



Rehabilitación de la Carretera La Quemada - Lázaro Cárdenas del Km 0+000 al Km 47+700

Análisis Costo – Beneficio Simplificado

Enero 2024

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

1 Tabla de Contenido

I.	TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS	3
II.	RESUMEN EJECUTIVO	5
III.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	11
A)	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
1.1.1	Contexto Estatal.....	11
1.1.2	Características Demográficas	12
1.1.3	Ubicación Geográfica y contexto del área de estudio.....	14
1.1.4	Análisis de la Situación Actual	19
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	21
Infraestructura	21	
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	29
Usuarios de la Infraestructura	29	
Comportamiento de la Demanda.....	30	
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	34
IV.	SITUACIÓN SIN EL PPI	37
A)	OPTIMIZACIONES	37
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA	38
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	38
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON OPTIMIZACIONES	39
E)	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	41
Alternativa 1	41	
Alternativa 2	41	
V.	SITUACIÓN CON EL PPI	45
A)	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	45
B)	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	47
C)	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	49
D)	CALENDARIO DE ACTIVIDADES	51
E)	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	52
F)	FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	52
G)	CAPACIDAD INSTALADA	52
H)	METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	53
I)	VIDA ÚTIL	53
J)	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	54
K)	ANÁLISIS DE LA OFERTA	55
L)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	55
M)	INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA.....	56
VI.	EVALUACIÓN DEL PPI.....	59
A)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS	59
Costos de Inversión	59	
Costos de Mantenimiento	59	
Costos por Molestias.....	60	
B)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS.	62
C)	CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	63
D)	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	66
E)	ANÁLISIS DE RIESGOS	69
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
VIII.	ANEXOS	71
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	72

TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS

Índice de Tablas

Tabla 1. Monto de Inversión del proyecto (Sin IVA, Pesos de 2024).	7
Tabla 2. Costos de operación y mantenimiento. (Pesos/Km de 2024)	7
Tabla 3. Población de los 3 Municipios más Poblados del Estado	13
Tabla 4. Principales Actividades Económicas por Sector Productivo	13
Tabla 5. Primeros Lugares de Producción Agrícola a Nivel Nacional	13
Tabla 6. Características físicas de la infraestructura en la situación actual	22
Tabla 7. Características del índice de Regularidad Internacional	25
Tabla 8. Resultados Obtenidos Durante el Aforo Vehicular Practicado <i>In Situ</i>	30
Tabla 9. Características de la Demanda y Composición Vehicular en la situación actual	31
Tabla 10. Tasa de crecimiento histórico del aforo vehicular	32
Tabla 11. Evolución de la Demanda en la Situación Actual, Tramo 1	33
Tabla 12. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Actual	34
Tabla 13. Nivel de servicio en la Situación Actual	35
Tabla 14. Valores Base para el Cálculo de CGV	36
Tabla 15. Costos Generalizados de viaje en la Situación Actual (cantidades en miles de pesos)	36
Tabla 16. Acciones de Optimización y sus Respectivos Costos (pesos de 2024)	37
Tabla 17. Oferta Sin Proyecto	38
Tabla 18. Evolución de la Demanda en la Situación Sin Proyecto (Idéntica en cada Tramo)	38
Tabla 19. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Sin Proyecto	39
Tabla 20. Nivel de servicio en la Situación Sin Proyecto	40
Tabla 21. Costos Generalizados de viaje en la Situación Sin Proyecto (cantidades en miles de pesos)	40
Tabla 22. Componentes de la Alternativa 1 y Monto de Inversión	41
Tabla 23.-Tipo de proyecto en estudio	45
Tabla 24. Alineación Estratégica del proyecto	48
Tabla 25. Ubicación de Tramos para Efectos de Estudio	50
Tabla 26. Calendario de Avance Físico y Financiero Projectado, con IVA.	51
Tabla 27. Inversiones del proyecto del recurso 2021	52
Tabla 28. Fuente de los recursos (IVA incluido)	52
Tabla 29. Oferta del Proyecto	52
Tabla 30. Nivel de servicio en la Situación Con Proyecto	53
Tabla 31.- Metas físicas anuales	53
Tabla 32. Oferta en la Situación con Proyecto.	55
Tabla 33. Evolución de la Demanda en la Situación Con Proyecto (cualquier tramo)	55
Tabla 34. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Actual	56
Tabla 35. Nivel de servicio en la Situación Con Proyecto	57
Tabla 36. Costos Generalizados de viaje en la Situación Con Proyecto (cantidades en miles de pesos)	57
Tabla 37. Monto de Inversión del Proyecto de Rehabilitación (pesos de 2024)	59
Tabla 38. Velocidades Esperadas Durante el Periodo de Ejecución del Proyecto	60
Tabla 39. Determinación del Costo Por Molestias Durante la Ejecución	61
Tabla 40. Valores Base para el Cálculo de CGV	62
Tabla 41. Ahorros Totales Gracias al Proyecto (Beneficios)	63
Tabla 42.- Determinación del Flujo Relevante del Proyecto (Pesos de 2024)	64
Tabla 43. Indicadores de Rentabilidad (Pesos de 2024)	64
Tabla 44.- Resumen del análisis de sensibilidad	66
Tabla 45.- Análisis de Sensibilidad al Monto de Inversión (mdp de 2024)	67
Tabla 46. Análisis de Sensibilidad al TDPA Base	68
Tabla 47. Riesgos, impacto y medidas de mitigación para el proyecto	69

