parte superior, un recuadro blanco contiene el título 'Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco'. En la parte inferior, una leyenda explica los colores y los tipos de trabajos en cada tramo. El fondo de la imagen es una captura de pantalla de Google Earth, con el logo visible en la esquina inferior izquierda.

Descripción del proyecto

En general a lo largo de todo el camino se realizarán los siguientes trabajos sobre la superficie de rodamiento:

- Reconstrucción, en una longitud de 17.26 km, abarcando los tramos 2,4, 5,6,8,9 y 10 que son los que se encuentran en mal estado con daño en la base del pavimento.
- Rehabilitación de carpeta asfáltica en el tramo 9 con una longitud de 3.26 km.

- Riego de sello en el tramo 5 con una longitud de 2.50 km, debido a que las condiciones del camino se encuentra en condiciones regulares.
- En los tramos 1, 3 y 7, no se realizarán trabajos de reconstrucción de carpeta asfáltica solo se le colocará señalamiento horizontal en una longitud de 4.11 km, ya que la superficie de rodamiento de estos tramos se encuentra en buenas condiciones.

Tabla 51. Tipo de trabajo a ejecutar en el camino

Tipo de trabajo	Longitud
Reconstrucción	17.26 km
Rehabilitación	3.26 km
Riego de sello	2.50 km
Señalamiento	4.11 km
Total	27.13 km

Fuente: Elaboración propia

La estructura del pavimento en los tramos a reconstruir estará formada por una capa subrasante de 30 cm de espesor, una base hidráulica con material recuperado, carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos de 8 cm de espesor, además se colocarán capas drenantes (tomando la función de capa rompedora de capilaridad), para zonas inestables.

Se implementarán obras de drenaje, consistente en la construcción de cunetas de concreto hidráulico a lo largo de 7,946 m, en los siguientes tramos.

Tabla 52. Localización de las cunetas.

CUNETAS					
TRAMO (M)	LADO	COORDENADAS DE INICIO	COORDENADAS DEL FINAL	CADENAMIENTO	
				DE	A
270.00	IZQUIERDO	19.743835°, -99.647167°	19.745603°, -99.648897°	24+430	24+600
45.00	IZQUIERDO	19.746888°, -99.650224°	19.747175°, -99.650523°	24+800	24+845
271.00	IZQUIERDO	19.747636°, -99.651016°	19.747531°, -99.653339°	24+917	25+188
180.00	DERECHO	19.761007°, -99.667367°	19.761915°, -99.668735°	27+449	27+629
96.00	IZQUIERDO	19.783696°, -99.718505°	19.783559°, -99.719426°	34+177	34+273
133.00	DERECHO	19.783259°, -99.721527°	19.783426°, -99.722799°	34+494	34+627
90.00	IZQUIERDO	19.783622°, -99.724164°	19.783732°, -99.725020°	34+773	34+823
206.00	DERECHO	19.784136°, -99.727757°	19.785153°, -99.729199°	35+117	35+323
180.00	DERECHO	19.785271°, -99.731616°	19.785471°, -99.732874°	35+647	35+826
75.00	DERECHO	19.785064°, -99.734258°	19.784676°, -99.734845°	36+013	36+088
170.00	DERECHO	19.784546°, -99.737107°	19.785094°, -99.738625°	36+335	36+506
95.00	DERECHO	19.784969°, -99.739375°	19.784778°, -99.740255°	36+586	36+681
42.00	IZQUIERDO	19.784099°, -99.741993°	19.783879°, -99.742348°	36+879	36+921
81.00	IZQUIERDO	19.782496°, -99.744975°	19.782489°, -99.745749°	37+235	37+317
157.00	DERECHO	19.783503°, -99.747550°	19.784433°, -99.748647°	37+542	37+699
250.00	DERECHO	19.786677°, -99.751270°	19.788455°, -99.752717°	38+070	38+319
382.00	DERECHO	19.785075°, -99.787120°	19.783137°, -99.790129°	42+199	42+581
80.00	IZQUIERDO	19.784583°, -99.787668°	19.784174°, -99.788265°	42+277	42+356
47.00	IZQUIERDO	19.783580°, -99.791676°	19.783610°, -99.792115°	42+776	42+823
200.00	DERECHO	19.783668°, -99.791661°	19.784043°, -99.793281°	42+776	42+978
50.00	IZQUIERDO	19.785108°, -99.793800°	19.785442°, -99.794097°	43+108	43+158

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

127.00	IZQUIERDO	19.785870°,-99.800880°	19.785901°,-99.801988°	43+987	44+114
157.00	DERECHO	19.786153°,-99.801633°	19.785258°,-99.802776°	44+072	44+229
56.00	IZQUIERDO	19.785429°,-99.802494°	19.785069°,-99.802874°	44+190	44+247
39.00	IZQUIERDO	19.784742°,-99.803206°	19.784498°,-99.803477°	44+296	44+335
138.00	DERECHO	19.784566°,-99.803497°	19.784066°,-99.804667°	44+335	44+473
200.00	DERECHO	19.783966°,-99.805422°	19.783609°,-99.807040°	42+199	44+752
100.00	IZQUIERDO	19.783874°,-99.805387°	19.783335°,-99.806183°	44+552	44+655
56.00	IZQUIERDO	19.785395°,-99.808749°	19.785318°,-99.809248°	45+028	45+083
112.00	DERECHO	19.785514°,-99.808784°	19.785074°,-99.809704°	45+028	45+140
808.00	DERECHO	19.784495°,-99.810386°	19.785284°,-99.816055°	45+234	46+042
33.00	IZQUIERDO	19.784443°,-99.815525°	19.784702°,-99.815701°	45+936	45+969
52.00	DERECHO	19.785809°,-99.816543°	19.785973°,-99.817012°	46+118	46+170
116.00	IZQUIERDO	19.786200°,-99.818247°	19.786441°,-99.819328°	46+271	46+393
122.00	DERECHO	19.786199°,-99.817940°	19.786464°,-99.819075°	46+302	46+418
1,867.00	DERECHO	19.783873°,-99.830912°	19.784842°,-99.847717°	47+681	49+548
350.00	DERECHO	19.789679°,-99.859270°	19.790942°,-99.862399°	50+875	51+231
513.00	DERECHO	19.791505°,-99.863624°	19.794415°,-99.867390°	51+376	51+889
7,946.00	TOTAL				

Fuente: Datos obtenidos en campo por la JCEM.

Se hará la limpieza de alcantarillas existentes con el fin de conducir las aguas crudas, residuales o negras que se generen en la zona a lugares donde el agua no dañe la estructura del pavimento, así como evitar la erosión de la superficie de rodamiento.

También, se pintarán 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, se colocarán señales verticales bajas para regular el uso de la vialidad mediante tableros en postes, marcos y otras estructuras, transmitiendo al usuario un mensaje relativo a la carretera y botones con el fin de incrementar la visibilidad de las marcas durante la noche y en condiciones climáticas adversas.

Al llevar a cabo estos trabajos se mejorará la oferta geométrica y de operación actual del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, bajas velocidades, altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje. Por lo que, los usuarios transitarán de forma cómoda, fluida y eficaz a través del camino km. 3.3 (Villa del Carbón - Chapa de Mota) – Atlacomulco.

A continuación, se describen los trabajos a realizar para cada uno de los componentes antes mencionados de acuerdo al procedimiento constructivo y normas emitidas por la SCT.

Trabajos previos

- **Señalamientos:** Antes de iniciar los trabajos de modernización, se requiere la colocación de señalamiento horizontal, vertical y dispositivos de seguridad en la zona, que se colocan provisionalmente para guiar al tránsito y resguardar la integridad física de los usuarios de la carretera en operación.
- **Limpieza de la superficie de rodadura y acotamientos:** Eliminar basura y materiales extraños para evitar contaminaciones del pavimento existente.

Recuperación de pavimentos en frío

Terminado los trabajos de limpieza, se procederá a la recuperación de 8.0 centímetros de espesor de carpeta y parte de la base existente, se disgregará, se eliminarán por papeo los tamaños mayores de 1½", se levantará y acamellonará el material. Este material se utilizará, previa autorización del laboratorio de la supervisión.

Se deberá verificar que el material producto del recuperado no presente materiales finos plásticos que excedan los límites señalados para utilizar como capa de base tratada con cemento Portland.

Estructura del pavimento

- a) **Base modificada.** Sobre la capa de desplante que funcionará como subrasante, antes de que se deteriore, pierda humedad y compactación, se construirá la base tratada de 20 cm con el material acamellonado producto del recuperado con tamaño máximo de 1½", completando el volumen necesario con material de banco, grava-arena inerte con cero % de índice plástico y tamaño máximo de 1½". La mezcla de materiales se estabilizará con 3% de cemento Portland CPO-30R, respecto a su PVSS para abatir la plasticidad, elevar su CBR estándar y construir una capa homogénea de 20 cm de espesor de material compactado al 100% de su PVSM, AASTHO modificada. Para poder tender la Carpeta Asfáltica el laboratorio de la supervisión deberá autorizar dicha capa.
- b) **Cortes.** Se realizará corte en caja sobre el ancho de corona del camino a reconstruir, después de terminar los trabajos de recuperación en frío, con un espesor que permita la colocación de la estructura de pavimento de acuerdo al proyecto, o lo que determine la supervisión, el material que se extraiga se llevará a un banco de desperdicio o en el lugar que indique la supervisión de obra. El equipo que se utilice para la construcción de cortes, será el adecuado para obtenerla geometría y selección de los materiales especificados en el proyecto.
- c) **Capa de desplante.** La superficie descubierta después del corte, se perfilará, afinará y compactará al 100% PVSM AASTHO estándar de los materiales en 20 cm de espesor, la capa así trabajada servirá como capa de desplante para la capa de base. Termina la capa antes mencionada se informará al laboratorio de la supervisión para autorizar o rechazar los trabajos ejecutados y así poder construir la base modificada.
- d) **Capas drenajes.** Las áreas inestables que se observen en la superficie descubierta, se realizará un corte para eliminar el suelo inestable para alojar una capa drenante con materiales granulares que toman la función de capa rompedora de capilaridad para posteriormente conformar la capa Subrasante para alcanzar en nivel de desplante de la base.
- e) **Riego de impregnación.** Una vez terminada y compactada la capa de base tratada, al porcentaje requerido y 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 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 porreo con arena con tamaño máximo de 5.0 mm, dosificada de 4 a 6 lt/m².
- f) **Carpeta asfáltica.** 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 de ocho centímetros (8.0 cm) de espesor o como lo indique la supervisión de obra, 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.

- g) Riego de sello.** Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m², premezclado con emulsión asfáltica de rompimiento rápido diluida en agua o similar según procedimiento constructivo.

Obras de drenaje complementarias.

Para lograr el periodo de la vida útil del diseño de pavimento se requiere protegerlo del agua pluvial y escurrimientos, que esta se desaloje con rapidez, evitando provocar erosiones o encharcamientos, es necesario que el drenaje sea el óptimo en cantidad de obras y área hidráulica de las mismas.

- a) Cunetas.** Se realizará la construcción de cunetas con longitud y sección que apruebe la supervisión, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros, las cunetas se protegerán con losas de concreto hidráulico de 10 cm de espesor y con f'c de 150 kg/cm². La conformación de las zanjas se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto. La pendiente de la cuneta será la misma que la del camino. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada. El recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un metro.
- b) Capas drenantes.** Es una capa construida con materiales granulares que subyace a la estructura del pavimento y permite el flujo del agua subterránea, evitando las presiones neutra
- c) Limpieza de alcantarillas.** Donde lo indique el proyecto o la supervisión de obra, se realizará la limpieza y desazolve de alcantarillas existentes a lo largo del tramo a reconstruirse. Esto con el fin de que la obra cuente con los cruces limpios y puedan cumplir la función para los cuales fueron diseñados en la obra.

Señalamiento y dispositivos de seguridad

a) 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.

- M-2.1 Raya separadora de carriles continua sencilla de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante.
- M-2.3 Raya separadora de carriles, discontinua de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante.
- M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua del arroyo vial de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante

- M-6.2 Rayas de alto de 60 cm de ancho en carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación y vías primarias.
- M-7.0 Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho en vías primarias.
- M-9 Raya con espaciamiento logarítmico de 60 cm de ancho, en color blanco reflejante.
- M-11 Rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles.

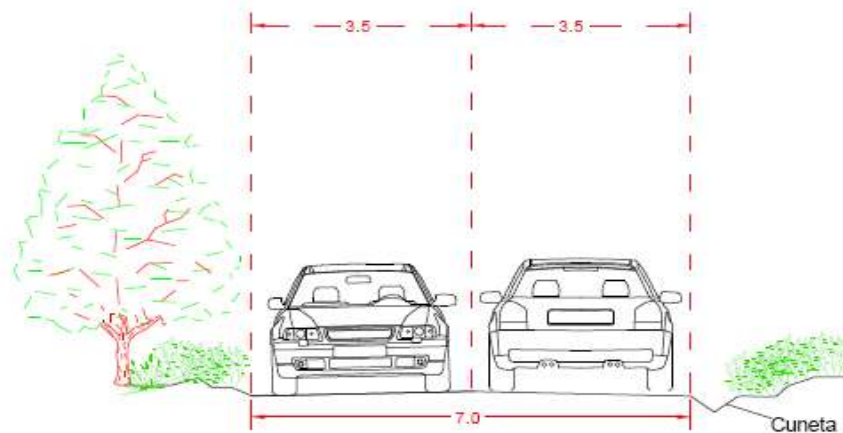
b) Señalamiento vertical: Para regular el uso de la vialidad se instalará el señalamiento necesario mediante tableros en postes, marcos y otras estructuras, transmitiendo al usuario un mensaje relativo a la carretera.

- Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (SP-6, SP-8, SP-9, SP-10, SP-11, SP-12, SP-32, SP-41)
- Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (SR-6, SR-9, SR-22, SR-34)
- Señales informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante (SID-8, SID-9)
- Señales informativas de identificación de 40 x 178 en acabado reflejante (SII-14, SII-15)

c) Reductores de velocidad. Suministro y colocación de reductor de velocidad a base de mezcla asfáltica de 1.50 m y de 4.50 m (OD-15) por sección transversal del punto a colocar

d) Señalamiento y dispositivos para protección de obras. El señalamiento y dispositivos para protección en obras son aquellas señales y elementos que se colocan de manera provisional, con el fin de garantizar la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de trabajos de modernización o reconstrucción de carreteras en operación.

Ilustración 11. Sección transversal del camino



Fuente: Elaboración propia

Por la función que ha de cumplir la Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco, es necesario asegurar que existan los espacios suficientes para la circulación de todo tipo de vehículos, así como las maniobras a realizar por los mismos, tomando en cuenta la seguridad y el desarrollo en infraestructura no solo vial, para propiciar condiciones de desarrollo adecuadas que se llevan a

cabo en proyectos de tal magnitud. Tomando como premisa lo antes mencionado se busca mejorar la interconexión de estos tratando de ocasionar la mínima afectación debido a que seguirán circulando por la vía y a los pobladores en la zona, y así contribuyendo a que exista el menor rechazo social posible para la realización del proyecto.

La implementación del proyecto se traduce en una mayor seguridad de recorrido, velocidad promedio de viaje, así como una disminución de los COV, CTR, y costos de transporte para los vehículos que utilizan el camino. De mismo modo se atienden demandas sociales y creación de infraestructura.

El camino forma parte de la red vial municipal y regional de la zona, teniendo trabajos consistentes en pavimentos y señalamientos cuyos beneficios son:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

La zona de influencia del proyecto incide de manera directa a la población del municipio de Morelos y Atlacomulco, así como municipios vecinos lo que beneficiaría a 104,951 habitantes y a los usuarios de largo itinerario por la importancia de estos municipios.

Se rehabilitarán 27.13 km de la superficie de camino operando con un cuerpo de circulación, un ancho de 7.0 m, contará con obras de drenaje, señalamiento horizontal y vertical.

El proyecto en cuestión pretende brindar una vía con capacidades adecuadas para la circulación de vehículos automotores y no motores que interconecte las principales vialidades y mejore el nivel de seguridad y velocidad. El camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco además de ser una vialidad de alta demanda local, también se incorporan usuarios de largo itinerario.

Los procedimientos de construcción que se apliquen y la calidad de los materiales que se empleen, se regirán por lo indicado en los capítulos anteriores y los conceptos no considerados en los mismos, se regirán por lo que indiquen para cada caso en Las Normas de Calidad de los Materiales y Las Normas de Construcción vigentes de la S.C.T. Federal.

b) Alineación Estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Objetivo

3.6: Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Estrategias

- 3.6.1** Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.
- 3.6.2** Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.
- 3.6.3** Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.

Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2023 - 2029.

Objetivo

- 3.6** Brindar una movilidad segura, digna y eficiente.

Estrategias

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

Líneas 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.

Programa de Desarrollo de la Infraestructura Carretera del Estado de México.

Con una visión a largo plazo, para contar con una adecuada planeación de las estrategias de construcción, conservación y modernización de la infraestructura carretera. Así mismo, consolidar el sistema carretero estatal, concluir las obras en proceso y complementarlas con programas de nueva infraestructura para mejorar la conectividad inter e intrarregional.

Plan de Desarrollo Municipal de Atlacomulco 2022-2024

Pilar 3 Territorial municipio ordenado, sustentable y resiliente.

Tema: ciudades y comunidades sostenibles

Objetivo

- 1.** Procurar la prosperidad de la ciudad y localidades municipales a través de la gestión de servicios públicos eficientes y eficaces

Estrategia

- 1.3** Fomentar la ciudad sostenible a través del desarrollo urbano planificado.

Líneas de Acción

- 1.3.1** Colaborar con estudios, proyectos, supervisión y apoyo técnico en materia de normatividad, así como de obras públicas con relación a la infraestructura urbana.

1.3.2 Reducir el rezago y deterioro de la infraestructura vial, calles y caminos, incluidas las guarniciones y banquetas a través del mejoramiento, remodelación, rehabilitación y construcción.

1.3.3 Promover la participación de la sociedad en temas relacionados con obras de equipamiento y dotación servicios públicos.