Índice de Figuras

Figura 1. Chihuahua.- Proporción Territorial de Chihuahua Respecto al Resto del País.	11
Figura 2. Chihuahua.- Estados y Territorios Colindantes con el Estado de Chihuahua.	12
Figura 3. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en el Contexto Estatal y Nacional.	15
Figura 4. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en Relación a la Capital de Estado	15
Figura 5. Colindancias y Principales Localidades del Municipio de Namiquipa, Chih.	16
Figura 6. Ubicación del Proyecto Respecto al Municipio de Cuauhtémoc, Chih.	17
Figura 7. Principales Tipos de Negocios en el Área de Influencia según DENUÉ de INEGI	17
Figura 8. Clasificación y Usos de Suelo en el Área de Influencia	18
Figura 9. Población en Situación de Vulnerabilidad Social por Municipio en Cuauhtémoc y su Entorno	18
Figura 10. Grado de Marginación en el Municipio en Cuauhtémoc y su Entorno	19
Figura 11. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación	21
Figura 12. Sección transversal frente a Lázaro Cárdenas	23
Figura 13. Sección transversal en el km 20+000	23
Figura 14. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación	29
Figura 15. Acciones Propuestas para al Proyecto Alternativo y su Monto de Inversión, Tramo 2	42
Figura 16. Acciones de Conservación, Costos y Frecuencia	42
Figura 17. Flujo Relevante de la Alternativa 1	42
Figura 18. Flujo Relevante de la Alternativa 2	43
Figura 19. Indicadores de Rentabilidad de Cada Alternativa	44
Figura 20. Reconstrucción a Nivel Terracerías	45
Figura 21. Reconstrucción a Nivel Subrasante	46
Figura 22. Reconstrucción a Nivel Base	46
Figura 23. Reconstrucción a Nivel Carpeta	47
Figura 24. Reconstrucción a Nivel Sobrecarpeta	47
Figura 25. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en el Contexto Estatal y Nacional.	49
Figura 26. Municipio de Cuauhtémoc, Chih., y Ubicación el Tramo Carretero	50
Figura 27. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación	51
Figura 28. Acciones de Conservación, Costos y Frecuencia	59
Figura 29. Costos por Tipo de Conservación y Frecuencia	60

Índice de Gráficos

Gráfica 1. Población de Chihuahua por Edad y Sexo 2020 (miles de habitantes)	12
Gráfica 2. Aportación al PIB Nacional de los Primeros 16 Lugares	14
Gráfica 3. Escala de Valores del IRI y las Características de los Pavimentos	24
Gráfica 4. Histograma de Aforo Vehicular por Hora y Día de la Semana	31
Gráfica 5. Sensibilidad a la Proporción de Vehículos en Periodo de Alta Demanda.	68

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Tramo en Condiciones Aceptables en la Situación Actual.....	20
Fotografía 2. Tramo en Malas Condiciones en la Situación Actual	20
Fotografía 3. Tramo en Malas Condiciones en la Situación Actual	24
Fotografía 4. Tramos Carreteros con IRI de 2 a 4 m/Km	25
Fotografía 5. Tramos Carreteros con IRI de 5 a 7 m/Km	25
Fotografía 6. Tramos Carreteros con IRI de 7 a 9 m/Km	26
Fotografía 7. Acceso a Predio Particular a Orilla de la Carretera	26
Fotografía 8. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 28.97491, -107.02900	27
Fotografía 9. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 29.10761, -107.02063	27
Fotografía 10. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 29.11335, -107.02137	28

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

Rehabilitación de la Carretera La Quemada - Lázaro Cárdenas del Km 0+000 al Km 47+700

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo del proyecto de rehabilitación es mejorar las condiciones físicas de la Carretera La Quemada - Lázaro Cárdenas del Km 0+000 al Km 47+700, en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua.

La rehabilitación permitirá incrementar las velocidades de circulación en la vialidad, lo que se traducirá en una reducción del tiempo de traslado de personas y mercancías, así como en el Costo de Operación Vehicular (COV), efectos que, sumados, se conocen con el nombre de Costo Generalizado de Viaje (CGV) y cuya disminución se traducirá en el beneficio a perseguir como principal objetivo.

Problemática Identificada

La problemática principal es la mala condición de la superficie de rodamiento en tramos prolongados de la carretera La Quemada – Lázaro Cárdenas, la presencia de imperfecciones, baches, roderas, desprendimiento de agregados, expulsión de finos y trabajos mal ejecutados de bacheo. Lo que genera un IRI entre 6.8 hasta 8.5 m/km rangos clasificados muy por encima de los 3.5 m/km como máximo aceptable.

La presencia de todas las fallas estructurales mencionadas, provocan una circulación que no es uniforme por la zona, toda vez que los usuarios procuran esquivar las imperfecciones, incrementando con ello la inseguridad de tránsito puesto que en ocasiones se presentan invasiones al carril de sentido opuesto o circulación a bajas velocidades, lo que contribuye a entorpecer el flujo continuo y seguro de la vía. Aunado a la alta proporción de vehículos pesados estimada en 14.47%.



Dicha condición provoca un incremento en el CGV debido a las bajas velocidades de circulación que se traducen en un incremento en el tiempo de traslado de ocupantes de los vehículos y de las mercancías que transportan, así como en un incremento en los COV debido a que los conductores se ven obligados a circular a velocidades por debajo de la velocidad de crucero, con velocidades de 70 km/h en terreno plano para vehículos donde la velocidad de diseño se estima entre 80 y 90 km/h.

Breve descripción del PPI

Los trabajos de rehabilitación se realizarán a diferentes niveles de intervención, dependiendo del grado de deterioro que presente la estructura en tramos con características similares, por ejemplo:

- Reconstrucción de tramos hasta nivel de terracerías, cortando la estructura total existente del mismo
- Reconstrucción de tramos hasta nivel de subrasante, cortando la estructura hasta ese nivel
- En las zonas donde únicamente se encuentre dañada la carpeta asfáltica, se reconstruirá hasta nivel de base hidráulica, eliminado la carpeta asfáltica, recomcompactando la base existente y utilizándola como capa subrasante
- Para rehabilitar los tramos a nivel carpeta, se realizará un fresado de la capa de pavimento existente en un espesor de 4.0 cm en todo el ancho de corona, renivelando y realizando bacheo superficial en tramos aislados
- Terminados los trabajos de rehabilitación, se aplicará pintura de señalamiento horizontal en toda la longitud del camino y la colocación de vialetas y boyas metálicas

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El proyecto contempla un año de periodo de ejecución, más 15 años de vida útil, por lo que el Horizonte de Evaluación es de 16 años.

Descripción de los principales costos del PPI

Los principales costos son los siguientes:

a) Costos de Inversión

Tabla 1. Monto de Inversión del proyecto (Sin IVA, Pesos de 2024).