Plan de Desarrollo Municipal de Morelos 2022-2024

Pilar III Territorial: Municipio ordenado, sustentable y resiliente

Objetivo

24. Construcción de infraestructura urbana para contribuir al desarrollo del ordenamiento territorial del municipio.

Estrategia

24.1 Mejorar la infraestructura y equipamiento urbano del municipio

Líneas de Acción

24.1.1 Mejorar la infraestructura de las comunidades.

24.1.2 Reducir el rezago en materia de pavimentación de calles en el territorio municipal.

c) Localización Geográfica

En particular el proyecto “**Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco**”, se desarrolla dentro de los municipios de Morelos, perteneciente a la Región 11. Jilotepec y parte del municipio de Atlacomulco, perteneciente a la Región 12. Ixtlahuaca, pasando por las localidades de: Rancho San Antonio Trojes, Barrio Cuarto (La Loma), Barrio Primero (La Calavera), La Cofradía, San Marcos Tlazalpán, Laguna Seca del municipio de Morelos las localidades del municipio de Atlacomulco son Santiago Acutzilapán, Rancho San Isidro, San Pedro Del Rosal, Quinto Cuartel De San Pedro Del Rosal, Rincón De La Candelaria, Tecuac (Santa María Nativitas) Y Atlacomulco De Fabela.

Ilustración 12.División Regional del Estado de México 2024-2029



Fuente: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

- **Municipio de Morelos.**

Se localiza en la Región 11. Jilotepec. El municipio se localiza en la parte noroeste del estado, entre los 19°36'11" y los 19°51'22" de latitud norte; entre los 99°31'11" y los 99°45'11" de longitud oeste, a una altura de 2,715 metros sobre el nivel del mar. Limita al noreste con Chapa de Mota; al noroeste con Timilpan; al este con Villa del Carbón; al sur con Jiquipilco; al suroeste con Jocotitlán y al oeste con Atlacomulco. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 63 km. El municipio tiene una extensión de 236.32 km², los cuales representan el 0.99% respecto a la superficie total del estado.

La ubicación privilegiada del municipio en la región facilita el intercambio internacional, nacional, estatal e inter-municipal, aunado a lo anterior, dentro del municipio se ubica un parque industrial que genera empleo, flujo de divisas y migración de mano de obra calificada. La economía del municipio es resultado en gran medida de flujos comerciales con las entidades federativas y municipios que conforman la región centro y occidente del país principalmente.

Ilustración 13. Región 11. Jilotepec, Municipio de Morelos.



Fuente: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

- **Municipio de Atlacomulco**

Perteneciente a la Región 12. Ixtlahuaca. El municipio de Atlacomulco, se ubica en la zona noroeste del Estado de México. La cabecera municipal se encuentra a 19°43'37" (mínima) y 19°43'67" (máxima) de latitud norte y 99°42'12" (mínima) y 99°52'48" (máxima) de longitud oeste del meridiano de Greenwich; el relieve del municipio varía en sus altitudes sobre el nivel del mar. La localidad de mayor altura es San Felipe Pueblo Nuevo con 2,720 msnm, y los de menor altitud son la cabecera municipal con 2,670 msnm y San José Toxi con 2,640 msnm (msnm: metros sobre el nivel del mar). Limita al norte, con los municipios de Acambay y Temascalcingo; al noreste, con el municipio de San Andrés Timilpan; al este, con los municipios de San Bartolo Morelos y San Andrés Timilpan; al sur y oeste, con el municipio de Jocotitlán; al noroeste, con los municipios de Temascalcingo y El Oro. La distancia aproximada hacia la capital del estado es de 63 kilómetros. Atlacomulco cuenta con una extensión territorial de 257.89 Km², que representa el 1.19% con relación al total del territorio estatal.

Además, Atlacomulco es un importante centro industrial. Las industrias establecidas en el municipio se dedican a la producción de láminas, placas, polímeros de cloruro de vinilo, y otras

olefinas halogenadas en formas primarias, así como artículos de plástico para transporte o embalaje de mercancías. Por ello, la comunicación de los usuarios al municipio es de vital importancia.

Ilustración 14. Región 12. Ixtlahuaca, municipio de Atlacomulco



Fuente: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

La Rehabilitación del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco se ejecutará sobre 27.13 km de longitud, contará con un cuerpo de circulación con dos carriles, uno para cada sentidos. Se pretende mejorar la superficie de rodamiento, colocar obras de drenaje y señalización para los automovilistas que circulan por esta vialidad.

Ilustración 15 Tramos a intervenir del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco



Fuente: Elaboración propia con Google Earth.

Así mismo, las localidades beneficiadas con la “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 53 Localidades que conecta el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco

Población objetivo			
Municipio	Localidad	Grado de marginación	Población INEGI 2020
Morelos	Rancho San Antonio Trojes	Bajo	6
	Barrio Cuarto (La Loma)	Bajo	4,323
	Barrio Primero (La Calavera)	Muy bajo	897
	La Cofradía	Medio	149
	San Marcos Tlazalpán	Alto	3,040
	Laguna Seca	Muy alto	2,720
Atlacomulco	Santiago Acutzilapán	Bajo	7,364
	Rancho San Isidro	Muy bajo	2
	San Pedro del Rosal	Bajo	4,731
	Quinto Cuartel de San Pedro del Rosal	Bajo	578
	El Rincón de La Candelaria	Bajo	1,892
	Tecoac (Santa María Nativitas)	Muy bajo	3,534
	Atlacomulco de Fabela	Muy bajo	23,219
TOTAL			52,455

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

d) Calendario de Actividades

El siguiente calendario corresponde al calendario de avance físico y financiero de los 3 meses correspondientes al monto solicitado para el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco.

Los importes incluyen IVA

Tabla 54. Calendario de actividades: Alternativa A

CONCEPTO	IMPORTE	MES 1	MES 2	MES 3
Terracerías	\$14,695,397.58	\$14,695,397.58		
Drenaje y Subdrenaje	\$6,039,220.87		\$3,623,532.52	\$2,415,688.35
Pavimentos	\$135,911,553.96		\$67,955,776.98	\$67,955,776.98
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$4,353,827.60			\$4,353,827.60
TOTAL, MENSUAL	\$161,000,000.00	\$14,695,397.58	\$71,579,309.50	\$74,725,292.92
TOTAL, ACUMULADO	\$161,000,000.00	\$14,695,397.58	\$86,274,707.08	\$161,000,000.00
Avance financiero				
Porcentaje mensual		9%	44%	46%
Porcentaje acumulado		9%	54%	100%
Avance físico				
Porcentaje mensual		9%	44%	46%
Porcentaje acumulado		9%	54%	100%

Fuente: Elaboración propia

e) Monto Total de Inversión

Tabla 55. Componentes del proyecto

Componentes					
Partida	Descripción	Cantidad	U	P.U S/IVA	Importe C/IVA
Terracerías	Cortes.	132,476.75	m2	\$80.53	\$12,375,289.11
	Recompactación al 100% AASTHO.	143,640.00	m2	\$9.09	\$1,514,597.62
	Formación de capa subrasante para zonas inestables.	9,495.50	m2	\$73.13	\$805,510.86
Drenaje y subdrenaje	Cuneta, según su tipo y sección f'c=150 kg/cm ² .	7,946.00	m	\$531.69	\$4,900,778.14
	Construcción de capas drenantes.	8,620.50	m2	\$109.69	\$1,096,875.87
	Limpieza de alcantarillas.	450.00	m	\$79.63	\$41,566.86
Pavimentos	Limpieza de pavimento.	54,260.00	m2	\$2.64	\$166,165.82
	Emulsión asfáltica tipo eci-60, en proporción de 1.5 lt/m ² .	143,640.00	m2	\$35.76	\$5,958,417.02
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 kg/m ³ , 6 lt/m ² .	143,640.00	m2	\$5.46	\$909,758.30
	Carpeta asfáltica de granulometría densa.	143,640.00	m2	\$493.07	\$82,156,506.77
	Riego de sello con material pétreo 3-a, en proporción de 12 lt/m ² .	161,140.00	m2	\$88.64	\$16,568,801.54
	Recorte de carpetas asfálticas de 8 cm de espesor.	22,820.00	m2	\$36.00	\$952,963.20
	Recuperación de producto de material de banco.	120,820.00	m2	\$75.91	\$10,638,877.59
	Producto de material de recuperado.	120,820.00	m2	\$23.76	\$3,329,992.51
	Producto estabilizador (cemento portland cpo-30r).	10,473.00	m2	\$1,253.64	\$15,230,071.20
Señalamiento y dispositivos de seguridad	Raya separadora de sentidos de circulación: raya continua sencilla.	27,900.00	m	\$19.92	\$644,690.88
	Raya separadora de sentidos de circulación: raya discontinua sencilla.	600.00	m	\$19.92	\$13,864.32
	Raya en la orilla del arroyo vial.	57,000.00	m	\$19.92	\$1,317,110.40
	Raya de alto, de 60 cm de ancho.	14.00	m	\$72.82	\$1,182.60
	Raya para cruce de peatones, de 40 cm de ancho.	366.00	m	\$46.81	\$19,873.65
	Raya con espaciamiento logarítmico, de 60 cm de ancho.	1,400.00	m	\$72.82	\$118,259.68
	Flechas.	8.00	pza	\$450.30	\$4,178.78
	Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color ámbar.	1,860.00	Pza	\$115.32	\$248,814.43
	Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color blanco.	40.00	Pza	\$115.32	\$5,350.85
	Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color blanco.	3,800.00	Pza	\$115.32	\$508,330.56
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-6).	47.00	Pza	\$3,998.92	\$218,021.12
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-8).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-9).	2.00	Pza	\$3,998.92	\$9,277.49
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-10).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-11).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-12).	18.00	Pza	\$3,998.92	\$83,497.45
	Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado	19.00	Pza	\$3,998.92	\$88,136.20

Estudio Socioeconómico
Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

reflejante (sp-32).				
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-41).	18.00	Pza	\$3,998.92	\$83,497.45
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-6).	8.00	Pza	\$3,880.84	\$36,014.20
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-9).	35.00	Pza	\$3,880.84	\$157,562.10
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-22).	2.00	Pza	\$3,880.84	\$9,003.55
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-34).	8.00	Pza	\$3,880.84	\$36,014.20
Señales informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante (sid-8).	1.00	Pza	\$6,687.32	\$7,757.29
Señales informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante (sid-9).	2.00	Pza	\$6,687.32	\$15,514.58
Señales informativas de identificación kilometraje y ruta de , 35 x 122 cm @ 5 km.	5.00	Pza	\$3,329.47	\$19,310.93
Señales informativas de identificación kilometraje 35 x 76 cm @ 1 km.	22.00	Pza	\$2,705.06	\$69,033.13
Reductor de velocidad de 1.50 m x sección transversal	16.00	Pza	\$16,444.50	\$305,209.92
Reductor de velocidad de 4.50 m x sección transversal	2.00	Pza	\$36,848.54	\$85,488.61
Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m.	2.00	Pza	\$47,271.90	\$109,670.81
TOTAL				\$161,000,000.000

Fuente: Elaboración propia

f) Financiamiento

Tabla 56. Fuente de Financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Proceso	Monto	Porcentaje
Estatales	PAD	Por ejercer	\$161,000,000.00	100.00%
Total			\$161,000,000.00	100.00%

Fuente: Elaboración propia

g) 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 por el camino. Para tal efecto se toman como tasa de crecimiento el 1.65% obtenida mediante los datos del PIB. Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo B, de acuerdo con el Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 57 Capacidad instalada

Tramo 2						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						3,356
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		91.52%	0	7.59%	100%	365
0	2024	3,071	30	255	3,356	1,224,940
1	2025	3,122	30	259	3,411	1,244,987
2	2026	3,174	30	263	3,467	1,265,526
3	2027	3,226	30	268	3,524	1,286,091
4	2028	3,279	30	272	3,581	1,307,048
5	2029	3,333	30	276	3,639	1,328,396
6	2030	3,388	30	281	3,699	1,350,135
7	2031	3,444	30	286	3,760	1,372,268
8	2032	3,501	30	290	3,821	1,394,793
9	2033	3,559	30	295	3,884	1,417,712
10	2034	3,618	30	300	3,948	1,441,024
11	2035	3,678	30	305	4,013	1,464,731
12	2036	3,739	30	310	4,079	1,488,833
13	2037	3,801	30	315	4,146	1,513,329
14	2038	3,864	30	320	4,214	1,538,222
15	2039	3,928	30	326	4,284	1,563,511
16	2040	3,993	30	331	4,354	1,589,197
17	2041	4,059	30	336	4,425	1,615,280
18	2042	4,126	30	342	4,498	1,641,762
19	2043	4,194	30	348	4,572	1,668,641
20	2044	4,263	30	353	4,646	1,695,920

Tramo 4						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						3,650
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.06%	1.06%	8.88%	100%	365
0	2024	3,287	38.69	324	3,650	1,332,250
1	2025	3,341	39	329	3,709	1,353,956
2	2026	3,396	40	335	3,771	1,376,380
3	2027	3,452	41	340	3,833	1,399,202
4	2028	3,509	42	346	3,897	1,422,422
5	2029	3,567	43	352	3,962	1,446,041
6	2030	3,626	44	358	4,028	1,470,060
7	2031	3,686	45	363	4,094	1,494,478
8	2032	3,747	46	369	4,162	1,519,297
9	2033	3,809	47	376	4,232	1,544,517
10	2034	3,872	48	382	4,302	1,570,139
11	2035	3,936	49	388	4,373	1,596,163
12	2036	4,001	50	394	4,445	1,622,590
13	2037	4,067	51	401	4,519	1,649,421
14	2038	4,134	52	408	4,594	1,676,655
15	2039	4,202	53	414	4,669	1,704,295
16	2040	4,271	54	421	4,746	1,732,340
17	2041	4,341	55	428	4,824	1,760,792
18	2042	4,413	56	435	4,904	1,790,015
19	2043	4,486	57	442	4,985	1,819,645
20	2044	4,560	58	450	5,068	1,849,684

Tramo 5						
RIEGO DE SELLO						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,464	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.05%	1.02%	9.93%	100%	365
0	2024	2,989	34	333	3,356	1,224,940
1	2025	3,038	35	339	3,412	1,245,289
2	2026	3,088	36	344	3,468	1,265,944
3	2027	3,139	37	350	3,526	1,286,997
4	2028	3,191	38	356	3,585	1,308,450
5	2029	3,244	39	362	3,645	1,330,303
6	2030	3,298	40	368	3,706	1,352,556
7	2031	3,352	41	374	3,767	1,374,845
8	2032	3,407	42	380	3,829	1,397,536
9	2033	3,463	43	386	3,892	1,420,629
10	2034	3,520	44	393	3,957	1,444,124
11	2035	3,578	45	399	4,022	1,468,023
12	2036	3,637	46	406	4,089	1,492,326
13	2037	3,697	47	412	4,156	1,517,034
14	2038	3,758	48	419	4,225	1,542,146
15	2039	3,820	49	426	4,295	1,567,665
16	2040	3,883	50	433	4,366	1,593,591
17	2041	3,947	51	440	4,438	1,619,923
18	2042	4,012	52	447	4,511	1,646,664
19	2043	4,078	53	455	4,586	1,673,814
20	2044	4,145	54	462	4,661	1,701,373

Tramo 6						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						4,008
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.48%	0.50%	9.02%	100%	365
0	2024	3,037	17	303	3,356	1,224,940
1	2025	3,087	17	308	3,412	1,245,273
2	2026	3,138	17	313	3,468	1,265,741
3	2027	3,190	17	318	3,525	1,286,605
4	2028	3,243	17	323	3,583	1,307,864
5	2029	3,297	17	329	3,643	1,329,521
6	2030	3,351	17	334	3,702	1,351,209
7	2031	3,406	17	339	3,762	1,373,295
8	2032	3,462	17	345	3,824	1,395,780
9	2033	3,519	17	351	3,887	1,418,663
10	2034	3,577	17	357	3,951	1,441,945
11	2035	3,636	17	362	4,015	1,465,628
12	2036	3,696	17	368	4,081	1,489,710
13	2037	3,757	17	374	4,148	1,514,194
14	2038	3,819	17	381	4,217	1,539,079
15	2039	3,882	17	387	4,286	1,564,367
16	2040	3,946	17	393	4,356	1,590,057
17	2041	4,011	17	400	4,428	1,616,151
18	2042	4,077	17	406	4,500	1,642,649
19	2043	4,144	17	413	4,574	1,669,551
20	2044	4,212	17	420	4,649	1,696,859

Tramo 8						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						7,247
Crecimiento Anual						1.65%
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.83%	2.03%	8.14%	100%	365
0	2024	3,015	68	273	3,356	1,224,940
1	2025	3,064	69	278	3,411	1,244,900
2	2026	3,115	70	282	3,467	1,265,553
3	2027	3,166	71	287	3,524	1,286,233
4	2028	3,218	72	292	3,582	1,307,306
5	2029	3,271	73	296	3,640	1,328,772
6	2030	3,325	74	301	3,700	1,350,633
7	2031	3,380	75	306	3,761	1,372,888
8	2032	3,436	76	311	3,823	1,395,538
9	2033	3,493	77	317	3,887	1,418,583
10	2034	3,551	78	322	3,951	1,442,024
11	2035	3,610	79	327	4,016	1,465,862
12	2036	3,670	80	332	4,082	1,490,097
13	2037	3,731	81	338	4,150	1,514,729
14	2038	3,793	82	344	4,219	1,539,759
15	2039	3,856	83	349	4,288	1,565,188
16	2040	3,920	84	355	4,359	1,591,016
17	2041	3,985	85	361	4,431	1,617,244
18	2042	4,051	86	367	4,504	1,643,872
19	2043	4,118	87	373	4,578	1,670,900
20	2044	4,186	88	379	4,653	1,698,331

Tramo 9						
REHABILITACION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					9,364	
Crecimiento Anual					1.65%	
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		87.62%	1.30%	11.08%	100%	365
0	2024	2,941	44	372	3,356	1,224,940
1	2025	2,989	44	378	3,411	1,245,008
2	2026	3,038	45	384	3,467	1,265,534
3	2027	3,088	46	391	3,525	1,286,463
4	2028	3,139	47	397	3,583	1,307,795
5	2029	3,191	48	404	3,643	1,329,531
6	2030	3,244	49	410	3,703	1,351,672
7	2031	3,298	50	417	3,765	1,374,217
8	2032	3,352	51	424	3,827	1,396,803
9	2033	3,407	52	431	3,890	1,419,796
10	2034	3,463	53	438	3,954	1,443,196
11	2035	3,520	54	445	4,019	1,467,003
12	2036	3,578	55	453	4,086	1,491,220
13	2037	3,637	56	460	4,153	1,515,845
14	2038	3,697	57	468	4,222	1,540,880
15	2039	3,758	58	475	4,291	1,566,326
16	2040	3,820	59	483	4,362	1,592,184
17	2041	3,883	60	491	4,434	1,618,454
18	2042	3,947	61	499	4,507	1,645,136
19	2043	4,012	62	507	4,581	1,672,233
20	2044	4,078	63	516	4,657	1,699,744

Tramo 10						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					11,527	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		88.81%	1.22%	9.97%	100%	365
0	2024	2,980	41	335	3,356	1,224,940
1	2025	3,030	42	340	3,412	1,245,422
2	2026	3,080	43	346	3,469	1,266,085
3	2027	3,131	44	351	3,526	1,287,147
4	2028	3,183	45	357	3,585	1,308,609
5	2029	3,236	46	363	3,645	1,330,470
6	2030	3,289	47	369	3,705	1,352,367
7	2031	3,343	48	375	3,766	1,374,665
8	2032	3,398	49	381	3,828	1,397,365
9	2033	3,454	50	388	3,892	1,420,467
10	2034	3,511	51	394	3,956	1,443,971
11	2035	3,569	52	401	4,022	1,467,880
12	2036	3,628	53	407	4,088	1,492,192
13	2037	3,688	54	414	4,156	1,516,910
14	2038	3,749	55	421	4,225	1,542,032
15	2039	3,811	56	428	4,295	1,567,561
16	2040	3,874	57	435	4,366	1,593,497
17	2041	3,938	58	442	4,438	1,619,840
18	2042	4,003	59	449	4,511	1,646,592
19	2043	4,069	60	457	4,586	1,673,752
20	2044	4,136	61	464	4,661	1,701,322

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Transito

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

h) Vida Útil

Tabla 58. Vida útil del proyecto

Vida útil del PPI	
Vida útil promedio del proyecto	20 años

Fuente: Elaboración propia

i) Aspectos más Relevantes

El proyecto está a cargo la Junta de Caminos del Estado de México.

Estudios técnicos

El proyecto se realizó de acuerdo con la normatividad vigente de la SCT y normativa estatal. Además, cuenta con el visto bueno correspondiente.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades técnicas antes del inicio de la obra.

Estudios legales

Al tratarse de una Rehabilitación y en el ámbito jurídico, se cuenta con los permisos necesarios para realizar los trabajos de la vía ya que es de jurisdicción Estatal.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades legales antes del inicio de la obra.

Estudios ambientales

Al tratarse de trabajos de Rehabilitación que se realizarán en un camino existente se necesita una exención en materia de impacto ambiental ante la instancia encargada.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades ambientales antes del inicio de la obra.

Estudios de mercado

El mercado del proyecto está dado por su tránsito y las características de la vialidad, en ese sentido el análisis de la demanda llevado a cabo en el camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco se consideran los obtenidos en campo.

j) Análisis de la Oferta Con Proyecto

Como ya se mencionó anteriormente el proyecto consiste en la Rehabilitación de 27.13 km distribuidos en el tramo del Km 24+970 al km 52+100 del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco. La reconstrucción será a base de carpeta asfáltica presentando un IRI de 3 mm/m a lo largo de todo el tramo. Estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocará obras de drenaje, señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.

Para el presente proyecto se determino tramificar el camino debido a la demanda existe de acuerdo a la variación de cambios de sección existentes a lo largo del camino y los diferentes tipos de trabajo que se ejecutaran. De igual forma, se tomaron en cuenta los puntos de intersección de mayor afluencia de acuerdo a las entradas y salidas que representan mayor demanda, así como el cambio de zonas rurales y urbanas que influyen de gran manera en el aumento o disminución de usuarios que se trasladan a lo largo del camino. En la siguiente imagen se presentan los tramos y el origen y destino de cada uno de ellos.

Ilustración 16. Tramos a intervenir del camino km 3.3 (Villa del Carbón-Chapa de Mota)-Atlacomulco



Fuente: Google Earth.

A continuación se presentan las características físicas y geométricas del camino, de acuerdo a los trabajos realizados en el proyecto.

Tabla 59 Características físicas y geométricas del camino con proyecto

Características físicas y geométricas										
Característica	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Cadenamiento	24+970 al 25+900	25+900 al 28+920	28+920 al 29+500	29+500 al 38+175	38+175 al 40+675	40+675 al 42+100	42+100 al 44+700	44+700 al 45+180	45+180 al 48+440	48+440 al 52+100
municipio	Morelos	Morelos	Morelos	Morelos	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco	Atlacomulco
Longitud (m)	930	3,020	580	8,675	2,500	1,425	2,600	480	3,260	3,660
No. de cuerpos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ancho promedio (m)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
No. De carriles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sentidos de circulación.	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)	2 (Un carril por sentido)
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Tipo de superficie	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado
IRI (mm/m)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Señalamiento horizontal	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado
Señalamiento Vertical	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado	Existente en buen estado
Obras de drenaje	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado	Existentes en buen estado
Tipo de Terreno	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Lomerío	Plano	Plano	Lomerío	Plano	Plano

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio Carretero del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el tramo del Km 24+970 al Km 52+100 es un tipo de servicio Tipo B.

Tabla 60 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino.
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas.

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

k) Análisis de la Demanda con Proyecto

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

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se consultó el PIB y Cuentas Nacionales de México de acuerdo con la información registrada en el banco de información económica del INEGI, México registra una variación respecto al último trimestre anterior del producto interno bruto 2023 de 0.9% y una variación respecto del año anterior de 3.25% para el año 2023.

Conforme a la metodología de Evaluación de Proyectos Carreteros la proyección de la demanda se realiza tomando en cuenta el crecimiento del Producto Interno Bruto promedio registrado desde el año 2013 al año 2024 por lo que se considera un crecimiento de 1.65% para el horizonte de evaluación.

Tabla 61. Crecimiento del PIB 2013-2024

PIB 2013-2024					
Año	Trimestre				Promedio
	1T	2T	3T	4T	
2013	0.60%	2.10%	1.50%	1.20%	1.35%
2014	2.80%	2.30%	2.90%	3.40%	2.85%
2015	3.40%	3.10%	4.10%	2.60%	3.30%
2016	2.70%	3.00%	1.70%	3.10%	2.63%
2017	3.40%	1.70%	1.60%	1.80%	2.13%
2018	1.50%	3.20%	2.80%	1.30%	2.20%
2019	1.20%	-1.10%	-0.20%	-0.70%	-0.20%
2020	-0.90%	-18.60%	-8.30%	-4.10%	-7.98%
2021	-3.50%	19.60%	4.30%	1.00%	5.35%
2022	1.80%	2.40%	4.80%	4.50%	3.38%
2023	3.60%	3.40%	3.50%	2.50%	3.25%
2024	1.60%	-	-	-	1.60%
PROMEDIO					1.65%

Fuente: Producto Interno Bruto, INEGI 2013-2024

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 o importancia de dichas calles.

Para el presente proyecto se determinó tramificar el camino de acuerdo a sus diferentes características, por lo que la demanda obtenida se realizó por cada tramo existente del camino. Los datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México arrojan la siguiente información al año 2024 teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 62 TDPA proyecto

Tramo	Km inicial	Km final	TDPA
Tramo 1	24+970	25+900	2,954
Tramo 2	25+900	28+920	3,356
Tramo 3	28+920	29+500	3,484
Tramo 4	29+500	38+175	36,650
Tramo 5	38+175	40+675	3,464
Tramo 6	40+675	42+100	4,008
Tramo 7	42+100	44+700	4,039
Tramo 8	44+700	45+180	7,247
Tramo 9	45+180	48+440	9,364
Tramo 10	48+440	52+100	11,527
Total			86,093

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular.

La composición vehicular para la vialidad en estudio y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 63 Composición vehicular

Tramo	Clasificación			Total
	A	B	C	
Tramo 1	90.65%	1.01%	8.34%	100.00%
Tramo 2	91.52%	0.89%	7.59%	100.00%
Tramo 3	91.21%	1.15%	7.64%	100.00%
Tramo 4	90.06%	1.06%	8.88%	100.00%
Tramo 5	89.05%	1.02%	9.93%	100.00%
Tramo 6	90.48%	0.50%	9.02%	100.00%
Tramo 7	89.24%	2.36%	8.40%	100.00%
Tramo 8	89.83%	2.03%	8.14%	100.00%
Tramo 9	87.62%	1.30%	11.08%	100.00%
Tramo 10	88.81%	1.22%	9.97%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

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 64 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.pdf>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa de crecimiento a utilizar será de 1.65% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

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

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 65 Proyección del TDPA del camino.

Tramo 2						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,356	
Crecimiento Anual					1.65%	
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		91.52%	0	7.59%	100%	365
0	2024	3,071	30	255	3,356	1,224,940
1	2025	3,122	30	259	3,411	1,244,987
2	2026	3,174	30	263	3,467	1,265,526
3	2027	3,226	30	268	3,524	1,286,091
4	2028	3,279	30	272	3,581	1,307,048
5	2029	3,333	30	276	3,639	1,328,396
6	2030	3,388	30	281	3,699	1,350,135
7	2031	3,444	30	286	3,760	1,372,268
8	2032	3,501	30	290	3,821	1,394,793
9	2033	3,559	30	295	3,884	1,417,712
10	2034	3,618	30	300	3,948	1,441,024
11	2035	3,678	30	305	4,013	1,464,731
12	2036	3,739	30	310	4,079	1,488,833
13	2037	3,801	30	315	4,146	1,513,329
14	2038	3,864	30	320	4,214	1,538,222
15	2039	3,928	30	326	4,284	1,563,511
16	2040	3,993	30	331	4,354	1,589,197
17	2041	4,059	30	336	4,425	1,615,280
18	2042	4,126	30	342	4,498	1,641,762
19	2043	4,194	30	348	4,572	1,668,641
20	2044	4,263	30	353	4,646	1,695,920

Tramo 4						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,650	
Crecimiento Anual					1.65%	
Clasificación vehicular						
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.06%	1.06%	8.88%	100%	365
0	2024	3,287	38.69	324	3,650	1,332,250
1	2025	3,341	39	329	3,709	1,353,956
2	2026	3,396	40	335	3,771	1,376,380
3	2027	3,452	41	340	3,833	1,399,202
4	2028	3,509	42	346	3,897	1,422,422
5	2029	3,567	43	352	3,962	1,446,041
6	2030	3,626	44	358	4,028	1,470,060
7	2031	3,686	45	363	4,094	1,494,478
8	2032	3,747	46	369	4,162	1,519,297
9	2033	3,809	47	376	4,232	1,544,517
10	2034	3,872	48	382	4,302	1,570,139
11	2035	3,936	49	388	4,373	1,596,163
12	2036	4,001	50	394	4,445	1,622,590
13	2037	4,067	51	401	4,519	1,649,421
14	2038	4,134	52	408	4,594	1,676,655
15	2039	4,202	53	414	4,669	1,704,295
16	2040	4,271	54	421	4,746	1,732,340
17	2041	4,341	55	428	4,824	1,760,792
18	2042	4,413	56	435	4,904	1,790,015
19	2043	4,486	57	442	4,985	1,819,645
20	2044	4,560	58	450	5,068	1,849,684

Tramo 5						
RIEGO DE SELLO						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					3,464	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.05%	1.02%	9.93%	100%	365
0	2024	2,989	34	333	3,356	1,224,940
1	2025	3,038	35	339	3,412	1,245,289
2	2026	3,088	36	344	3,468	1,265,944
3	2027	3,139	37	350	3,526	1,286,997
4	2028	3,191	38	356	3,585	1,308,450
5	2029	3,244	39	362	3,645	1,330,303
6	2030	3,298	40	368	3,706	1,352,556
7	2031	3,352	41	374	3,767	1,374,845
8	2032	3,407	42	380	3,829	1,397,536
9	2033	3,463	43	386	3,892	1,420,629
10	2034	3,520	44	393	3,957	1,444,124
11	2035	3,578	45	399	4,022	1,468,023
12	2036	3,637	46	406	4,089	1,492,326
13	2037	3,697	47	412	4,156	1,517,034
14	2038	3,758	48	419	4,225	1,542,146
15	2039	3,820	49	426	4,295	1,567,665
16	2040	3,883	50	433	4,366	1,593,591
17	2041	3,947	51	440	4,438	1,619,923
18	2042	4,012	52	447	4,511	1,646,664
19	2043	4,078	53	455	4,586	1,673,814
20	2044	4,145	54	462	4,661	1,701,373

Tramo 6						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					4,008	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		90.48%	0.50%	9.02%	100%	365
0	2024	3,037	17	303	3,356	1,224,940
1	2025	3,087	17	308	3,412	1,245,273
2	2026	3,138	17	313	3,468	1,265,741
3	2027	3,190	17	318	3,525	1,286,605
4	2028	3,243	17	323	3,583	1,307,864
5	2029	3,297	17	329	3,643	1,329,521
6	2030	3,351	17	334	3,702	1,351,209
7	2031	3,406	17	339	3,762	1,373,295
8	2032	3,462	17	345	3,824	1,395,780
9	2033	3,519	17	351	3,887	1,418,663
10	2034	3,577	17	357	3,951	1,441,945
11	2035	3,636	17	362	4,015	1,465,628
12	2036	3,696	17	368	4,081	1,489,710
13	2037	3,757	17	374	4,148	1,514,194
14	2038	3,819	17	381	4,217	1,539,079
15	2039	3,882	17	387	4,286	1,564,367
16	2040	3,946	17	393	4,356	1,590,057
17	2041	4,011	17	400	4,428	1,616,151
18	2042	4,077	17	406	4,500	1,642,649
19	2043	4,144	17	413	4,574	1,669,551
20	2044	4,212	17	420	4,649	1,696,859

Tramo 8						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						7,247
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		89.83%	2.03%	8.14%	100%	365
0	2024	3,015	68	273	3,356	1,224,940
1	2025	3,064	69	278	3,411	1,244,900
2	2026	3,115	70	282	3,467	1,265,553
3	2027	3,166	71	287	3,524	1,286,233
4	2028	3,218	72	292	3,582	1,307,306
5	2029	3,271	73	296	3,640	1,328,772
6	2030	3,325	74	301	3,700	1,350,633
7	2031	3,380	75	306	3,761	1,372,888
8	2032	3,436	76	311	3,823	1,395,538
9	2033	3,493	77	317	3,887	1,418,583
10	2034	3,551	78	322	3,951	1,442,024
11	2035	3,610	79	327	4,016	1,465,862
12	2036	3,670	80	332	4,082	1,490,097
13	2037	3,731	81	338	4,150	1,514,729
14	2038	3,793	82	344	4,219	1,539,759
15	2039	3,856	83	349	4,288	1,565,188
16	2040	3,920	84	355	4,359	1,591,016
17	2041	3,985	85	361	4,431	1,617,244
18	2042	4,051	86	367	4,504	1,643,872
19	2043	4,118	87	373	4,578	1,670,900
20	2044	4,186	88	379	4,653	1,698,331

Tramo 9						
REHABILITACION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					9,364	
Crecimiento Anual					1.65%	
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		87.62%	1.30%	11.08%	100%	365
0	2024	2,941	44	372	3,356	1,224,940
1	2025	2,989	44	378	3,411	1,245,008
2	2026	3,038	45	384	3,467	1,265,534
3	2027	3,088	46	391	3,525	1,286,463
4	2028	3,139	47	397	3,583	1,307,795
5	2029	3,191	48	404	3,643	1,329,531
6	2030	3,244	49	410	3,703	1,351,672
7	2031	3,298	50	417	3,765	1,374,217
8	2032	3,352	51	424	3,827	1,396,803
9	2033	3,407	52	431	3,890	1,419,796
10	2034	3,463	53	438	3,954	1,443,196
11	2035	3,520	54	445	4,019	1,467,003
12	2036	3,578	55	453	4,086	1,491,220
13	2037	3,637	56	460	4,153	1,515,845
14	2038	3,697	57	468	4,222	1,540,880
15	2039	3,758	58	475	4,291	1,566,326
16	2040	3,820	59	483	4,362	1,592,184
17	2041	3,883	60	491	4,434	1,618,454
18	2042	3,947	61	499	4,507	1,645,136
19	2043	4,012	62	507	4,581	1,672,233
20	2044	4,078	63	516	4,657	1,699,744

Tramo 10						
RECONSTRUCCION						
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						11,527
Crecimiento Anual						1.65%
		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		88.81%	1.22%	9.97%	100%	365
0	2024	2,980	41	335	3,356	1,224,940
1	2025	3,030	42	340	3,412	1,245,422
2	2026	3,080	43	346	3,469	1,266,085
3	2027	3,131	44	351	3,526	1,287,147
4	2028	3,183	45	357	3,585	1,308,609
5	2029	3,236	46	363	3,645	1,330,470
6	2030	3,289	47	369	3,705	1,352,367
7	2031	3,343	48	375	3,766	1,374,665
8	2032	3,398	49	381	3,828	1,397,365
9	2033	3,454	50	388	3,892	1,420,467
10	2034	3,511	51	394	3,956	1,443,971
11	2035	3,569	52	401	4,022	1,467,880
12	2036	3,628	53	407	4,088	1,492,192
13	2037	3,688	54	414	4,156	1,516,910
14	2038	3,749	55	421	4,225	1,542,032
15	2039	3,811	56	428	4,295	1,567,561
16	2040	3,874	57	435	4,366	1,593,497
17	2041	3,938	58	442	4,438	1,619,840
18	2042	4,003	59	449	4,511	1,646,592
19	2043	4,069	60	457	4,586	1,673,752
20	2044	4,136	61	464	4,661	1,701,322

Fuente: Elaboración propia con datos de Estudios de Ingeniería de Tránsito

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

I) Diagnóstico De La Interacción de La Oferta- Demanda con Proyecto

Velocidades de circulación (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 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 y así de los costos generalizados de viaje.

Se considera un aumento de velocidades mínimo a lo largo del camino aun cuando la carpeta asfáltica presente buen estado sin baches e irregularidades. Por esta razón, el incremento de la velocidad representa poco crecimiento.