COMPONENTES/RUBROS	MONTO DE INVERSIÓN
Terracerías	62,991,112.00
Pavimentos	79,182,701.24
Conservación	517,230.00
Señalética y dispositivos de seguridad	3,343,439.52
TOTAL	146,034,482.76

Fuente: Elaboración propia con datos actualizados a precios de 2024.

b) Costos de Operación y Mantenimiento

A continuación, se presentan los costos de operación y mantenimiento del proyecto:

Tabla 2. Costos de operación y mantenimiento. (Pesos/Km de 2024)

DESCRIPCIÓN	SIN IVA	CON IVA	PERIODICIDAD
Conservación Normal	36,000	41,760	Anual
Riego de Sello	310,000	359,600	Años 4 y 12
Sobrecarpeta	1,075,000	1,247,000	Año 8
Reconstrucción	2,750,000	3,190,000	Año 16

Fuente: Elaboración con datos de la SCT actualizados a precios de 2024.

NOTA: Dado que el mantenimiento se tiene que dar Con y Sin Proyecto, el flujo relevante por concepto de mantenimiento es igual a cero

Descripción de los principales beneficios del PPI

Un proyecto de estas características genera muchos beneficios, aunque algunos de ellos presentan cierta dificultad al tratar de cuantificarlos y valorarlos, recibiendo el nombre de intangibles. El beneficio que se puede cuantificar y valorar para generar los indicadores de rentabilidad es el Costo Generalizado de Viaje (CGV), y que es el resultado de la suma del:

- Ahorro en el Costo de Traslado de personas y mercancías
- Ahorro en el Costo de Operación Vehicular (COV)

Los beneficios del proyecto que son intangibles por ser de difícil cuantificación y valoración son:

- Disminución de contaminación al crear condiciones para que los vehículos circulen a velocidades más cercanas a la velocidad de cruce
- Disminución en accidentes atribuibles a las malas condiciones de la superficie de rodamiento

El monto total de inversión se estima en \$169.4 millones de pesos (mdp) incluyendo el IVA y el periodo de ejecución se considera de un año:

TABLA 3. MONTO DE INVERSIÓN DEL PPI (AÑO 2024)

COMPONENTES	SIN IVA	CON IVA
Terracerías	62,991,112.00	73,069,689.92
Pavimentos	79,182,701.24	91,851,933.44
Conservación	517,230.00	599,986.80
Señalética y dispositivos de seguridad	3,343,439.52	3,878,389.84
TOTAL	146,034,482.76	169,400,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Monto total de inversión (con IVA)

Los principales riesgos durante la ejecución del proyecto son los siguientes:

- Retrasos debido a fenómenos meteorológicos extraordinarios
- Problemas técnicos en obra que ocasionen retrasos y sobrecostos.
- Problemas de operación por una demanda mayor.
- Problemas de operación por actos de rapiña.
- Problemas de operación por vandalismo.
- Fenómenos inflacionarios o macroeconómicos adversos.

Riesgos asociados al PPI

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)

\$57,383,318.51

Tasa Interna de Retorno (TIR)

14.97%

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

19.19%

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Como consecuencia de la realización del proyecto, los usuarios de este tramo carretero entre las localidades de La Quemada y Lázaro Cárdenas, en el municipio de Cuauhtémoc, Chih., encontrarán mejores condiciones de circulación, con lo que se logrará reducir el Costo de Operación Vehicular (COV) y el costo por el tiempo de traslado de los usuarios, lo que permite lograr el principal objetivo del proyecto, que es reducir el Costo Generalizado de Viaje.

Por lo tanto, los beneficios que pudieron ser cuantificados y valorados fueron:

- Ahorro en el Costo de Operación Vehicular
- Ahorro en los costos por el tiempo de traslados de los usuarios
- Ahorro por una disminución en los costos de traslado de mercancías

En el análisis de sensibilidad llevado a cabo se logró identificar al Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) como la variable más sensible ante movimientos a la baja, ya que sólo soporta una disminución del 28% sobre el aforo con base en el cual se evaluó este proyecto.

Sin embargo, este no parece ser un problema debido a que, en el análisis de los aforos históricos, hay una tendencia de crecimiento

del parque vehicular y del número de vehículos que circulan por esta vialidad, por lo que más bien se espera que, con el paso del tiempo, la rentabilidad del proyecto se incremente.

Por su parte, una variación al alza de más del 39% (más la inflación) en el monto estimado de inversión si provocaría que el proyecto no fuera rentable, y pese a que esta variación es mayor a la estimada respecto del aforo vehicular, la experiencia dicta que no son pocos los proyectos de infraestructura en donde los montos ejercidos superan a los originalmente presupuesto, por lo que esta se considera una variable crítica a monitorear para garantizar la rentabilidad social del proyecto.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

1.1.1 Contexto Estatal

El Estado de Chihuahua es una de las 32 entidades federativas del país, y está integrado por un total de 67 municipios, siendo el municipio homónimo de Chihuahua donde se ubica la Capital del Estado. El Estado de Chihuahua tiene una extensión de 247,412.6 km², lo que lo convierte en el estado con la mayor superficie territorial de México, ya que representa 12.6 % de la superficie del país, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 1. Chihuahua.- Proporción Territorial de Chihuahua Respecto al Resto del País.



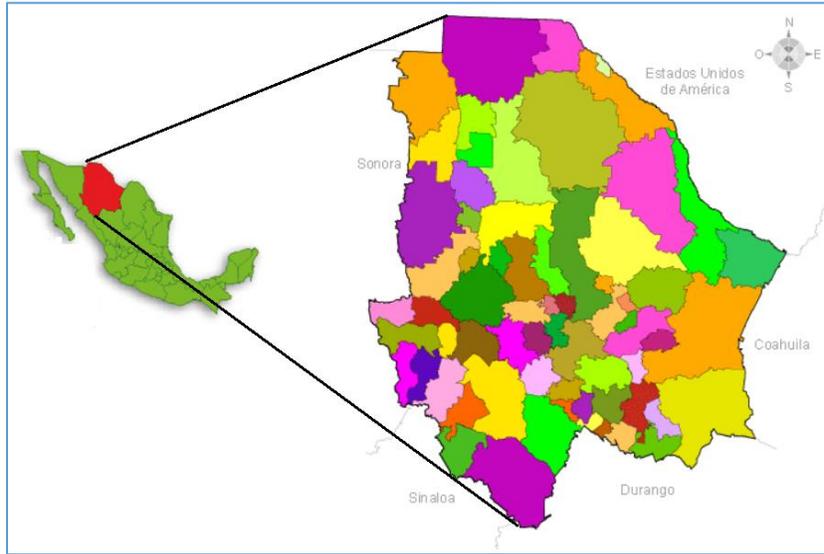
Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.

El estado de Chihuahua se encuentra al norte del país y colinda con el estado de Coahuila al este, con Sonora al oeste, con Sinaloa al suroeste, con Durango al sureste y con los Estados Unidos de América al norte.

En el 40% de su territorio existe clima muy seco, localizado en las sierras y llanuras del norte; 33% de clima seco y semiseco en las partes bajas de la Sierra Madre Occidental y en el 24% templado subhúmedo, localizado en las partes altas de la misma. Sólo una pequeña proporción del territorio (3%) presenta clima cálido subhúmedo.

Un desierto de gran belleza se localiza en la parte norte del estado, es el de las Dunas de Samalayuca, admirable por la movilidad de las dunas, ya que la fuerza del viento eleva cortinas de una finísima arena blanca que al contacto con la luz del sol se torna dorada, creando así un bello espectáculo donde las arenas cambian de forma y de lugar. Este desierto se localiza a 35 kilómetros al sur de Ciudad Juárez.

Figura 2. Chihuahua.- Estados y Territorios Colindantes con el Estado de Chihuahua.

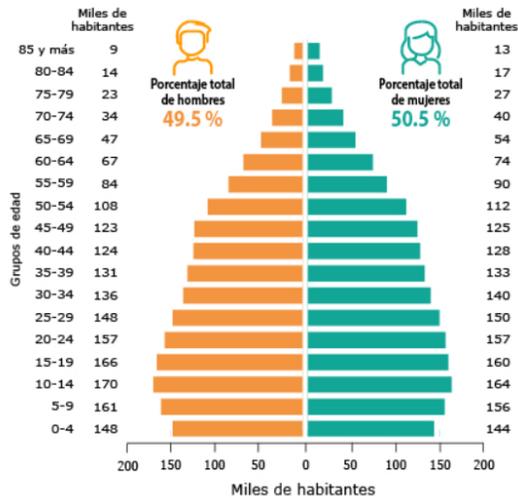


Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.

1.1.2 Características Demográficas

Según el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI, el Estado de Chihuahua ocupó el lugar 12 a nivel nacional por su número de habitantes con un total de 3,741,869 personas registradas. Según la misma fuente, en Chihuahua viven 1,888,047 mujeres (50.5% de la población) y 1,853,822 hombres (49.5% del total de habitantes), distribuidas de la forma en que se muestra a continuación por grupos de edad:

Gráfica 1. Población de Chihuahua por Edad y Sexo 2020 (miles de habitantes).



Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Pese a ser el estado de mayor superficie territorial en el país, sólo el municipio de Ciudad Juárez registró una población superior al millón de habitantes, según el Censo de Población y Vivienda 2020, y tan solo

los 3 municipios más poblados del Estado, del total de 67, concentran más del 70% de la población estatal, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3. Población de los 3 Municipios más Poblados del Estado

CLAVE MUNICIPAL	MUNICIPIO	HABITANTES	PROPORCIÓN
037	Juárez	1,512,450	40.42%
019	Chihuahua	937,674	25.06%
017	Cuauhtémoc	180,638	4.83%
Sub-Total		2,630,762.0	70.31%
Total Estatal		3,741,869.0	100%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Respecto a las actividades económicas, el sector terciario destaca como el principal sector de actividad económica, como se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 4. Principales Actividades Económicas por Sector Productivo

SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	PORCENTAJE DE APORTACIÓN AL PIB ESTATAL
Actividades primarias	6.7
Actividades secundarias	43.7
Actividades terciarias	49.6
Total	100

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.
Participación por actividad económica, en valores corrientes, 2016

Chihuahua es un importante productor agrícola, destacando en los primeros lugares de algunos de los principales productos del campo:

Tabla 5. Primeros Lugares de Producción Agrícola a Nivel Nacional

PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS	PRODUCCIÓN (TONELADAS)	% EN EL TOTAL NACIONAL	LUGAR NACIONAL
Avena forrajera	3'477,570	32.8	1° de 24
Chile verde	508,058	25.6	1° de 32
Algodón hueso	110,024	39.5	1° de 6
Avena grano	92,592	71.0	1° de 11
Manzana	382,955	68.2	1° de 23
Nuez	74,226	64.3	1° de 19
Membrillo	2,475	36.6	1° de 15
Cebolla	157,846	13.2	2° de 27
Alfalfa verde	4'982,866	16.9	2° de 25

Fuente: INEGI, Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México.

La Entidad Federativa también destaca en minería, siendo el primer productor nacional de plomo, y figurando como segundo productor en México de oro, plata y zinc. En cuanto a producción forestal, Chihuahua es el segundo lugar nacional en producción de encino, y tercero en producción de pino. (Perspectiva estadística de INEGI).