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 hará uso de los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 753 2023, 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. (*Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023*)

A continuación se presentan los datos que se tomaron en cuenta de la Nota Técnica No. 753 2023 para el análisis y cálculo de los Costos de Operación Vehicular, de acuerdo a la variación del IRI y tipo de terreno del proyecto.

Tabla 66. Costos de operación base de los vehículos Tipo A

Tabla 3.20 Costos de Operación-Vehículo Ligero
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	6.57	6.85	7.58	8.59
4	6.95	7.24	7.98	8.98
6	7.45	7.76	8.52	9.51
8	8.16	8.49	9.26	10.24
10	9.17	9.50	10.27	11.22
12	10.30	10.63	11.37	12.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Tabla 3.21 Factores del Costo Base-Vehículo Ligero
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.04	1.15	1.31
4	1.06	1.10	1.21	1.37
6	1.13	1.18	1.30	1.45
8	1.24	1.29	1.41	1.56
10	1.40	1.45	1.56	1.71
12	1.57	1.62	1.73	1.87

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 67. Costos de operación base de los vehículos Tipo B

Tabla 3.17 Costos de Operación-Autobús Foráneo
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	17.39	19.60	24.63	30.45
4	18.07	20.33	25.45	31.32
6	18.69	21.02	26.32	32.27
8	19.40	21.77	27.26	33.33
10	20.40	22.74	28.32	34.50
12	21.73	24.01	29.58	35.84

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Tabla 3.18 Factores del Costo Base-Autobús Foráneo
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.13	1.42	1.75
4	1.04	1.17	1.46	1.80
6	1.07	1.21	1.51	1.86
8	1.12	1.25	1.57	1.92
10	1.17	1.31	1.63	1.98
12	1.25	1.38	1.70	2.06

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

Tabla 68. Costos de operación base de los vehículos Tipo C

Tabla 3.14 Costos de Operación-Camión de Dos Ejes
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	11.01	12.34	15.52	19.30
4	12.02	13.41	16.68	20.50
6	12.88	14.35	17.78	21.67
8	13.82	15.32	18.87	22.84
10	14.96	16.43	20.00	24.03
12	16.28	17.70	21.22	25.26

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

Tabla 3.15 Factores del Costo Base-Camión de Dos Ejes
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.12	1.41	1.75
4	1.09	1.22	1.51	1.86
6	1.17	1.30	1.61	1.97
8	1.26	1.39	1.71	2.07
10	1.36	1.49	1.82	2.18
12	1.48	1.61	1.93	2.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el C2.

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023

A continuación se presentan los datos de COV's, velocidades e IRI de cada uno de los tramos a intervenir:

Tabla 69 Características del camino, Situación con Proyecto

TRAMO 2				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 3.02 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	56.12	53.54	52.76	54.14
COV's/km -veh	\$9.18	\$36.06	\$23.51	
Tiempo de recorrido	00:03:14	00:03:23	00:03:26	00:03:21

TRAMO 4				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 8.675 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	54.25	51.65	51.72	52.54
COV's/km -veh	\$9.18	\$36.06	\$23.51	
Tiempo de recorrido	00:09:36	00:10:05	00:10:04	00:09:55

TRAMO 5				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 2.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	56.80	50.81	48.93	52.18
COV's/km -veh	\$9.18	\$36.06	\$23.51	
Tiempo de recorrido	00:02:38	00:03:34	00:03:42	00:03:18

TRAMO 6				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 1.425 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	63.07	57.35	53.30	57.91
COV's/km -veh	\$7.54	\$22.96	\$15.06	
Tiempo de recorrido	00:01:21	00:01:29	00:01:36	00:01:29

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's

TRAMO 8				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 0.48 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	53.77	47.02	43.05	47.95
COV's/km -veh	\$7.54	\$22.96	\$15.06	
Tiempo de recorrido	00:00:32	00:00:37	00:00:40	00:00:36

TRAMO 9				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 3.26 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	53.03	50.83	50.92	51.59
COV's/km -veh	\$7.54	\$22.96	\$15.06	
Tiempo de recorrido	00:03:41	00:03:51	00:03:50	00:03:48

TRAMO 10				
SITUACIÓN CON PROYECTO				
Longitud: 3.66 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	54.97	53.70	52.51	53.72
COV's/km -veh	\$7.54	\$22.96	\$15.06	
Tiempo de recorrido	00:04:00	00:04:05	00:04:11	00:04:05

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's

Tabla 70. Tiempos de Recorrido Ahorrados

TIEMPOS DE RECORRIDO AHORRADOS (MIN)							
Situación	Tramo 2	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Actual	00:03:41	00:10:54	00:03:00	00:01:46	00:04:16	00:04:16	00:04:51
Sin proyecto	00:03:29	00:10:18	00:02:56	00:01:36	00:03:57	00:03:57	00:04:24
Con proyecto	00:03:21	00:09:55	00:02:53	00:01:29	00:03:48	00:03:48	00:04:05
Tiempo ahorrado	00:00:08	00:00:23	00:00:03	00:00:07	00:00:09	00:00:09	00:00:18

Fuente: Elaboración propia

NOTA 1: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

NOTA 2: Para obtener los tiempos de ahorro de los tramos en cuestión se compararon la situación sin proyecto contra la situación con proyecto, de acuerdo a como se menciona en las reglas PAD.

Tabla 71. Aumento de Velocidad

AUMENTO DE VELOCIDAD (KM/H)							
Situación	Tramo 2	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Actual	49.26	47.80	50.23	48.90	43.66	45.82	45.34
Sin proyecto	52.11	50.57	51.43	53.93	49.55	49.55	49.98
Con proyecto	54.14	52.54	52.18	57.91	51.59	51.59	53.72
Aumento de vel.	2.03	1.97	0.75	3.98	2.04	2.04	3.74

Fuente: Elaboración propia

NOTA 1: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

NOTA 2: Para obtener el aumento de velocidades de los tramos en cuestión se compararon la situación sin proyecto contra la situación con proyecto, de acuerdo a como se menciona en las reglas PAD.

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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

Tabla 72 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Situación con proyecto.

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$) (2024)	248.93
Valor tiempo por motivo de trabajo	92.11
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	55.26
% 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)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Se presenta a continuación el análisis de la iteración de la oferta- demanda de cada uno de los tramos a intervenir de acuerdo a sus características particulares, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para el tramo del proyecto:

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

Tabla 73 SCP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo con Proyecto

TRAMO 2								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	\$9.18	\$36.06	\$23.51	\$31,593,250.46	\$1,192,388.77	\$6,708,874.23	\$39,494,513.46	
2 2026	\$9.65	\$37.92	\$24.72	\$33,776,831.83	\$1,253,916.04	\$7,171,460.50	\$42,202,208.36	
3 2027	\$10.15	\$39.87	\$25.99	\$36,101,639.87	\$1,318,618.10	\$7,665,942.74	\$45,086,200.71	
4 2028	\$10.68	\$41.93	\$27.34	\$38,588,203.55	\$1,386,658.80	\$8,194,520.23	\$48,169,382.57	
5 2029	\$11.23	\$44.10	\$28.75	\$41,247,633.34	\$1,458,210.39	\$8,759,543.87	\$51,465,387.59	
6 2030	\$11.81	\$46.37	\$30.23	\$44,091,786.98	\$1,533,454.05	\$9,363,526.68	\$54,988,767.71	
7 2031	\$12.42	\$48.76	\$31.79	\$47,133,318.61	\$1,612,580.28	\$10,009,154.95	\$58,755,053.84	
8 2032	\$13.06	\$51.28	\$33.43	\$50,385,731.09	\$1,695,789.42	\$10,699,300.20	\$62,780,820.71	
9 2033	\$13.73	\$53.93	\$35.15	\$53,863,431.68	\$1,783,292.15	\$11,437,031.93	\$67,083,755.76	
10 2034	\$14.44	\$56.71	\$36.97	\$57,581,791.30	\$1,875,310.03	\$12,225,631.29	\$71,682,732.62	
11 2035	\$15.18	\$59.64	\$38.88	\$61,557,207.62	\$1,972,076.02	\$13,068,605.69	\$76,597,889.33	
12 2036	\$15.97	\$62.71	\$40.88	\$65,807,172.13	\$2,073,835.15	\$13,969,704.34	\$81,850,711.62	
13 2037	\$16.79	\$65.95	\$42.99	\$70,350,341.59	\$2,180,845.04	\$14,932,935.02	\$87,464,121.65	
14 2038	\$17.66	\$69.35	\$45.21	\$75,206,614.01	\$2,293,376.64	\$15,962,581.79	\$93,462,572.45	
15 2039	\$18.57	\$72.93	\$47.54	\$80,397,209.46	\$2,411,714.88	\$17,063,224.15	\$99,872,148.49	
16 2040	\$19.53	\$76.69	\$50.00	\$85,944,756.09	\$2,536,159.37	\$18,239,757.35	\$106,720,672.81	
17 2041	\$20.53	\$80.65	\$52.58	\$91,873,381.63	\$2,667,025.19	\$19,497,414.15	\$114,037,820.97	
18 2042	\$21.59	\$84.81	\$55.29	\$98,208,810.68	\$2,804,643.69	\$20,841,788.15	\$121,855,242.53	
19 2043	\$22.71	\$89.19	\$58.14	\$104,978,468.25	\$2,949,363.30	\$22,278,858.63	\$130,206,690.18	
20 2044	\$23.88	\$93.79	\$61.14	\$112,211,589.84	\$3,101,550.45	\$23,815,017.12	\$139,128,157.41	

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Con Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	56.12	53.54	52.76	\$11,165,153.13	\$1,293,368.46	\$6,719,655.42	\$19,178,177.02	
2 2026	55.19	52.65	51.89	\$11,542,729.11	\$1,315,200.80	\$6,945,830.52	\$19,803,760.43	
3 2027	54.27	51.77	51.02	\$11,929,870.80	\$1,337,401.66	\$7,179,618.39	\$20,446,890.86	
4 2028	53.37	50.91	50.18	\$12,330,554.01	\$1,359,977.29	\$7,421,275.27	\$21,111,806.57	
5 2029	52.49	50.07	49.34	\$12,745,189.08	\$1,382,933.99	\$7,671,066.00	\$21,799,189.08	
6 2030	51.61	49.24	48.53	\$13,174,197.41	\$1,406,278.21	\$7,929,264.38	\$22,509,740.01	
7 2031	50.76	48.42	47.72	\$13,618,011.74	\$1,430,016.48	\$8,196,153.39	\$23,244,181.61	
8 2032	49.92	47.62	46.93	\$14,077,076.42	\$1,454,155.46	\$8,472,025.55	\$24,003,257.43	
9 2033	49.09	46.83	46.15	\$14,551,847.72	\$1,478,701.92	\$8,757,183.21	\$24,787,732.85	
10 2034	48.27	46.05	45.38	\$15,042,794.13	\$1,503,662.72	\$9,051,938.92	\$25,598,395.77	
11 2035	47.47	45.28	44.63	\$15,550,396.62	\$1,529,044.86	\$9,356,615.73	\$26,436,057.22	
12 2036	46.68	44.53	43.89	\$16,075,148.99	\$1,554,855.46	\$9,671,547.58	\$27,301,552.03	
13 2037	45.91	43.79	43.16	\$16,617,558.15	\$1,581,101.75	\$9,997,079.64	\$28,195,739.54	
14 2038	45.15	43.07	42.44	\$17,178,144.49	\$1,607,791.08	\$10,333,568.69	\$29,119,504.27	
15 2039	44.40	42.35	41.74	\$17,757,442.16	\$1,634,930.94	\$10,681,383.54	\$30,073,756.64	
16 2040	43.66	41.65	41.05	\$18,355,999.45	\$1,662,528.92	\$11,040,905.40	\$31,059,433.77	
17 2041	42.93	40.96	40.36	\$18,974,379.09	\$1,690,592.76	\$11,412,528.31	\$32,077,500.16	
18 2042	42.22	40.28	39.69	\$19,613,158.66	\$1,719,130.32	\$11,796,659.57	\$33,128,948.55	
19 2043	41.52	39.61	39.04	\$20,272,930.90	\$1,748,149.60	\$12,193,720.21	\$34,214,800.71	
20 2044	40.83	38.95	38.39	\$20,954,304.11	\$1,777,658.74	\$12,604,145.41	\$35,336,108.26	

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Costos Generalizados de Viaje				
	Año	Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$39,494,513.46	\$19,178,177.02	\$58,672,690.48
2	2026	\$42,202,208.36	\$19,803,760.43	\$62,005,968.80
3	2027	\$45,086,200.71	\$20,446,890.86	\$65,533,091.57
4	2028	\$48,169,382.57	\$21,111,806.57	\$69,281,189.13
5	2029	\$51,465,387.59	\$21,799,189.08	\$73,264,576.67
6	2030	\$54,988,767.71	\$22,509,740.01	\$77,498,507.71
7	2031	\$58,755,053.84	\$23,244,181.61	\$81,999,235.45
8	2032	\$62,780,820.71	\$24,003,257.43	\$86,784,078.14
9	2033	\$67,083,755.76	\$24,787,732.85	\$91,871,488.61
10	2034	\$71,682,732.62	\$25,598,395.77	\$97,281,128.39
11	2035	\$76,597,889.33	\$26,436,057.22	\$103,033,946.54
12	2036	\$81,850,711.62	\$27,301,552.03	\$109,152,263.65
13	2037	\$87,464,121.65	\$28,195,739.54	\$115,659,861.19
14	2038	\$93,462,572.45	\$29,119,504.27	\$122,582,076.71
15	2039	\$99,872,148.49	\$30,073,756.64	\$129,945,905.14
16	2040	\$106,720,672.81	\$31,059,433.77	\$137,780,106.57
17	2041	\$114,037,820.97	\$32,077,500.16	\$146,115,321.13
18	2042	\$121,855,242.53	\$33,128,948.55	\$154,984,191.08
19	2043	\$130,206,690.18	\$34,214,800.71	\$164,421,490.90
20	2044	\$139,128,157.41	\$35,336,108.26	\$174,464,265.68

TRAMO 4								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	
1	2025	\$9.18	\$36.06	\$23.51	\$97,118,156.02	\$4,452,703.44	\$24,521,909.93	\$126,092,769.39
2	2026	\$9.65	\$37.92	\$24.72	\$103,810,721.92	\$4,802,526.09	\$26,212,729.95	\$134,825,977.97
3	2027	\$10.15	\$39.87	\$25.99	\$110,967,523.57	\$5,176,594.85	\$28,020,134.38	\$144,164,252.80
4	2028	\$10.68	\$41.93	\$27.34	\$118,620,309.47	\$5,576,480.49	\$29,952,161.87	\$154,148,951.84
5	2029	\$11.23	\$44.10	\$28.75	\$126,802,954.09	\$6,003,851.33	\$32,017,405.37	\$164,824,210.79
6	2030	\$11.81	\$46.37	\$30.23	\$135,551,597.18	\$6,460,479.14	\$34,225,050.29	\$176,237,126.60
7	2031	\$12.42	\$48.76	\$31.79	\$144,904,791.96	\$6,948,245.31	\$36,584,915.43	\$188,437,952.70
8	2032	\$13.06	\$51.28	\$33.43	\$154,903,662.90	\$7,469,147.54	\$39,107,496.56	\$201,480,307.01
9	2033	\$13.73	\$53.93	\$35.15	\$165,592,073.52	\$8,025,306.76	\$41,804,013.20	\$215,421,393.48
10	2034	\$14.44	\$56.71	\$36.97	\$177,016,804.97	\$8,618,974.56	\$44,686,458.44	\$230,322,237.96
11	2035	\$15.18	\$59.64	\$38.88	\$189,227,746.02	\$9,252,541.01	\$47,767,652.31	\$246,247,939.34
12	2036	\$15.97	\$62.71	\$40.88	\$202,278,095.21	\$9,928,542.99	\$51,061,298.81	\$263,267,937.01
13	2037	\$16.79	\$65.95	\$42.99	\$216,224,575.84	\$10,649,672.93	\$54,582,046.85	\$281,456,295.61
14	2038	\$17.66	\$69.35	\$45.21	\$231,127,664.66	\$11,418,788.13	\$58,345,555.39	\$300,892,008.18
15	2039	\$18.57	\$72.93	\$47.54	\$247,051,835.21	\$12,238,920.63	\$62,368,563.12	\$321,659,318.95
16	2040	\$19.53	\$76.69	\$50.00	\$264,065,816.52	\$13,113,287.59	\$66,668,962.86	\$343,848,066.97
17	2041	\$20.53	\$80.65	\$52.58	\$282,242,868.30	\$14,045,302.36	\$71,265,881.19	\$367,554,051.85
18	2042	\$21.59	\$84.81	\$55.29	\$301,729,446.47	\$15,038,586.15	\$76,179,763.47	\$392,947,796.09
19	2043	\$22.71	\$89.19	\$58.14	\$322,547,451.85	\$16,096,980.36	\$81,432,464.81	\$420,076,897.02
20	2044	\$23.88	\$93.79	\$61.14	\$344,786,113.61	\$17,224,559.71	\$87,047,347.27	\$449,058,020.59