Pese a que Chihuahua ocupa el lugar número 12 en población, es el noveno lugar en aportación al Producto Interno Bruto (PIB), prácticamente empatado con los Estados que ocupan el octavo y el décimo lugar, como se aprecia a continuación:

Gráfica 2. Aportación al PIB Nacional de los Primeros 16 Lugares



Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.
Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (precios corrientes). Año Base 2013,

1.1.3 Ubicación Geográfica y contexto del área de estudio

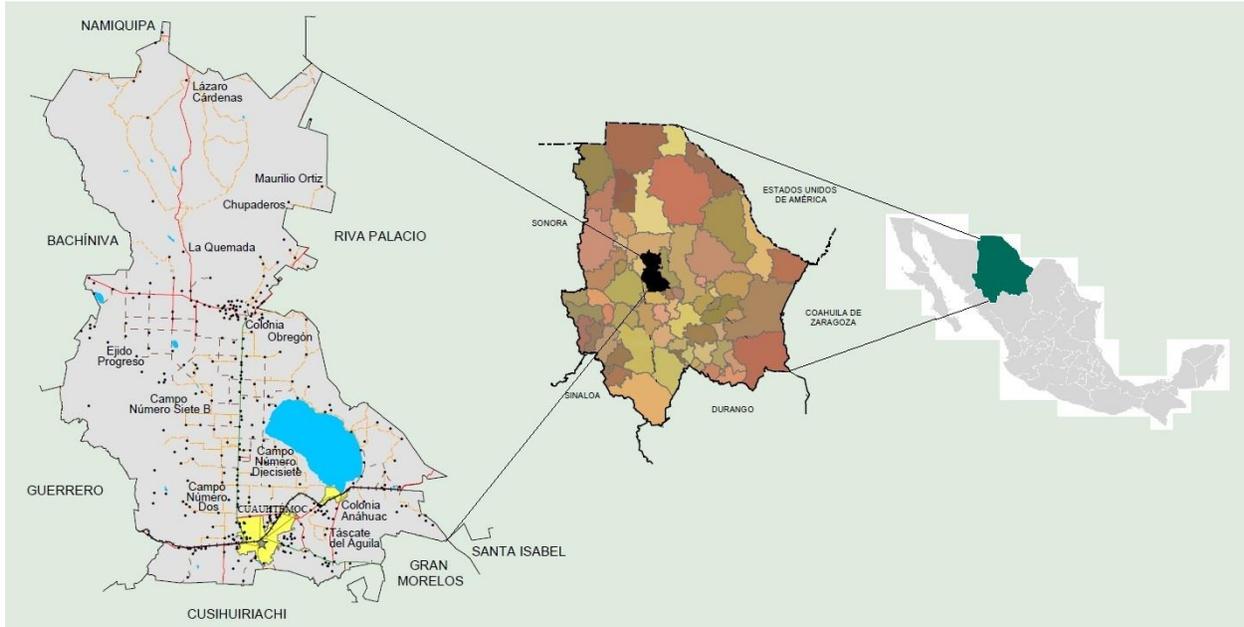
Microlocalización

Como se comentó en la Tabla 3, solo los 3 municipios más poblados concentran poco más del 70% de la población del Estado de Chihuahua, siendo el municipio de Cuauhtémoc el de menor población, y que registró 180,638 habitantes en el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI.

Dicho municipio es en el que se llevará a cabo la mayor parte de la rehabilitación de la carretera en que consiste en proyecto, motivo del presente estudio, ya que abarca 42.7 del total de los 47.7 kilómetros que serán intervenidos (89.5%), perteneciendo los 5 km restantes al municipio de Namiquipa.

El municipio de Cuauhtémoc se ubica entre los paralelos 28° 20' y 29° 12' de latitud norte; los meridianos 106° 32' y 107° 17' de longitud oeste; altitud que varía entre los 1,800 y los 2,900 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Namiquipa y Riva Palacio; al este con los municipios de Riva Palacio, Santa Isabel y Gran Morelos; al sur con los municipios de Gran Morelos, Cusiuhiriachi y Guerrero; al oeste con los municipios de Guerrero, Bachíniva y Namiquipa.

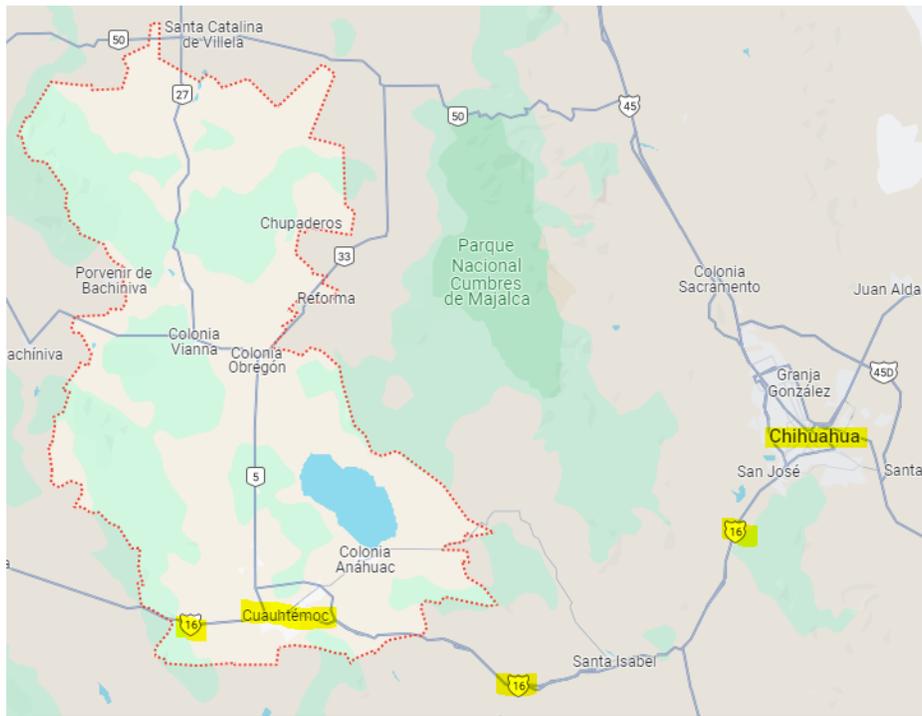
Figura 3. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en el Contexto Estatal y Nacional.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI, Compendio de Información Geográfica Municipal 2010.

La cabecera municipal se ubica en la localidad del mismo nombre, Cuauhtémoc, a tan solo 104 km de la ciudad de Chihuahua, capital del Estado, a través de la carretera estatal no. 16.

Figura 4. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en Relación a la Capital de Estado



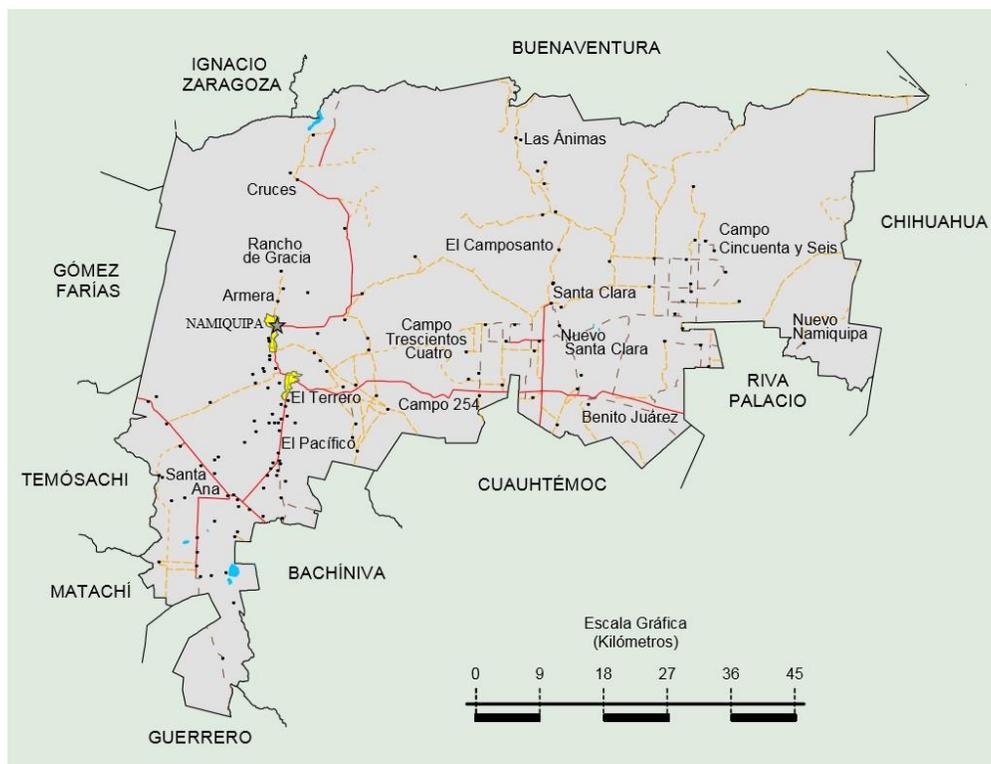
Fuente: Google Maps

Los 5 km restantes, y que completan la totalidad de los 47.7 km a rehabilitar, pertenecen al municipio de Namiquipa, que con sus 22,712 habitantes registrados en el censo 2020, ocupa el lugar no. 21 en cuanto a población.

Namiquipa se ubica entre los paralelos 28° 45' y 29° 35' de latitud norte; los meridianos 106° 28' y 107° 39' de longitud oeste, y a una altitud que oscila entre los 1,600 y los 3,100 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con los municipios de Ignacio Zaragoza y Buenaventura; al este con los municipios de Chihuahua, Riva Palacio y Cuauhtémoc; al sur con los municipios de Cuauhtémoc, Bachíniva y Guerrero; al oeste con los municipios de Guerrero, Macachí, Temósachi, Gómez Farías e Ignacio Zaragoza.

Figura 5. Colindancias y Principales Localidades del Municipio de Namiquipa, Chih.

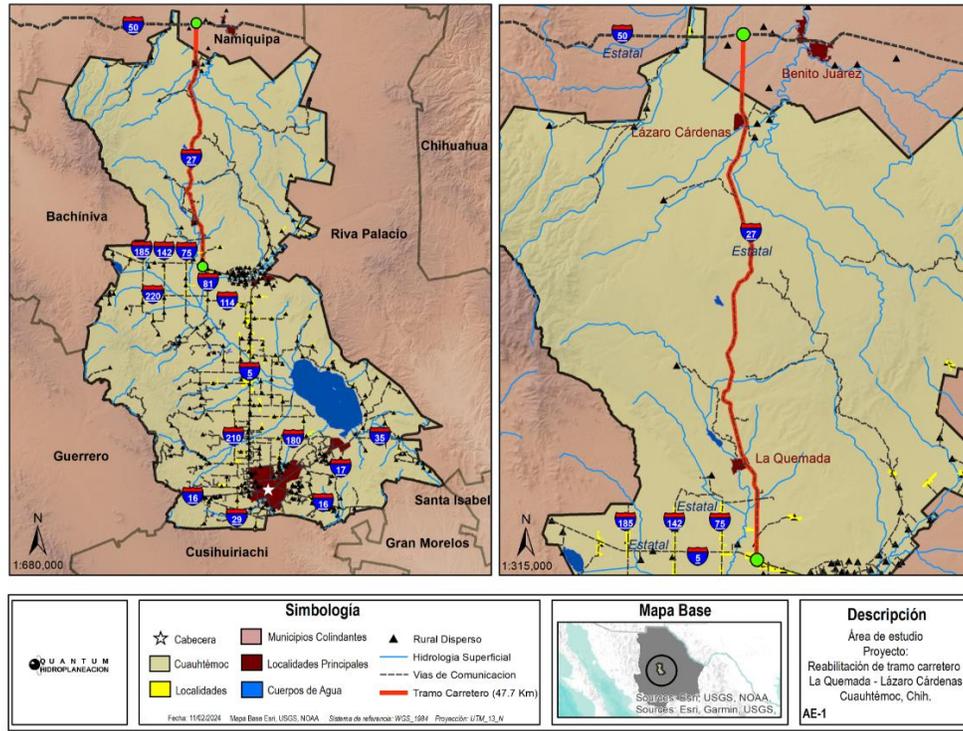


Fuente: INEGI, Compendio de Información Geográfica Municipal 2010.

El área de estudio se centra en un tramo de 47.7 kilómetros de la carretera estatal número 27, exactamente entre la carretera estatal número 5, al sur, y la carretera estatal número 50, al norte. Los últimos 5 kilómetros pertenecen al municipio de Namiquipa, en el sentido sur norte. El resto de la carretera pertenece al municipio de Cuauhtémoc.