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Con Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	54.25	51.65	51.72	\$35,507,034.49	\$5,005,843.28	\$25,056,483.13	\$65,569,360.90
2	2026	53.35	50.80	50.86	\$36,700,789.26	\$5,220,864.59	\$25,899,852.66	\$67,821,506.50
3	2027	52.46	49.95	50.02	\$37,935,717.76	\$5,441,718.73	\$26,771,608.93	\$70,149,045.42
4	2028	51.59	49.12	49.19	\$39,213,055.38	\$5,668,541.37	\$27,672,707.42	\$72,554,304.17
5	2029	50.73	48.31	48.37	\$40,534,070.63	\$5,901,471.06	\$28,604,135.75	\$75,039,677.43
6	2030	49.89	47.51	47.57	\$41,900,065.93	\$6,140,649.35	\$29,566,914.78	\$77,607,630.05
7	2031	49.06	46.72	46.78	\$43,312,378.48	\$6,386,220.83	\$30,562,099.72	\$80,260,699.03
8	2032	48.25	45.94	46.00	\$44,772,381.10	\$6,638,333.18	\$31,590,781.34	\$83,001,495.61
9	2033	47.45	45.18	45.24	\$46,281,483.08	\$6,897,137.25	\$32,654,087.08	\$85,832,707.40
10	2034	46.66	44.43	44.49	\$47,841,131.14	\$7,162,787.11	\$33,753,182.34	\$88,757,100.59
11	2035	45.89	43.69	43.75	\$49,452,810.29	\$7,435,440.15	\$34,889,271.76	\$91,777,522.20
12	2036	45.12	42.97	43.02	\$51,118,044.80	\$7,715,257.09	\$36,063,600.51	\$94,896,902.40
13	2037	44.38	42.25	42.31	\$52,838,399.15	\$8,002,402.11	\$37,277,455.69	\$98,118,256.95
14	2038	43.64	41.55	41.60	\$54,615,479.04	\$8,297,042.87	\$38,532,167.69	\$101,444,689.59
15	2039	42.91	40.86	40.91	\$56,450,932.33	\$8,599,350.61	\$39,829,111.71	\$104,879,394.65
16	2040	42.20	40.18	40.23	\$58,346,450.17	\$8,909,500.21	\$41,169,709.23	\$108,425,659.60
17	2041	41.50	39.52	39.57	\$60,303,767.95	\$9,227,670.28	\$42,555,429.56	\$112,086,867.79
18	2042	40.81	38.86	38.91	\$62,338,792.62	\$9,554,043.22	\$43,987,791.49	\$115,880,627.32
19	2043	40.13	38.22	38.26	\$64,439,702.15	\$9,888,805.30	\$45,468,364.90	\$119,796,872.36
20	2044	39.47	37.58	37.63	\$66,608,383.48	\$10,232,146.75	\$46,998,772.55	\$123,839,302.78

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$126,092,769.39	\$65,569,360.90	\$191,662,130.29
2	2026	\$134,825,977.97	\$67,821,506.50	\$202,647,484.47
3	2027	\$144,164,252.80	\$70,149,045.42	\$214,313,298.23
4	2028	\$154,148,951.84	\$72,554,304.17	\$226,703,256.00
5	2029	\$164,824,210.79	\$75,039,677.43	\$239,863,888.23
6	2030	\$176,237,126.60	\$77,607,630.05	\$253,844,756.66
7	2031	\$188,437,952.70	\$80,260,699.03	\$268,698,651.73
8	2032	\$201,480,307.01	\$83,001,495.61	\$284,481,802.62
9	2033	\$215,421,393.48	\$85,832,707.40	\$301,254,100.88
10	2034	\$230,322,237.96	\$88,757,100.59	\$319,079,338.55
11	2035	\$246,247,939.34	\$91,777,522.20	\$338,025,461.54
12	2036	\$263,267,937.01	\$94,896,902.40	\$358,164,839.42
13	2037	\$281,456,295.61	\$98,118,256.95	\$379,574,552.56
14	2038	\$300,892,008.18	\$101,444,689.59	\$402,336,697.77
15	2039	\$321,659,318.95	\$104,879,394.65	\$426,538,713.60
16	2040	\$343,848,066.97	\$108,425,659.60	\$452,273,726.57
17	2041	\$367,554,051.85	\$112,086,867.79	\$479,640,919.64
18	2042	\$392,947,796.09	\$115,880,627.32	\$508,828,423.41
19	2043	\$420,076,897.02	\$119,796,872.36	\$539,873,769.38
20	2044	\$449,058,020.59	\$123,839,302.78	\$572,897,323.36

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 5								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	\$9.18	\$36.06	\$23.51	\$25,449,675.37	\$1,151,589.60	\$7,265,912.92	\$33,867,177.89	
2 2026	\$9.65	\$37.92	\$24.72	\$27,203,347.33	\$1,245,611.96	\$7,766,907.79	\$36,215,867.07	
3 2027	\$10.15	\$39.87	\$25.99	\$29,079,500.88	\$1,346,271.24	\$8,302,446.95	\$38,728,219.07	
4 2028	\$10.68	\$41.93	\$27.34	\$31,086,584.89	\$1,454,002.05	\$8,874,912.29	\$41,415,499.23	
5 2029	\$11.23	\$44.10	\$28.75	\$33,233,618.70	\$1,569,266.15	\$9,486,849.92	\$44,289,734.76	
6 2030	\$11.81	\$46.37	\$30.23	\$35,530,229.76	\$1,692,554.14	\$10,140,981.50	\$47,363,765.40	
7 2031	\$12.42	\$48.76	\$31.79	\$37,975,364.58	\$1,824,387.18	\$10,840,216.38	\$50,639,968.13	
8 2032	\$13.06	\$51.28	\$33.43	\$40,590,149.70	\$1,965,318.86	\$11,587,664.47	\$54,143,133.03	
9 2033	\$13.73	\$53.93	\$35.15	\$43,386,197.46	\$2,115,937.16	\$12,386,650.16	\$57,888,784.77	
10 2034	\$14.44	\$56.71	\$36.97	\$46,375,898.60	\$2,276,866.48	\$13,240,727.03	\$61,893,492.11	
11 2035	\$15.18	\$59.64	\$38.88	\$49,572,473.35	\$2,448,769.90	\$14,153,693.70	\$66,174,936.95	
12 2036	\$15.97	\$62.71	\$40.88	\$52,990,025.71	\$2,632,351.46	\$15,129,610.69	\$70,751,987.86	
13 2037	\$16.79	\$65.95	\$42.99	\$56,643,601.30	\$2,828,358.63	\$16,172,818.53	\$75,644,778.46	
14 2038	\$17.66	\$69.35	\$45.21	\$60,549,248.85	\$3,037,584.96	\$17,287,957.01	\$80,874,790.82	
15 2039	\$18.57	\$72.93	\$47.54	\$64,724,085.72	\$3,260,872.77	\$18,479,985.85	\$86,464,944.34	
16 2040	\$19.53	\$76.69	\$50.00	\$69,186,367.52	\$3,499,116.12	\$19,754,206.74	\$92,439,690.38	
17 2041	\$20.53	\$80.65	\$52.58	\$73,955,562.18	\$3,753,263.93	\$21,116,286.95	\$98,825,113.07	
18 2042	\$21.59	\$84.81	\$55.29	\$79,052,428.88	\$4,024,323.18	\$22,572,284.50	\$105,649,036.56	
19 2043	\$22.71	\$89.19	\$58.14	\$84,499,101.83	\$4,313,362.45	\$24,128,675.12	\$112,941,139.39	
20 2044	\$23.88	\$93.79	\$61.14	\$90,319,179.49	\$4,621,515.57	\$25,792,381.05	\$120,733,076.11	

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Con Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0 2024	-	-	-	-	-	-	-	
1 2025	56.80	50.81	48.93	\$8,885,950.11	\$1,316,213.02	\$7,847,303.81	\$18,049,466.94	
2 2026	55.86	49.96	48.12	\$9,184,662.21	\$1,376,671.86	\$8,111,434.13	\$18,672,768.20	
3 2027	54.93	49.13	47.32	\$9,493,951.50	\$1,438,796.77	\$8,384,454.74	\$19,317,203.01	
4 2028	54.02	48.32	46.53	\$9,814,141.00	\$1,502,626.77	\$8,666,664.88	\$19,983,432.66	
5 2029	53.12	47.52	45.76	\$10,145,562.50	\$1,568,201.73	\$8,958,373.86	\$20,672,138.09	
6 2030	52.24	46.73	45.00	\$10,488,556.75	\$1,635,562.37	\$9,259,901.39	\$21,384,020.51	
7 2031	51.37	45.95	44.26	\$10,840,239.75	\$1,704,750.28	\$9,571,577.96	\$22,116,567.98	
8 2032	50.52	45.19	43.52	\$11,204,095.63	\$1,775,807.97	\$9,893,745.16	\$22,873,648.76	
9 2033	49.68	44.44	42.80	\$11,580,490.67	\$1,848,778.84	\$10,226,756.11	\$23,656,025.62	
10 2034	48.86	43.70	42.09	\$11,969,800.96	\$1,923,707.24	\$10,570,975.78	\$24,464,483.98	
11 2035	48.05	42.98	41.39	\$12,372,412.69	\$2,000,638.45	\$10,926,781.46	\$25,299,832.60	
12 2036	47.25	42.26	40.70	\$12,788,722.35	\$2,079,618.76	\$11,294,563.10	\$26,162,904.20	
13 2037	46.47	41.56	40.03	\$13,219,137.02	\$2,160,695.40	\$11,674,723.80	\$27,054,556.23	
14 2038	45.69	40.87	39.36	\$13,664,074.63	\$2,243,916.66	\$12,067,680.24	\$27,975,671.53	
15 2039	44.94	40.19	38.71	\$14,123,964.22	\$2,329,331.84	\$12,473,863.09	\$28,927,159.14	
16 2040	44.19	39.53	38.07	\$14,599,246.19	\$2,416,991.28	\$12,893,717.54	\$29,909,955.01	
17 2041	43.46	38.87	37.43	\$15,090,372.63	\$2,506,946.41	\$13,327,703.76	\$30,925,022.81	
18 2042	42.73	38.22	36.81	\$15,597,807.57	\$2,599,249.77	\$13,776,297.41	\$31,973,354.75	
19 2043	42.03	37.59	36.20	\$16,122,027.27	\$2,693,955.00	\$14,239,990.16	\$33,055,972.42	
20 2044	41.33	36.97	35.60	\$16,663,520.53	\$2,791,116.87	\$14,719,290.21	\$34,173,927.61	

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$33,867,177.89	\$18,049,466.94	\$51,916,644.83
2	2026	\$36,215,867.07	\$18,672,768.20	\$54,888,635.27
3	2027	\$38,728,219.07	\$19,317,203.01	\$58,045,422.08
4	2028	\$41,415,499.23	\$19,983,432.66	\$61,398,931.89
5	2029	\$44,289,734.76	\$20,672,138.09	\$64,961,872.86
6	2030	\$47,363,765.40	\$21,384,020.51	\$68,747,785.91
7	2031	\$50,639,968.13	\$22,116,567.98	\$72,756,536.12
8	2032	\$54,143,133.03	\$22,873,648.76	\$77,016,781.79
9	2033	\$57,888,784.77	\$23,656,025.62	\$81,544,810.39
10	2034	\$61,893,492.11	\$24,464,483.98	\$86,357,976.09
11	2035	\$66,174,936.95	\$25,299,832.60	\$91,474,769.55
12	2036	\$70,751,987.86	\$26,162,904.20	\$96,914,892.06
13	2037	\$75,644,778.46	\$27,054,556.23	\$102,699,334.69
14	2038	\$80,874,790.82	\$27,975,671.53	\$108,850,462.35
15	2039	\$86,464,944.34	\$28,927,159.14	\$115,392,103.48
16	2040	\$92,439,690.38	\$29,909,955.01	\$122,349,645.39
17	2041	\$98,825,113.07	\$30,925,022.81	\$129,750,135.88
18	2042	\$105,649,036.56	\$31,973,354.75	\$137,622,391.32
19	2043	\$112,941,139.39	\$33,055,972.42	\$145,997,111.81
20	2044	\$120,733,076.11	\$34,173,927.61	\$154,907,003.73

TRAMO 6								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$14,702,395.01	\$224,892.38	\$6,832,328.50	\$21,759,615.88
2	2026	\$9.63	\$26.75	\$44.89	\$15,716,468.78	\$236,496.82	\$7,303,427.11	\$23,256,392.71
3	2027	\$10.13	\$28.13	\$47.21	\$16,801,315.81	\$248,700.06	\$7,807,008.64	\$24,857,024.51
4	2028	\$10.65	\$29.58	\$49.65	\$17,961,811.66	\$261,532.98	\$8,345,312.81	\$26,568,657.46
5	2029	\$11.20	\$31.10	\$52.21	\$19,203,160.61	\$275,028.08	\$8,920,733.81	\$28,398,922.51
6	2030	\$11.78	\$32.71	\$54.90	\$20,524,792.37	\$289,219.53	\$9,535,830.90	\$30,349,842.80
7	2031	\$12.38	\$34.40	\$57.73	\$21,938,127.98	\$304,143.26	\$10,193,339.79	\$32,435,611.02
8	2032	\$13.02	\$36.17	\$60.71	\$23,449,444.71	\$319,837.05	\$10,896,184.84	\$34,665,466.60
9	2033	\$13.69	\$38.04	\$63.85	\$25,065,440.64	\$336,340.64	\$11,647,492.04	\$37,049,273.32
10	2034	\$14.40	\$40.00	\$67.14	\$26,793,262.22	\$353,695.82	\$12,450,602.92	\$39,597,560.96
11	2035	\$15.14	\$42.07	\$70.60	\$28,640,533.68	\$371,946.53	\$13,309,089.42	\$42,321,569.63
12	2036	\$15.93	\$44.24	\$74.25	\$30,615,388.28	\$391,138.97	\$14,226,769.77	\$45,233,297.01
13	2037	\$16.75	\$46.52	\$78.08	\$32,726,501.53	\$411,321.74	\$15,207,725.46	\$48,345,548.73
14	2038	\$17.61	\$48.92	\$82.11	\$34,983,126.65	\$432,545.94	\$16,256,319.43	\$51,671,992.02
15	2039	\$18.52	\$51.44	\$86.34	\$37,395,132.17	\$454,865.31	\$17,377,215.41	\$55,227,212.88
16	2040	\$19.48	\$54.10	\$90.80	\$39,973,041.99	\$478,336.36	\$18,575,398.74	\$59,026,777.09
17	2041	\$20.48	\$56.89	\$95.48	\$42,728,078.05	\$503,018.52	\$19,856,198.49	\$63,087,295.06
18	2042	\$21.54	\$59.82	\$100.41	\$45,672,205.62	\$528,974.27	\$21,225,311.17	\$67,426,491.06
19	2043	\$22.65	\$62.91	\$105.59	\$48,818,181.52	\$556,269.34	\$22,688,826.09	\$72,063,276.96
20	2044	\$23.82	\$66.16	\$111.04	\$52,179,605.48	\$584,972.84	\$24,253,252.42	\$77,017,830.73

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-
1	2025	59.02	48.88	53.89	\$4,953,115.55	\$378,808.20	\$3,688,982.91
2	2026	58.04	48.06	53.00	\$5,119,936.39	\$385,202.56	\$3,813,149.41
3	2027	57.08	47.27	52.12	\$5,292,636.96	\$391,704.86	\$3,941,495.19
4	2028	56.13	46.48	51.25	\$5,471,396.23	\$398,316.92	\$4,074,160.94
5	2029	55.20	45.71	50.40	\$5,656,398.02	\$405,040.60	\$4,211,292.04
6	2030	54.28	44.95	49.57	\$5,846,086.52	\$411,877.77	\$4,353,038.80
7	2031	53.38	44.20	48.74	\$6,042,341.26	\$418,830.35	\$4,499,556.58
8	2032	52.50	43.47	47.93	\$6,245,359.84	\$425,900.30	\$4,651,005.96
9	2033	51.62	42.75	47.14	\$6,455,345.11	\$433,089.58	\$4,807,552.94
10	2034	50.77	42.04	46.36	\$6,672,505.41	\$440,400.23	\$4,969,369.09
11	2035	49.93	41.34	45.59	\$6,897,054.62	\$447,834.28	\$5,136,631.77
12	2036	49.10	40.66	44.83	\$7,129,212.33	\$455,393.81	\$5,309,524.30
13	2037	48.28	39.98	44.09	\$7,369,203.98	\$463,080.96	\$5,488,236.17
14	2038	47.48	39.32	43.35	\$7,617,261.01	\$470,897.86	\$5,672,963.26
15	2039	46.69	38.66	42.63	\$7,873,621.00	\$478,846.72	\$5,863,908.02
16	2040	45.92	38.02	41.93	\$8,138,527.81	\$486,929.75	\$6,061,279.75
17	2041	45.15	37.39	41.23	\$8,412,231.76	\$495,149.23	\$6,265,294.76
18	2042	44.40	36.77	40.55	\$8,694,989.75	\$503,507.45	\$6,476,176.65
19	2043	43.67	36.16	39.87	\$8,987,065.48	\$512,006.77	\$6,694,156.57
20	2044	42.94	35.56	39.21	\$9,288,729.54	\$520,649.55	\$6,919,473.41

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$14,717,347.81	\$8,687,989.63	\$23,405,337.44
2	2026	\$15,728,872.93	\$8,975,097.80	\$24,703,970.73
3	2027	\$16,810,663.31	\$9,272,025.98	\$26,082,689.29
4	2028	\$17,967,550.86	\$9,579,085.43	\$27,546,636.29
5	2029	\$19,204,694.04	\$9,896,596.78	\$29,101,290.82
6	2030	\$20,522,557.31	\$10,223,257.70	\$30,745,815.00
7	2031	\$21,931,540.57	\$10,560,985.75	\$32,492,526.32
8	2032	\$23,437,877.47	\$10,910,129.86	\$34,348,007.33
9	2033	\$25,048,220.98	\$11,271,049.41	\$36,319,270.40
10	2034	\$26,769,671.11	\$11,644,114.55	\$38,413,785.67
11	2035	\$28,609,804.43	\$12,029,706.50	\$40,639,510.94
12	2036	\$30,576,705.50	\$12,428,217.90	\$43,004,923.41
13	2037	\$32,679,000.36	\$12,840,053.13	\$45,519,053.48
14	2038	\$34,925,892.16	\$13,265,628.64	\$48,191,520.80
15	2039	\$37,327,199.17	\$13,705,373.34	\$51,032,572.51
16	2040	\$39,893,395.13	\$14,159,728.96	\$54,053,124.09
17	2041	\$42,635,652.35	\$14,629,150.39	\$57,264,802.74
18	2042	\$45,565,887.51	\$15,114,106.11	\$60,679,993.62
19	2043	\$48,696,810.44	\$15,615,078.58	\$64,311,889.02
20	2044	\$52,041,976.07	\$16,132,564.61	\$68,174,540.68

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 8								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	\$7.54	\$22.96	\$15.06	\$4,046,575.41	\$277,555.83	\$732,859.87	\$5,056,991.10
2	2026	\$7.93	\$24.14	\$15.84	\$4,326,209.09	\$296,107.82	\$783,391.58	\$5,405,708.49
3	2027	\$8.34	\$25.39	\$16.66	\$4,623,926.72	\$315,835.37	\$837,407.53	\$5,777,169.6
4	2028	\$8.77	\$26.70	\$17.52	\$4,942,385.87	\$336,810.39	\$895,147.95	\$6,174,344.21
5	2029	\$9.22	\$28.08	\$18.42	\$5,283,013.63	\$359,109.11	\$956,869.66	\$6,598,992.40
6	2030	\$9.69	\$29.53	\$19.37	\$5,647,333.22	\$382,812.28	\$1,022,847.16	\$7,052,992.66
7	2031	\$10.19	\$31.05	\$20.37	\$6,036,970.34	\$408,005.47	\$1,093,373.90	\$7,538,349.71
8	2032	\$10.72	\$32.65	\$21.42	\$6,453,659.89	\$434,779.33	\$1,168,763.56	\$8,057,202.79
9	2033	\$11.27	\$34.34	\$22.53	\$6,899,253.17	\$463,229.92	\$1,249,351.45	\$8,611,834.54
10	2034	\$11.86	\$36.11	\$23.69	\$7,375,725.51	\$493,458.98	\$1,335,495.98	\$9,204,680.47
11	2035	\$12.47	\$37.97	\$24.91	\$7,885,184.39	\$525,574.30	\$1,427,580.30	\$9,838,338.98
12	2036	\$13.11	\$39.93	\$26.20	\$8,429,878.07	\$559,690.06	\$1,526,013.96	\$10,515,582.09
13	2037	\$13.79	\$41.99	\$27.55	\$9,012,204.86	\$595,927.20	\$1,631,234.76	\$11,239,366.81
14	2038	\$14.50	\$44.16	\$28.97	\$9,634,722.85	\$634,413.79	\$1,743,710.68	\$12,012,847.32
15	2039	\$15.25	\$46.44	\$30.47	\$10,300,160.36	\$675,285.51	\$1,863,941.97	\$12,839,387.84
16	2040	\$16.03	\$48.83	\$32.04	\$11,011,427.04	\$718,686.03	\$1,992,463.38	\$13,722,576.45
17	2041	\$16.86	\$51.35	\$33.69	\$11,771,625.62	\$764,767.50	\$2,129,846.52	\$14,666,239.64
18	2042	\$17.73	\$54.00	\$35.43	\$12,584,064.53	\$813,691.02	\$2,276,702.42	\$15,674,457.96
19	2043	\$18.65	\$56.79	\$37.26	\$13,452,271.17	\$865,627.22	\$2,433,684.23	\$16,751,582.62
20	2044	\$19.61	\$59.72	\$39.18	\$14,380,006.16	\$920,756.73	\$2,601,490.17	\$17,902,253.06
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Con Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	53.77	47.02	43.05	\$1,817,824.10	\$538,365.81	\$1,403,733.37	\$3,759,923.28
2	2026	52.88	46.24	42.34	\$1,879,277.62	\$555,387.65	\$1,450,981.26	\$3,885,646.53
3	2027	52.00	45.47	41.63	\$1,942,287.87	\$572,830.75	\$1,499,819.46	\$4,014,938.08
4	2028	51.13	44.71	40.94	\$2,007,513.72	\$590,704.48	\$1,550,301.48	\$4,148,519.69
5	2029	50.29	43.97	40.26	\$2,075,022.56	\$609,018.42	\$1,602,482.67	\$4,286,523.65
6	2030	49.45	43.24	39.60	\$2,144,883.58	\$627,782.32	\$1,656,420.21	\$4,429,086.11
7	2031	48.63	42.52	38.94	\$2,217,167.84	\$647,006.17	\$1,712,173.22	\$4,576,347.23
8	2032	47.82	41.82	38.29	\$2,291,948.33	\$666,700.14	\$1,769,802.80	\$4,728,451.27
9	2033	47.03	41.12	37.66	\$2,369,299.97	\$686,874.63	\$1,829,372.13	\$4,885,546.73
10	2034	46.25	40.44	37.03	\$2,449,299.71	\$707,540.25	\$1,890,946.48	\$5,047,786.44
11	2035	45.48	39.77	36.42	\$2,532,026.56	\$728,707.83	\$1,954,593.34	\$5,215,327.73
12	2036	44.73	39.11	35.81	\$2,617,561.63	\$750,388.42	\$2,020,382.48	\$5,388,332.54
13	2037	43.98	38.46	35.22	\$2,705,988.19	\$772,593.33	\$2,088,386.00	\$5,566,967.52
14	2038	43.25	37.82	34.63	\$2,797,391.73	\$795,334.06	\$2,158,678.43	\$5,751,404.22
15	2039	42.53	37.19	34.06	\$2,891,860.00	\$818,622.39	\$2,231,336.82	\$5,941,819.21
16	2040	41.83	36.58	33.49	\$2,989,483.10	\$842,470.32	\$2,306,440.79	\$6,138,394.21
17	2041	41.13	35.97	32.94	\$3,090,353.48	\$866,890.10	\$2,384,072.67	\$6,341,316.25
18	2042	40.45	35.37	32.39	\$3,194,566.04	\$891,894.26	\$2,464,317.54	\$6,550,777.84
19	2043	39.78	34.79	31.85	\$3,302,218.19	\$917,495.55	\$2,547,263.35	\$6,766,977.09
20	2044	39.12	34.21	31.32	\$3,413,409.90	\$943,707.01	\$2,633,001.02	\$6,990,117.92

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$5,056,991.10	\$3,759,923.28	\$8,816,914.39
2	2026	\$5,405,708.49	\$3,885,646.53	\$9,291,355.03
3	2027	\$5,777,169.61	\$4,014,938.08	\$9,792,107.69
4	2028	\$6,174,344.21	\$4,148,519.69	\$10,322,863.90
5	2029	\$6,598,992.40	\$4,286,523.65	\$10,885,516.05
6	2030	\$7,052,992.66	\$4,429,086.11	\$11,482,078.77
7	2031	\$7,538,349.71	\$4,576,347.23	\$12,114,696.94
8	2032	\$8,057,202.79	\$4,728,451.27	\$12,785,654.06
9	2033	\$8,611,834.54	\$4,885,546.73	\$13,497,381.27
10	2034	\$9,204,680.47	\$5,047,786.44	\$14,252,466.91
11	2035	\$9,838,338.98	\$5,215,327.73	\$15,053,666.72
12	2036	\$10,515,582.09	\$5,388,332.54	\$15,903,914.63
13	2037	\$11,239,366.81	\$5,566,967.52	\$16,806,334.33
14	2038	\$12,012,847.32	\$5,751,404.22	\$17,764,251.54
15	2039	\$12,839,387.84	\$5,941,819.21	\$18,781,207.06
16	2040	\$13,722,576.45	\$6,138,394.21	\$19,860,970.66
17	2041	\$14,666,239.64	\$6,341,316.25	\$21,007,555.89
18	2042	\$15,674,457.96	\$6,550,777.84	\$22,225,235.80
19	2043	\$16,751,582.62	\$6,766,977.09	\$23,518,559.71
20	2044	\$17,902,253.06	\$6,990,117.92	\$24,892,370.98

TRAMO 9								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	-	-	-	-	-	-	
1	2025	\$7.54	\$22.96	\$15.06	\$26,810,267.96	\$1,202,071.49	\$6,775,052.42	\$34,787,391.87
2	2026	\$7.93	\$24.14	\$15.84	\$28,655,869.23	\$1,292,827.88	\$7,242,201.76	\$37,190,898.88
3	2027	\$8.34	\$25.39	\$16.66	\$30,630,471.79	\$1,389,749.75	\$7,741,561.72	\$39,761,783.26
4	2028	\$8.77	\$26.70	\$17.52	\$32,742,986.40	\$1,493,231.73	\$8,275,353.23	\$42,511,571.36
5	2029	\$9.22	\$28.08	\$18.42	\$35,002,926.30	\$1,603,692.75	\$8,845,950.42	\$45,452,569.48
6	2030	\$9.69	\$29.53	\$19.37	\$37,420,447.12	\$1,721,577.53	\$9,455,891.09	\$48,597,915.74
7	2031	\$10.19	\$31.05	\$20.37	\$40,006,389.19	\$1,847,358.10	\$10,107,888.02	\$51,961,635.31
8	2032	\$10.72	\$32.65	\$21.42	\$42,759,566.30	\$1,981,535.41	\$10,804,841.05	\$55,545,942.76
9	2033	\$11.27	\$34.34	\$22.53	\$45,703,766.55	\$2,124,641.12	\$11,549,849.97	\$59,378,257.63
10	2034	\$11.86	\$36.11	\$23.69	\$48,852,065.21	\$2,277,239.38	\$12,346,228.29	\$63,475,532.88
11	2035	\$12.47	\$37.97	\$24.91	\$52,218,414.04	\$2,439,928.80	\$13,197,518.02	\$67,855,860.86
12	2036	\$13.11	\$39.93	\$26.20	\$55,817,698.78	\$2,613,344.48	\$14,107,505.36	\$72,538,548.62
13	2037	\$13.79	\$41.99	\$27.55	\$59,665,800.26	\$2,798,160.20	\$15,080,237.61	\$77,544,198.07
14	2038	\$14.50	\$44.16	\$28.97	\$63,779,659.58	\$2,995,090.72	\$16,120,041.10	\$82,894,791.40
15	2039	\$15.25	\$46.44	\$30.47	\$68,177,347.33	\$3,204,894.20	\$17,231,540.50	\$88,613,782.03
16	2040	\$16.03	\$48.83	\$32.04	\$72,878,137.33	\$3,428,374.79	\$18,419,679.35	\$94,726,191.46
17	2041	\$16.86	\$51.35	\$33.69	\$77,902,585.05	\$3,666,385.35	\$19,689,742.02	\$101,258,712.42
18	2042	\$17.73	\$54.00	\$35.43	\$83,272,611.06	\$3,919,830.35	\$21,047,377.30	\$108,239,818.71
19	2043	\$18.65	\$56.79	\$37.26	\$89,011,589.79	\$4,189,668.90	\$22,498,623.43	\$115,699,882.12
20	2044	\$19.61	\$59.72	\$39.18	\$95,144,443.96	\$4,476,918.00	\$24,049,935.02	\$123,671,296.98

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Valor tiempo							
Velocidad de Recorrido (km/h)				Con Proyecto			
				Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2024	-	-	-	-	-	-	-
1 2025	53.03	50.83	50.92	\$12,212,209.29	\$2,156,825.28	\$10,972,833.19	\$25,341,867.76
2 2026	52.15	49.98	50.07	\$12,621,933.54	\$2,243,079.15	\$11,342,164.87	\$26,207,177.56
3 2027	51.28	49.15	49.24	\$13,046,235.31	\$2,331,630.42	\$11,723,927.79	\$27,101,793.52
4 2028	50.43	48.34	48.42	\$13,485,561.30	\$2,422,532.07	\$12,118,540.37	\$28,026,633.74
5 2029	49.59	47.54	47.62	\$13,940,370.36	\$2,515,838.22	\$12,526,435.11	\$28,982,643.69
6 2030	48.77	46.75	46.83	\$14,411,133.77	\$2,611,604.14	\$12,948,059.07	\$29,970,796.98
7 2031	47.96	45.97	46.05	\$14,898,335.54	\$2,709,886.30	\$13,383,874.36	\$30,992,096.20
8 2032	47.16	45.21	45.29	\$15,397,879.12	\$2,810,742.35	\$13,834,358.64	\$32,042,980.10
9 2033	46.38	44.46	44.53	\$15,914,713.53	\$2,914,231.18	\$14,300,005.65	\$33,128,950.36
10 2034	45.61	43.72	43.79	\$16,449,359.02	\$3,020,412.94	\$14,781,325.75	\$34,251,097.71
11 2035	44.85	42.99	43.07	\$17,002,349.82	\$3,129,349.06	\$15,278,846.48	\$35,410,545.36
12 2036	44.11	42.28	42.35	\$17,574,234.47	\$3,241,102.27	\$15,793,113.12	\$36,608,449.86
13 2037	43.38	41.58	41.65	\$18,165,576.17	\$3,355,736.63	\$16,324,689.33	\$37,846,002.13
14 2038	42.66	40.89	40.96	\$18,776,953.15	\$3,473,317.57	\$16,874,157.72	\$39,124,428.44
15 2039	41.95	40.21	40.28	\$19,408,959.06	\$3,593,911.90	\$17,442,120.53	\$40,444,991.49
16 2040	41.25	39.54	39.61	\$20,062,203.31	\$3,717,587.86	\$18,029,200.24	\$41,808,991.40
17 2041	40.57	38.88	38.95	\$20,737,311.48	\$3,844,415.11	\$18,636,040.31	\$43,217,766.90
18 2042	39.89	38.24	38.31	\$21,434,925.72	\$3,974,464.81	\$19,263,305.86	\$44,672,696.38
19 2043	39.23	37.60	37.67	\$22,155,705.14	\$4,107,809.61	\$19,911,684.36	\$46,175,199.12
20 2044	38.58	36.98	37.04	\$22,900,326.27	\$4,244,523.70	\$20,581,886.47	\$47,726,736.44

Costos Generalizados de Viaje			
Año	Situación Con Proyecto		
	COV	Tiempo	CGV
0 2024	-	-	-
1 2025	\$34,787,391.87	\$25,341,867.76	\$60,129,259.62
2 2026	\$37,190,898.88	\$26,207,177.56	\$63,398,076.44
3 2027	\$39,761,783.26	\$27,101,793.52	\$66,863,576.78
4 2028	\$42,511,571.36	\$28,026,633.74	\$70,538,205.09
5 2029	\$45,452,569.48	\$28,982,643.69	\$74,435,213.16
6 2030	\$48,597,915.74	\$29,970,796.98	\$78,568,712.72
7 2031	\$51,961,635.31	\$30,992,096.20	\$82,953,731.50
8 2032	\$55,545,942.76	\$32,042,980.10	\$87,588,922.87
9 2033	\$59,378,257.63	\$33,128,950.36	\$92,507,207.99
10 2034	\$63,475,532.88	\$34,251,097.71	\$97,726,630.60
11 2035	\$67,855,860.86	\$35,410,545.36	\$103,266,406.22
12 2036	\$72,538,548.62	\$36,608,449.86	\$109,146,998.48
13 2037	\$77,544,198.07	\$37,846,002.13	\$115,390,200.20
14 2038	\$82,894,791.40	\$39,124,428.44	\$122,019,219.84
15 2039	\$88,613,782.03	\$40,444,991.49	\$129,058,773.52
16 2040	\$94,726,191.46	\$41,808,991.40	\$136,535,182.86
17 2041	\$101,258,712.42	\$43,217,766.90	\$144,476,479.32
18 2042	\$108,239,818.71	\$44,672,696.38	\$152,912,515.09
19 2043	\$115,699,882.12	\$46,175,199.12	\$161,875,081.24
20 2044	\$123,671,296.98	\$47,726,736.44	\$171,398,033.41

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

TRAMO 10								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)					Con Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	\$7.54	\$22.96	\$15.06	\$30,512,750.19	\$1,288,221.06	\$6,844,339.48	\$38,645,310.74
2	2026	\$7.93	\$24.14	\$15.84	\$32,616,699.99	\$1,386,947.87	\$7,316,266.27	\$41,319,914.13
3	2027	\$8.34	\$25.39	\$16.66	\$34,867,671.64	\$1,492,433.32	\$7,820,733.08	\$44,180,838.04
4	2028	\$8.77	\$26.70	\$17.52	\$37,275,810.56	\$1,605,112.03	\$8,359,983.57	\$47,240,906.16
5	2029	\$9.22	\$28.08	\$18.42	\$39,851,947.33	\$1,725,445.50	\$8,936,416.14	\$50,513,808.97
6	2030	\$9.69	\$29.53	\$19.37	\$42,594,692.33	\$1,853,923.67	\$9,552,594.55	\$54,001,210.55
7	2031	\$10.19	\$31.05	\$20.37	\$45,527,999.33	\$1,991,066.69	\$10,211,259.31	\$57,730,325.33
8	2032	\$10.72	\$32.65	\$21.42	\$48,664,934.32	\$2,137,426.68	\$10,915,339.94	\$61,717,700.94
9	2033	\$11.27	\$34.34	\$22.53	\$52,019,440.61	\$2,293,589.69	\$11,667,967.91	\$65,980,998.21
10	2034	\$11.86	\$36.11	\$23.69	\$55,606,396.40	\$2,460,177.70	\$12,472,490.63	\$70,539,064.74
11	2035	\$12.47	\$37.97	\$24.91	\$59,441,676.15	\$2,637,850.77	\$13,332,486.32	\$75,412,013.25
12	2036	\$13.11	\$39.93	\$26.20	\$63,542,215.80	\$2,827,309.33	\$14,251,779.92	\$80,621,305.05
13	2037	\$13.79	\$41.99	\$27.55	\$67,926,082.24	\$3,029,296.57	\$15,234,460.10	\$86,189,838.91
14	2038	\$14.50	\$44.16	\$28.97	\$72,612,547.24	\$3,244,601.02	\$16,284,897.45	\$92,142,045.72
15	2039	\$15.25	\$46.44	\$30.47	\$77,622,166.10	\$3,474,059.21	\$17,407,763.93	\$98,503,989.23
16	2040	\$16.03	\$48.83	\$32.04	\$82,976,861.26	\$3,718,558.53	\$18,608,053.62	\$105,303,473.41
17	2041	\$16.86	\$51.35	\$33.69	\$88,700,011.42	\$3,979,040.30	\$19,891,104.97	\$112,570,156.68
18	2042	\$17.73	\$54.00	\$35.43	\$94,816,546.17	\$4,256,502.89	\$21,262,624.51	\$120,335,673.57
19	2043	\$18.65	\$56.79	\$37.26	\$101,353,046.80	\$4,552,005.19	\$22,728,712.23	\$128,633,764.22
20	2044	\$19.61	\$59.72	\$39.18	\$108,337,853.42	\$4,866,670.14	\$24,295,888.76	\$137,500,412.32