EL tramo carretero prácticamente es una línea vertical que abarca la mitad superior del municipio de Cuauhtémoc, como es posible aprecia en la siguiente imagen:

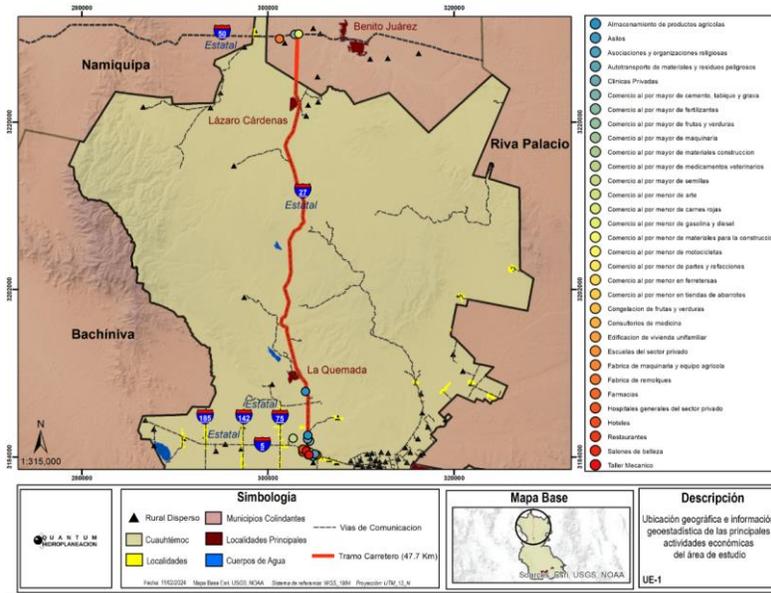
Figura 6. Ubicación del Proyecto Respecto al Municipio de Cuahutémoc, Chih.



Fuente: Elaborado por le Empresa Quantum, Hidroplaneación.

Según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de INEGI (DENUE), la mayoría de los negocios ubicados en el área de influencia del proyecto se concentran al sur, prácticamente en el entronque de la carretera no. 5 y la 27, en las localidades Campo 100, Campo 102 ½ y la Colonia Vianna.

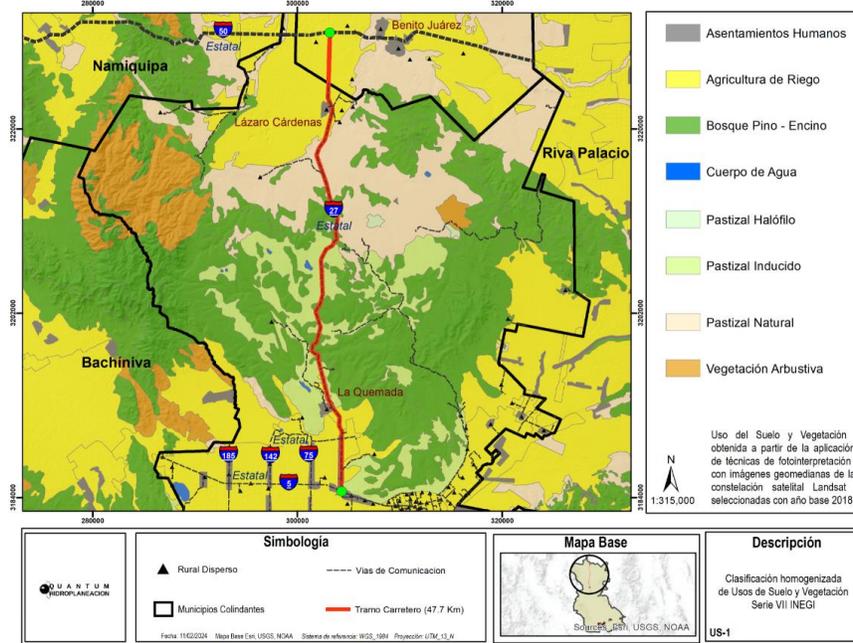
Figura 7. Principales Tipos de Negocios en el Área de Influencia según DENUE de INEGI



Fuente: Elaborado por le Empresa Quantum Hidroplaneación, con base en información de DENUE de INEGI

La clasificación y usos de suelo aledaños a la carretera a intervenir, predominan pastizales, agricultura de riego y zonas de pino-encino, como se aprecia a continuación:

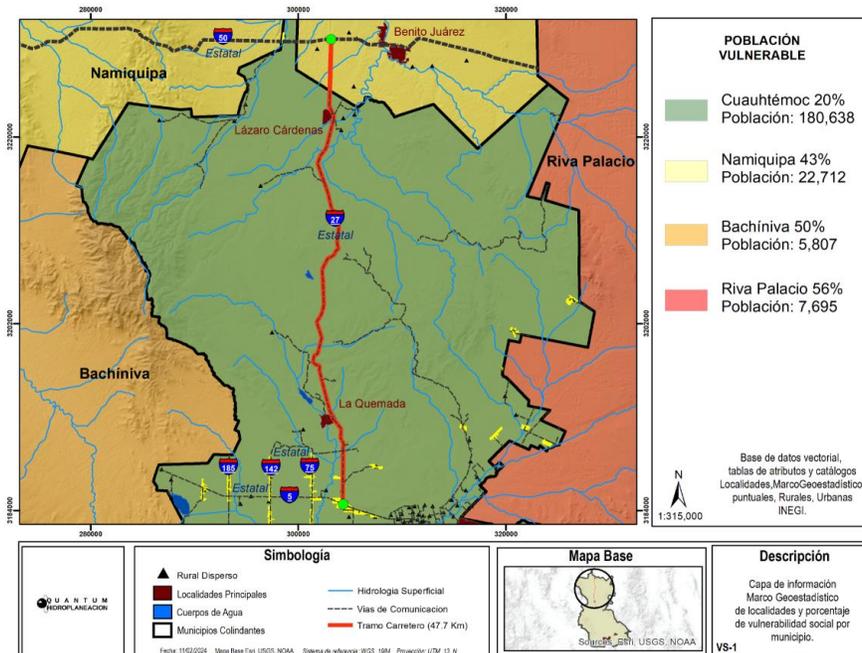
Figura 8. Clasificación y Usos de Suelo en el Área de Influencia



Fuente: Quantum Hidroplaneación, con base en la clasificación homogenizada de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI