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Con Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	-	-	-	-	-	-	-
1	2025	54.97	53.70	52.51	\$13,408,067.59	\$2,187,951.63	\$10,748,852.80	\$26,344,872.02
2	2026	54.05	52.80	51.64	\$13,859,388.68	\$2,277,858.17	\$11,110,645.59	\$27,247,892.44
3	2027	53.16	51.93	50.78	\$14,326,701.81	\$2,370,176.54	\$11,484,615.86	\$28,181,494.21
4	2028	52.27	51.07	49.94	\$14,810,495.51	\$2,464,962.57	\$11,871,173.50	\$29,146,631.58
5	2029	51.41	50.22	49.11	\$15,311,271.56	\$2,562,273.25	\$12,270,742.19	\$30,144,287.00
6	2030	50.55	49.38	48.29	\$15,824,733.90	\$2,662,166.81	\$12,683,759.85	\$31,170,660.56
7	2031	49.71	48.56	47.49	\$16,356,060.75	\$2,764,702.73	\$13,110,679.16	\$32,231,442.63
8	2032	48.89	47.76	46.70	\$16,905,791.52	\$2,869,941.73	\$13,551,968.03	\$33,327,701.28
9	2033	48.08	46.97	45.93	\$17,474,480.11	\$2,977,945.87	\$14,008,110.13	\$34,460,536.11
10	2034	47.28	46.19	45.16	\$18,062,695.30	\$3,088,778.51	\$14,479,605.40	\$35,631,079.22
11	2035	46.49	45.42	44.42	\$18,671,021.13	\$3,202,504.37	\$14,966,970.60	\$36,840,496.10
12	2036	45.72	44.67	43.68	\$19,300,057.24	\$3,319,189.54	\$15,470,739.90	\$38,089,986.68
13	2037	44.96	43.92	42.95	\$19,950,419.27	\$3,438,901.52	\$15,991,465.43	\$39,380,786.22
14	2038	44.22	43.19	42.24	\$20,622,739.27	\$3,561,709.26	\$16,529,717.93	\$40,714,166.46
15	2039	43.48	42.48	41.54	\$21,317,666.10	\$3,687,683.15	\$17,086,087.33	\$42,091,436.57
16	2040	42.76	41.77	40.85	\$22,035,865.81	\$3,816,895.09	\$17,661,183.41	\$43,513,944.32
17	2041	42.05	41.08	40.17	\$22,778,022.13	\$3,949,418.51	\$18,255,636.50	\$44,983,077.15
18	2042	41.35	40.40	39.50	\$23,544,836.82	\$4,085,328.38	\$18,870,098.14	\$46,500,263.34
19	2043	40.67	39.73	38.85	\$24,337,030.18	\$4,224,701.28	\$19,505,241.77	\$48,066,973.23
20	2044	39.99	39.07	38.20	\$25,155,341.47	\$4,367,615.38	\$20,161,763.53	\$49,684,720.39

Estudio Socioeconómico
Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$38,645,310.74	\$26,344,872.02	\$64,990,182.76
2	2026	\$41,319,914.13	\$27,247,892.44	\$68,567,806.56
3	2027	\$44,180,838.04	\$28,181,494.21	\$72,362,332.25
4	2028	\$47,240,906.16	\$29,146,631.58	\$76,387,537.75
5	2029	\$50,513,808.97	\$30,144,287.00	\$80,658,095.97
6	2030	\$54,001,210.55	\$31,170,660.56	\$85,171,871.11
7	2031	\$57,730,325.33	\$32,231,442.63	\$89,961,767.96
8	2032	\$61,717,700.94	\$33,327,701.28	\$95,045,402.22
9	2033	\$65,980,998.21	\$34,460,536.11	\$100,441,534.33
10	2034	\$70,539,064.74	\$35,631,079.22	\$106,170,143.96
11	2035	\$75,412,013.25	\$36,840,496.10	\$112,252,509.35
12	2036	\$80,621,305.05	\$38,089,986.68	\$118,711,291.72
13	2037	\$86,189,838.91	\$39,380,786.22	\$125,570,625.13
14	2038	\$92,142,045.72	\$40,714,166.46	\$132,856,212.18
15	2039	\$98,503,989.23	\$42,091,436.57	\$140,595,425.80
16	2040	\$105,303,473.41	\$43,513,944.32	\$148,817,417.73
17	2041	\$112,570,156.68	\$44,983,077.15	\$157,553,233.83
18	2042	\$120,335,673.57	\$46,500,263.34	\$166,835,936.91
19	2043	\$128,633,764.22	\$48,066,973.23	\$176,700,737.46
20	2044	\$137,500,412.32	\$49,684,720.39	\$187,185,132.70

Fuente: Elaboración propia

NOTA 1: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

V. Evaluación del Proyecto de Inversión

a) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del Proyecto de Inversión

Etapas de ejecución.

La Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco tendrá un costo de \$161,000,000.00 con el Impuesto al Valor Agregado (IVA), los recursos provendrán del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD) 2024.

Inversión con recursos del PAD 2024

Tabla 74. Inversión con recurso del PAD 2024

Componentes					
Partida	Descripción	Cantidad	U	P.U S/IVA	Importe C/IVA
Terracerías	Cortes.	132,476.75	m2	\$80.53	\$12,375,289.11
	Recompactación al 100% AASTHO.	143,640.00	m2	\$9.09	\$1,514,597.62
	Formación de capa subrasante para zonas inestables.	9,495.50	m2	\$73.13	\$805,510.86
Drenaje y subdrenaje	Cuneta, según su tipo y sección f'c=150 kg/cm ² .	7,946.00	m	\$531.69	\$4,900,778.14
	Construcción de capas drenantes.	8,620.50	m2	\$109.69	\$1,096,875.87
	Limpieza de alcantarillas.	450.00	m	\$79.63	\$41,566.86
Pavimentos	Limpieza de pavimento.	54,260.00	m2	\$2.64	\$166,165.82
	Emulsión asfáltica tipo eci-60, en proporción de 1.5 lt/m ² .	143,640.00	m2	\$35.76	\$5,958,417.02
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 kg/m3, 6 lt/m ² .	143,640.00	m2	\$5.46	\$909,758.30
	Carpeta asfáltica de granulometría densa.	143,640.00	m2	\$493.07	\$82,156,506.77
	Riego de sello con material pétreo 3-a, en proporción de 12 lt/m ² .	161,140.00	m2	\$88.64	\$16,568,801.54
	Recorte de carpetas asfálticas de 8 cm de espesor.	22,820.00	m2	\$36.00	\$952,963.20
	Recuperación de producto de material de banco.	120,820.00	m2	\$75.91	\$10,638,877.59
	Producto de material de recuperado.	120,820.00	m2	\$23.76	\$3,329,992.51
	Producto estabilizador (cemento portland cpo-30r).	10,473.00	m2	\$1,253.64	\$15,230,071.20
Señalamiento y dispositivos de seguridad	Raya separadora de sentidos de circulación: raya continua sencilla.	27,900.00	m	\$19.92	\$644,690.88
	Raya separadora de sentidos de circulación: raya discontinua sencilla.	600.00	m	\$19.92	\$13,864.32
	Raya en la orilla del arroyo vial.	57,000.00	m	\$19.92	\$1,317,110.40
	Raya de alto, de 60 cm de ancho.	14.00	m	\$72.82	\$1,182.60
	Raya para cruce de peatones, de 40 cm de ancho.	366.00	m	\$46.81	\$19,873.65
	Raya con espaciamiento logarítmico, de 60 cm de ancho.	1,400.00	m	\$72.82	\$118,259.68
	Flechas.	8.00	pza	\$450.30	\$4,178.78
	Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color ámbar.	1,860.00	Pza	\$115.32	\$248,814.43
	Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color blanco.	40.00	Pza	\$115.32	\$5,350.85

Estudio Socioeconómico
Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

Botones retroreflejantes: de 10 x 10 cm color blanco.	3,800.00	Pza	\$115.32	\$508,330.56
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-6).	47.00	Pza	\$3,998.92	\$218,021.12
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-8).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-9).	2.00	Pza	\$3,998.92	\$9,277.49
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-10).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-11).	10.00	Pza	\$3,998.92	\$46,387.47
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-12).	18.00	Pza	\$3,998.92	\$83,497.45
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-32).	19.00	Pza	\$3,998.92	\$88,136.20
Señales preventivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sp-41).	18.00	Pza	\$3,998.92	\$83,497.45
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-6).	8.00	Pza	\$3,880.84	\$36,014.20
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-9).	35.00	Pza	\$3,880.84	\$157,562.10
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-22).	2.00	Pza	\$3,880.84	\$9,003.55
Señales restrictivas de 71 x 71 cm en acabado reflejante (sr-34).	8.00	Pza	\$3,880.84	\$36,014.20
Señales informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante (sid-8).	1.00	Pza	\$6,687.32	\$7,757.29
Señales informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante (sid-9).	2.00	Pza	\$6,687.32	\$15,514.58
Señales informativas de identificación kilometraje y ruta de , 35 x 122 cm @ 5 km.	5.00	Pza	\$3,329.47	\$19,310.93
Señales informativas de identificación kilometraje 35 x 76 cm @ 1 km.	22.00	Pza	\$2,705.06	\$69,033.13
Reductor de velocidad de 1.50 m x sección transversal	16.00	Pza	\$16,444.50	\$305,209.92
Reductor de velocidad de 4.50 m x sección transversal	2.00	Pza	\$36,848.54	\$85,488.61
Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m.	2.00	Pza	\$47,271.90	\$109,670.81
TOTAL				\$161,000,000.000

Fuente: Elaboración propia

Nota: Monto incluyen Impuesto al Valor Agregado.

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 se procederá a cerrar la circulación de dos carriles por cuerpo de circulación vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido, esto ocasiona que las velocidades de recorrido se disminuyan en un 5% supuesto por la Junta de Caminos del Estado de México en proyectos similares.

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: ⁹

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

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

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

En la siguiente tabla se muestra el costo por molestias mencionado para cada uno de los tramos.

⁹ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

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

Tabla 75. Costos por molestia

TRAMO 2									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)					Molestias				
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto En Construcción	0	2024	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$37,499,089.08	\$1,308,502.63	\$8,037,503.37	\$46,845,095.08
	0	2024	\$11.63	\$41.73	\$30.06	\$39,374,043.54	\$1,373,927.76	\$8,439,378.54	\$49,187,349.83

Valor tiempo									
					Molestias				
Velocidad de Recorrido (km/h)					Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto En Construcción	0	2024	54.22	51.82	50.28	\$11,369,058.58	\$1,330,298.52	\$6,936,760.81	\$19,636,117.92
	0	2024	51.51	49.23	47.77	\$11,967,430.09	\$1,400,314.23	\$7,301,853.49	\$20,669,597.81

TOTAL TRAMO 2									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$2,473,325.96	\$135,440.84	\$766,967.84	\$3,375,734.64	

Tramo 2				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias	
Molestias Anuales				12 Meses		\$3,375,734.64	

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 4							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)				Molestias			
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2024	\$11.08	\$39.74	\$28.63	\$115,284,282.79	\$4,868,822.14	\$29,378,242.46	\$149,531,347.40
En Construcción	0	2024	\$11.63	\$41.73	\$30.06	\$121,048,496.93	\$5,112,263.25	\$30,847,154.59	\$157,007,914.77
		Valor tiempo							
						Molestias			
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		Sin Proyecto	0	2024	52.41	50.00	49.29	\$36,159,089.73	\$5,130,356.08
En Construcción	0	2024	49.79	47.50	46.82	\$38,062,199.72	\$5,400,374.82	\$27,227,403.38	\$70,689,977.92
TOTAL TRAMO 2									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$7,667,324.13	\$513,459.85	\$2,830,282.29	\$11,011,066.27	
Tramo 4				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
Molestias Anuales				12 Meses		\$11,011,066.27			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

Sin Proyecto En Construcción	TRAMO 5									
	Costos de Operación Vehicular									
	COV (\$/km)				Molestias					
	Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
	Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
	0	2024	\$10.35	\$38.44	\$26.88	\$28,234,911.02	\$1,200,686.48	\$8,173,610.71	\$37,609,208.21	
0	2024	\$10.66	\$39.59	\$27.69	\$29,081,958.35	\$1,236,707.07	\$8,418,819.03	\$38,737,484.46		
Sin Proyecto En Construcción	Valor tiempo									
	Velocidad de Recorrido (km/h)				Molestias					
	Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
	Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
	0	2024	55.68	47.57	51.04	\$8,918,032.89	\$1,374,818.68	\$7,401,453.36	\$17,694,304.93	
	0	2024	54.01	46.15	49.51	\$9,193,848.34	\$1,417,338.85	\$7,630,364.29	\$18,241,551.47	
TOTAL TRAMO 5										
Molestias Anuales (\$)										
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
0	2024	Molestias TOTALES			\$1,122,862.78	\$78,540.76	\$474,119.25	\$1,675,522.79		
Tramo 5				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias				
Molestias Anuales				12 Meses		\$1,675,522.79				

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

TRAMO 6									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)					Molestias				
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$14,461,921.55	\$221,982.00	\$6,721,424.98	\$21,405,328.54
En Construcción	0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$15,185,017.63	\$233,081.10	\$7,057,496.23	\$22,475,594.97

Valor tiempo									
					Molestias				
Velocidad de Recorrido (km/h)					Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2024	59.02	48.88	53.89	\$4,872,102.03	\$373,905.98	\$3,629,102.72	\$8,875,110.72
En Construcción	0	2024	56.07	46.43	51.20	\$5,128,528.45	\$393,585.24	\$3,820,108.12	\$9,342,221.81

TOTAL TRAMO 6								
Molestias Anuales (\$)								
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2024	Molestias TOTALES			\$979,522.50	\$30,778.36	\$527,076.66	\$1,537,377.52

Tramo 6		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias	
Molestias Anuales		12 Meses		\$1,537,377.52	

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 8							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)				Molestias			
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$4,836,388.53	\$303,577.92	\$2,043,175.14	\$7,183,141.58
En Construcción	0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$5,078,207.95	\$318,756.81	\$2,145,333.90	\$7,542,298.66
		Valor tiempo							
						Molestias			
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario			
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		Sin Proyecto	0	2024	51.95	45.51	41.03	\$1,851,233.51	\$549,139.28
En Construcción	0	2024	49.35	43.24	38.98	\$1,948,666.85	\$578,041.35	\$1,525,354.32	\$4,052,062.52
TOTAL TRAMO 8									
Molestias Anuales (\$)									
Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2024	Molestias TOTALES			\$339,252.77	\$44,080.96	\$178,426.47	\$561,760.21	
Tramo 8				Tiempo de Ejecución		Monto por molestias			
Molestias Anuales				12 Meses		\$561,760.21			

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 9								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)				Molestias				
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
		Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	\$8.55	\$24.60	\$17.49	\$29,915,879.85	\$1,277,227.46	\$7,738,061.70	\$38,931,169.01
Sin Proyecto		0	2024	\$8.98	\$25.83	\$18.36	\$31,411,673.84	\$1,341,088.84	\$8,124,964.79	\$40,877,727.46
En Construcción										
		Valor tiempo								
						Molestias				
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
		Año		A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	51.02	49.20	48.41	\$12,485,835.27	\$2,209,345.98	\$11,352,350.42	\$26,047,531.66
		0	2024	48.47	46.74	45.99	\$13,142,984.49	\$2,325,627.34	\$11,949,842.54	\$27,418,454.38
Sin Proyecto										
En Construcción										
		TOTAL TRAMO 9								
		Molestias Anuales (\$)								
		Año					Auto	Autobús	Camión	TOTAL
		0	2024	Molestias TOTALES			\$2,152,943.22	\$180,142.74	\$984,395.21	\$3,317,481.17
		Tramo 9		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias				
		Molestias Anuales		12 Meses		\$3,317,481.17				

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

		TRAMO 10								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)				Molestias				
		Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		0	2024	\$9.16	\$25.43	\$42.69	\$36,458,727.00	\$1,391,149.53	\$19,081,661.96	\$56,931,538.49
Sin Proyecto	0	2024	\$9.61	\$26.71	\$44.82	\$38,281,663.35	\$1,460,707.01	\$20,035,745.06	\$59,778,115.41	
En Construcción										
		Valor tiempo								
						Molestias				
		Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		0	2024	51.44	50.36	48.15	\$14,093,981.93	\$2,274,299.12	\$11,531,378.57	\$27,899,659.63
		0	2024	48.87	47.84	45.74	\$14,835,770.46	\$2,393,999.08	\$12,138,293.24	\$29,368,062.77
Sin Proyecto										
En Construcción										
		TOTAL TRAMO 10								
		Molestias Anuales (\$)								
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		0	2024	Molestias TOTALES			\$2,564,724.87	\$189,257.43	\$1,560,997.76	\$4,314,980.06
		Tramo 10		Tiempo de Ejecución		Monto por molestias				
		Molestias Anuales		12 Meses		\$4,314,980.06				

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los tramos 1, 3 y 7, solo se tienen trabajos de señalamiento, por lo que no se intervendrá la superficie de rodamiento, motivo por el cual, no se ven afectaciones ni mejoras en tiempos de recorrido, velocidad y CGV's.

Tabla 76. Molestias Totales Anuales

Tramos	Molestias totales
Tramo 2	\$3,375,734.64
Tramo 4	\$11,011,066.27
Tramo 5	\$1,675,522.79
Tramo 6	\$1,537,377.52
Tramo 8	\$561,760.21
Tramo 9	\$3,317,481.17
Tramo 10	\$4,314,980.06
Total	\$25,793,922.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Molestias por alternativa

Molestias	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$25,793,922.66
Molestias Mensuales	1 Mes	\$2,149,493.55
Alternativa A	3 Meses	\$6,448,480.66
Alternativa B	5 Meses	\$10,747,467.77

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle del cálculo de costos por molestias ver la pestaña Molestias de la memoria de cálculo.

Etapas de operación.

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, que incluye bacheo general, renivelaciones, riego de sello y señalamiento horizontal y vertical para los años 3, 6, 9, 12, 15 y 18; con una sobrecarpeta cada 10 años, es decir para el año 10. 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.

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco

✓ 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.¹⁰

- 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.

¹⁰ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

- 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. Se considera un bacheo aislado de 5 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 8 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.
- 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**

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 la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, Rehabilitación de terraplenes, rehabilitación de bases, Rehabilitación de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.¹¹

Dentro de la conservación periódica se consideran 2 tipos siendo estas las siguientes:

✓ **Conservación Periódica (Riego de Sello) (Cada 3 años)**

- 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. Se considera un bacheo aislado de 7.0 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 8 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.
- 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 son las 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 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.

¹¹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

✓ **Conservación Periódica (Sobrecarpeta) Cada 10 años:**

- Carpeta asfáltica 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. Se considera una Sobrecarpeta de 5 cm de espesor debido a que solo se sustituirá parcialmente el espesor de la carpeta de 8 cm de espesor considerada en la situación con proyecto.
- 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 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.

Estos trabajos son diferentes a una rehabilitación ya que se considera como rehabilitación a la modificación parcial o total de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

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 la formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramos, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios.”¹²

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
- Conservación periódica:
 - ✓ Riego de Sello: Cada 3 años
 - ✓ Sobrecarpeta: Cada 10 años

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

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado:

¹² GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Tabla 78 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
Longitud =		27130.00	m	
Ancho =		7.00	m	
Área =		189,910.00	m ²	
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			(ANUAL)	(13 VECES)
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Limpieza	m ²	189,910	\$2.20	\$417,802.00
Bacheo aislado (5 cm)	m ²	2,849	\$310.00	\$883,081.50
Señalamiento horizontal	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$4,987,900.00
TOTAL +SIN IVA=				\$4,299,913.79
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)			3 AÑOS	(6 VECES)
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Bacheo aislado (7 cm)	m ²	18,991	\$435.00	\$8,261,085.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m ²	2,326	\$225.00	\$523,439.44
Riego de sello	m ²	189,910	\$88.00	\$16,712,080.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$33,054,900.00
TOTAL +SIN IVA=				\$28,495,603.45
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)			10 AÑOS	(1 VEZ)
Conceptos	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Sobrecarpeta (5cm)	m ²	189,910	\$310.00	\$58,872,100.00
Fresado de carpeta (5cm)	m ²	189,910	\$75.00	\$14,243,250.00
Señalamiento	m	149,952	\$20.00	\$2,999,040.00
TOTAL + IVA=				\$88,292,700.00
TOTAL +SIN IVA=				\$76,114,396.55

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas.

Tabla 79 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto

ALTERNATIVA A				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
2	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
3		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45
4	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
5	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
6		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45

7	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
8	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
9		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45
10			\$76,114,396.55	\$76,114,396.55
11	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
12		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45
13	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
14	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
15		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45
16	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
17	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
18		\$28,495,603.45		\$28,495,603.45
19	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79
20	\$4,299,913.79			\$4,299,913.79

Fuente: Dirección General de Conservación de Carreteras, SCT.

b) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del Proyecto de Inversión

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

Ahorro en costos totales de operación

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 hará uso de los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 753 2023, 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. *(Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023)*

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 20 años del horizonte del proyecto.

A continuación, se presenta el resumen de los tramos con los costos totales de operación vehicular para las situaciones sin y con proyecto, en el primer año óptimo de operación.

Tabla 80 Costos de Operación Vehicular.

Costos de Operación Vehicular				
Año		Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Beneficios totales
		COV	COV	COV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$57,888,250.82	\$38,645,310.74	\$19,242,940.08
2	2026	\$61,890,760.43	\$41,319,914.13	\$20,570,846.30
3	2027	\$66,171,565.36	\$44,180,838.04	\$21,990,727.32
4	2028	\$70,749,829.44	\$47,240,906.16	\$23,508,923.27
5	2029	\$75,646,017.01	\$50,513,808.97	\$25,132,208.04
6	2030	\$80,866,248.39	\$54,001,210.55	\$26,865,037.83
7	2031	\$86,447,963.57	\$57,730,325.33	\$28,717,638.24
8	2032	\$92,415,947.89	\$61,717,700.94	\$30,698,246.95
9	2033	\$98,796,662.32	\$65,980,998.21	\$32,815,664.11
10	2034	\$105,618,355.23	\$70,539,064.74	\$35,079,290.50
11	2035	\$112,911,181.45	\$75,412,013.25	\$37,499,168.20
12	2036	\$120,707,329.11	\$80,621,305.05	\$40,086,024.07
13	2037	\$129,041,154.99	\$86,189,838.91	\$42,851,316.08
14	2038	\$137,949,328.56	\$92,142,045.72	\$45,807,282.85
15	2039	\$147,470,985.67	\$98,503,989.23	\$48,966,996.43
16	2040	\$157,647,892.16	\$105,303,473.41	\$52,344,418.75
17	2041	\$168,524,618.40	\$112,570,156.68	\$55,954,461.72
18	2042	\$180,148,725.07	\$120,335,673.57	\$59,813,051.50
19	2043	\$192,570,961.29	\$128,633,764.22	\$63,937,197.07
20	2044	\$205,845,475.62	\$137,500,412.32	\$68,345,063.30

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

Ahorro en tiempo de viaje

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

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín Notas 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 81 Configuración del valor del tiempo.

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)(2024)	248.93
Valor tiempo por motivo de trabajo	92.11
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	55.26
% 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)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte.

En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar.

Tabla 82 Costos Valor Tiempo.

Costo valor tiempo				
Año		Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Beneficios totales
		Tiempo	Tiempo	Tiempo
0	2024	-	-	-
1	2025	\$28,382,877.30	\$26,344,872.02	\$2,038,005.28
2	2026	\$29,355,574.09	\$27,247,892.44	\$2,107,681.65
3	2027	\$30,361,211.71	\$28,181,494.21	\$2,179,717.49
4	2028	\$31,400,818.72	\$29,146,631.58	\$2,254,187.13
5	2029	\$32,475,454.12	\$30,144,287.00	\$2,331,167.13
6	2030	\$33,581,066.69	\$31,170,660.56	\$2,410,406.14
7	2031	\$34,723,747.08	\$32,231,442.63	\$2,492,304.45
8	2032	\$35,904,646.73	\$33,327,701.28	\$2,576,945.45
9	2033	\$37,124,951.16	\$34,460,536.11	\$2,664,415.04
10	2034	\$38,385,880.92	\$35,631,079.22	\$2,754,801.70
11	2035	\$39,688,692.68	\$36,840,496.10	\$2,848,196.57
12	2036	\$41,034,680.21	\$38,089,986.68	\$2,944,693.53
13	2037	\$42,425,175.49	\$39,380,786.22	\$3,044,389.27
14	2038	\$43,861,549.84	\$40,714,166.46	\$3,147,383.39
15	2039	\$45,345,215.04	\$42,091,436.57	\$3,253,778.47
16	2040	\$46,877,624.50	\$43,513,944.32	\$3,363,680.18
17	2041	\$48,460,274.51	\$44,983,077.15	\$3,477,197.36
18	2042	\$50,094,705.44	\$46,500,263.34	\$3,594,442.10
19	2043	\$51,782,503.09	\$48,066,973.23	\$3,715,529.85
20	2044	\$53,525,299.93	\$49,684,720.39	\$3,840,579.55

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, multiplicado por el total de días al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 20 años del horizonte del proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados y beneficios del proyecto.

Tabla 83 Costos Generalizados de Viaje con Proyecto

Costos Generalizados de Viaje				
Año		Situación Sin Proyecto	Situación Con Proyecto	Beneficios totales
		CGV	CGV	CGV
0	2024	-	-	-
1	2025	\$86,271,128.12	\$64,990,182.76	\$21,280,945.36
2	2026	\$91,246,334.52	\$68,567,806.56	\$22,678,527.95
3	2027	\$96,532,777.07	\$72,362,332.25	\$24,170,444.81
4	2028	\$102,150,648.15	\$76,387,537.75	\$25,763,110.41
5	2029	\$108,121,471.14	\$80,658,095.97	\$27,463,375.17
6	2030	\$114,447,315.08	\$85,171,871.11	\$29,275,443.97
7	2031	\$121,171,710.65	\$89,961,767.96	\$31,209,942.69
8	2032	\$128,320,594.62	\$95,045,402.22	\$33,275,192.40
9	2033	\$135,921,613.47	\$100,441,534.33	\$35,480,079.15
10	2034	\$144,004,236.15	\$106,170,143.96	\$37,834,092.20
11	2035	\$152,599,874.12	\$112,252,509.35	\$40,347,364.77
12	2036	\$161,742,009.32	\$118,711,291.72	\$43,030,717.60
13	2037	\$171,466,330.48	\$125,570,625.13	\$45,895,705.35
14	2038	\$181,810,878.41	\$132,856,212.18	\$48,954,666.23
15	2039	\$192,816,200.71	\$140,595,425.80	\$52,220,774.90
16	2040	\$204,525,516.67	\$148,817,417.73	\$55,708,098.93
17	2041	\$216,984,892.91	\$157,553,233.83	\$59,431,659.08
18	2042	\$230,243,430.52	\$166,835,936.91	\$63,407,493.60
19	2043	\$244,353,464.38	\$176,700,737.46	\$67,652,726.92
20	2044	\$259,370,775.55	\$187,185,132.70	\$72,185,642.84

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

c) Cálculo de Indicadores de Rentabilidad

Tabla 84. Indicadores de rentabilidad del proyecto

Indicadores de Rentabilidad								
Año		Costos				Total Beneficios	Flujos Nominales	Valor presente
		Inversión S/IVA	Mantenimiento	Molestias por Construcción	Total costos			
0	2024	138,793,103	-	6,448,481	145,241,584		-145,241,584	- 145,241,584
1	2025		4,299,914		4,299,914	78,627,265	74,327,352	67,570,320
2	2026		4,299,914		4,299,914	83,808,596	79,508,682	65,709,654
3	2027		28,495,603		28,495,603	89,337,907	60,842,303	45,711,723

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

4	2028		4,299,914		4,299,914	95,241,501	90,941,588	62,114,328
5	2029		4,299,914		4,299,914	101,544,766	97,244,852	60,381,402
6	2030		28,495,603		28,495,603	108,270,492	79,774,889	45,030,845
7	2031		4,299,914		4,299,914	115,449,981	111,150,067	57,037,559
8	2032		4,299,914		4,299,914	123,113,537	118,813,623	55,427,432
9	2033		28,495,603		28,495,603	131,295,770	102,800,167	43,597,306
10	2034		76,114,397		76,114,397	140,031,776	63,917,379	24,642,917
11	2035		4,299,914		4,299,914	149,359,007	145,059,093	50,842,327
12	2036		28,495,603		28,495,603	159,317,431	130,821,828	41,683,866
13	2037		4,299,914		4,299,914	169,949,696	165,649,782	47,982,841
14	2038		4,299,914		4,299,914	181,301,309	177,001,395	46,609,999
15	2039		28,495,603		28,495,603	193,420,827	164,925,223	39,481,787
16	2040		4,299,914		4,299,914	206,360,056	202,060,142	43,974,174
17	2041		4,299,914		4,299,914	220,174,272	215,874,359	42,709,591
18	2042		28,495,603		28,495,603	234,937,059	206,441,456	37,130,310
19	2043		4,299,914		4,299,914	250,698,191	246,398,277	40,288,087
20	2044		4,299,914		4,299,914	267,524,896	263,224,982	39,126,716

Valor Presente Neto (VPN)	\$811,811,602.95
Tasa Interna de Retorno (TIR)	54.85%
Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)	51.17%
B/C	6.59

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

d) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad. Para ello se consideraron 3 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

Inversión inicial. - Se refiere al costo de construcción del proyecto, es indudable la importancia de esta variable en un análisis costo beneficio, dado que con un incremento en ella podría dejar de ser rentable el proyecto, por lo que el análisis de sensibilidad a la inversión nos permitirá identificar hasta que costo de inversión seguiría siendo rentable.

Costos de mantenimiento. - Los costos de mantenimiento conforman el segundo grupo de costos para el análisis costo-beneficio, considerando este grupo se tendría entonces analizada la sensibilidad del proyecto a los costos que incurriría el proyecto durante el horizonte de análisis, de ahí la importancia de considerarlo.

Demanda del proyecto. - La demanda es una variable que debe de ser considerada en un análisis de sensibilidad de un proyecto. Todo proyecto de inversión económica está dirigido a la satisfacción de una demanda y su comportamiento en el período de análisis es un valor estimado que conlleva un cierto grado de incertidumbre, por lo que es necesario ver qué pasaría con la rentabilidad del proyecto si la demanda en mayor o menor a fin de decidir adecuadamente en el tamaño óptimo o la posible postergación.

El análisis de sensibilidad arrojó los siguientes resultados:

Estudio Socioeconómico
*Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco*

Tabla 85 Análisis de Sensibilidad

Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	
Inversión	40.00%	\$ 895,087,465.02	122.35%	119.95%	Proyecto
	50.00%	\$ 881,208,154.67	100.65%	98.00%	
	60.00%	\$ 867,328,844.33	85.73%	82.84%	
	70.00%	\$ 853,449,533.98	74.86%	71.74%	
	80.00%	\$ 839,570,223.64	66.59%	63.27%	
	90.00%	\$ 825,690,913.29	60.09%	56.58%	
	100.00%	\$ 811,811,602.95	54.85%	51.17%	
	200.00%	\$ 673,018,499.50	30.57%	26.17%	
	300.00%	\$ 534,225,396.05	21.83%	17.58%	
	600.00%	\$ 117,846,085.71	11.55%	8.86%	
	684.91%	\$ -	10.00%	7.77%	
	700.00%	-\$ 20,947,017.74	9.75%	7.60%	
	800.00%	-\$ 159,740,121.19	8.30%	6.66%	
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	
Mantenimiento	40.00%	\$ 886,359,495.57	58.41%	52.95%	Proyecto
	50.00%	\$ 873,934,846.80	57.82%	52.66%	
	60.00%	\$ 861,510,198.03	57.23%	52.36%	
	70.00%	\$ 849,085,549.26	56.64%	52.06%	
	80.00%	\$ 836,660,900.49	56.05%	51.77%	
	90.00%	\$ 824,236,251.72	55.45%	51.47%	
	100.00%	\$ 811,811,602.95	54.85%	51.17%	
	200.00%	\$ 687,565,115.25	48.65%	48.21%	
	500.00%	\$ 314,825,652.16	27.54%	39.33%	
	700.00%	\$ 66,332,676.77	13.18%	33.41%	
	753.39%	\$ -	10.00%	31.83%	
	800.00%	-\$ 57,913,810.93	7.50%	30.45%	
	900.00%	-\$ 182,160,298.63	2.91%	27.49%	
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	
Demanda	15.00%	-\$ 107,293,120.60	0.66%	5.16%	Proyecto
	20.00%	-\$ 53,228,136.86	5.84%	7.87%	
	24.92%	\$ -	10.00%	10.53%	
	30.00%	\$ 54,901,830.62	13.77%	13.28%	
	50.00%	\$ 271,161,765.57	26.48%	24.11%	
	70.00%	\$ 487,421,700.52	38.03%	34.93%	
	100.00%	\$ 811,811,602.95	54.85%	51.17%	
	150.00%	\$ 1,352,461,440.33	82.50%	78.24%	
	200.00%	\$ 1,893,111,277.70	109.97%	105.31%	
	250.00%	\$ 2,433,761,115.08	137.35%	132.38%	
	300.00%	\$ 2,974,410,952.46	164.65%	159.45%	
	350.00%	\$ 3,515,060,789.84	191.92%	186.51%	
	400.00%	\$ 4,055,710,627.22	219.14%	213.58%	

Fuente: Elaboración propia

e) 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 realizar los diversos componentes de la vialidad. Esta situación a pesar 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 construcciones 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.

Tabla 86 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACIÓN 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 caso de		100%	M	M

Estudio Socioeconómico

Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	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 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.		100%	B	B
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 insolvencia 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		100%	B	A

Estudio Socioeconómico
Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el
municipio de Morelos y Atlacomulco

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	evento en que las causas de los daños objeto del siniestro, sean imputables al CONTRATISTA.				
	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
	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

Tabla 87. Medidas de mitigación de riesgos del proyecto

RIESGOS	Medida de Mitigación
Regulatorio	Adaptación del Proyecto al marco regulatorio técnico a través de los canales institucionales.
Diseño	Detalle de especificaciones técnicas en el anexo de la licitación.
Construcción	Adecuada Evaluación Técnica del Proyecto en fase de licitación. Cumplimiento al Programa de ejecución de obra.
Financiero	Adecuada Evaluación Económica del proyecto en fase de licitación. Planeación Presupuestal para la autorización de los recursos de las diferentes fuentes de financiamiento; y términos y condiciones contractuales.
Aseguramiento	Términos y Condiciones Contractual.
Ambiental	Autorización Ambiental.
Fuerza Mayor Asegurable	Seguro.
Fuerza Mayor NO Asegurable	Fuerza Mayor.
Político Social	Acciones de Atención Ciudadana.
Terminación Anticipada	Fianza de Cumplimiento.

VI. Conclusiones y recomendaciones

La “Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco” **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 a lo largo de 27.13 km en total, distribuidos en un cuerpo de circulación con dos carriles de operación, 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, de igual manera se colocará señalamiento horizontal y vertical ayudando a direccionar y delimitar las condiciones geométrías del camino. 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 del municipio de Morelos al municipio de Atlacomulco y 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, eleva los índices de seguridad y mejorar 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 la Reconstrucción del Camino Km. 3.3 (Villa Del Carbón - Chapa De Mota) – Atlacomulco, en el municipio de Morelos y Atlacomulco se verá beneficiada también en los siguientes aspectos:

- Disminuir costos generalizados de viaje
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

El proyecto registra una serie de indicadores positivos como una Tasa Interna de Retorno (TIR) equivalente al 54.85%; una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) de 51.17% lo cual registra un indicador Superior a la tasa mínima aceptable para proyectos sociales del 10%. El Valor Presente Neto (VPN) Social del proyecto asciende a un poco más de 811 millones. La Tasa de Rentabilidad

Inmediata (TIR) de 53.42% lo cual indica que el proyecto es compatible con el momento óptimo para iniciar la inversión.

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, ya que en base a los beneficios cuantificables se presentó:

- Una relación Beneficio/Costo (B/C) igual o superior a la unidad (**B/C** > **1**), ya que representa la utilidad que se obtendrá por cada peso invertido.
- 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, del municipio de Morelos y Atlacomulco , 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.

El momento socialmente óptimo para la inversión es de inmediato, a fin reducir los COV.

VII. Bibliografía

LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Notas núm. 195 enero-febrero 2022, Artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023 IMT
Publicación técnica no 653.

Manual para la Evaluación de Proyectos de Carreteras Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

Responsables de la Información

Ramo: Secretaria de Movilidad

Entidad: Estado de México

Área Responsable: Junta de Caminos del Estado de México.

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Ing. Jesús Arturo Velázquez Ortega	Subdirector de Estudios y Proyectos		05/08/2024

Versión	Fecha
2.0	05/08/2024

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.