Por su parte, la población en situación de vulnerabilidad social se puede apreciar a continuación:

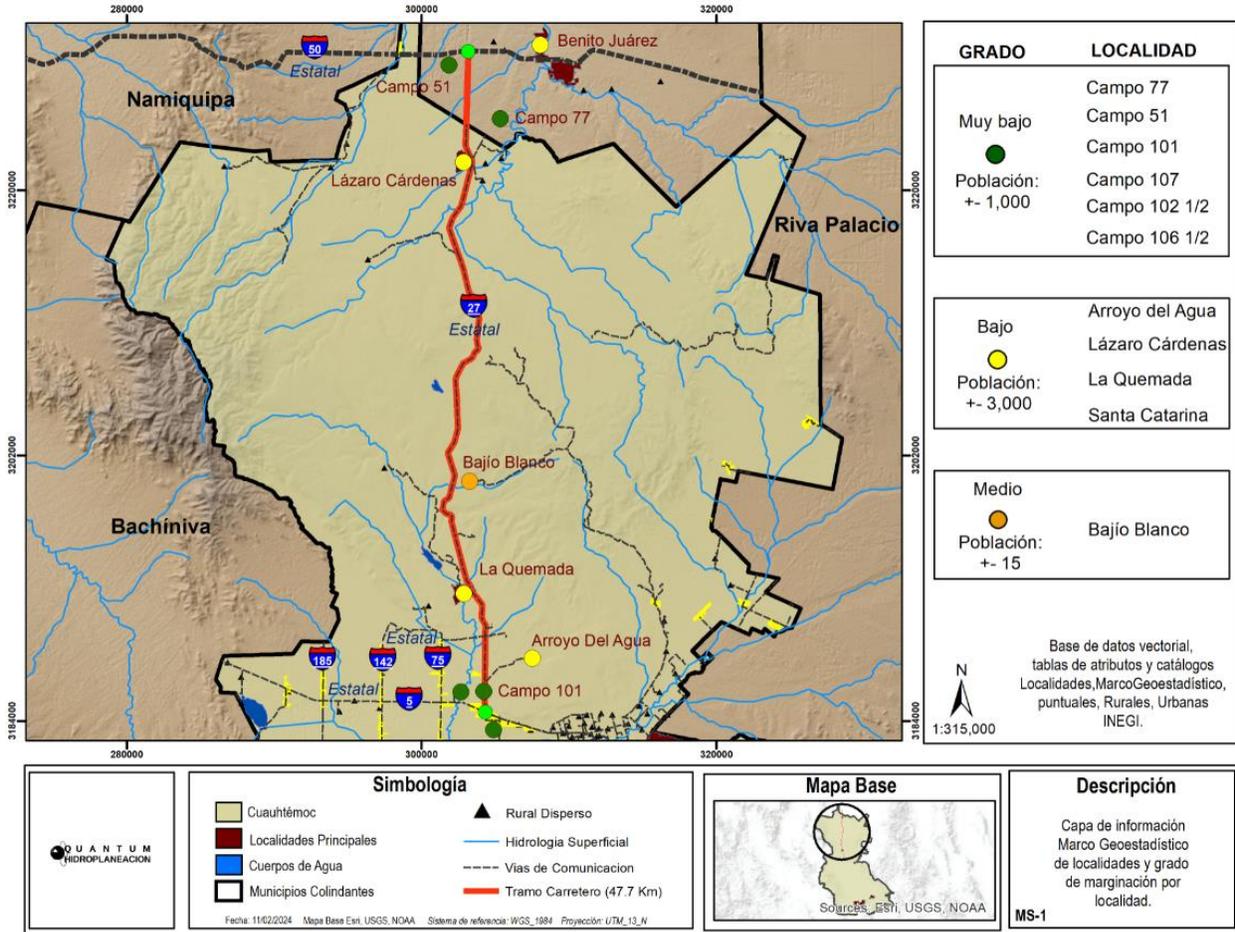
Figura 9. Población en Situación de Vulnerabilidad Social por Municipio en Cuauhtémoc y su Entorno



Fuente: Quantum Hidroplaneación, con base en información del Marco Geoestadístico de INEGI

Finalmente, el grado de marginación social que se identifica en diferentes localidades del municipio de Cuauhtémoc se muestra en la siguiente figura:

Figura 10. Grado de Marginación en el Municipio en Cuauhtémoc y su Entorno



Fuente: Quantum Hidroplaneación, con base capa de información de grado de marginación por localidad, INEGI

1.1.4 Análisis de la Situación Actual

De acuerdo a los recorridos realizados en trabajo de campo en la zona de estudio, se determinó que la carretera cuenta con algunos tramos en buenas condiciones; sin embargo, en su mayoría se encuentran en condiciones regulares a malas, situación que incrementa la posibilidad de que ocurran percances viales, toda vez que una superficie de rodamiento en malas condiciones propicia el tráfico lento, intención del usuario de esquivar baches e imperfecciones en el pavimento, así como maniobras invasivas al carril contrario como consecuencia de ello.

La preocupación de los conductores de los diferentes tipos de vehículos por cuidar sus neumáticos y el sistema de suspensión, los obligan a reducir la velocidad, lo que provoca un incremento en el tiempo de traslado de personas y mercancías.

Por otro lado, entendiendo *Velocidad de Crucero* como aquella en la que un motor trabaja a máxima eficiencia, y estando ubicada en velocidades entre los 80 y 90 kilómetros por hora (km/hr), el hecho de reducir la velocidad provoca que los vehículos generen un mayor consumo de combustible, lo que impacta en mayores costos de operación, aunado al desgaste de neumáticos, sistema de frenado y de suspensión, impactando en un incremento del Costo de Operación Vehicular (VOC).

La suma de ambos factores, tiempo de traslado de personas y mercancías, más COV, dan como resultado lo que se conoce como Costo Generalizado de Viaje.

A continuación, se aprecian condiciones de algunos tramos de la carretera objeto de estudio:

Fotografía 1. Tramo en Condiciones Aceptables en la Situación Actual



Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía 2. Tramo en Malas Condiciones en la Situación Actual



Fuente: Trabajo de campo.

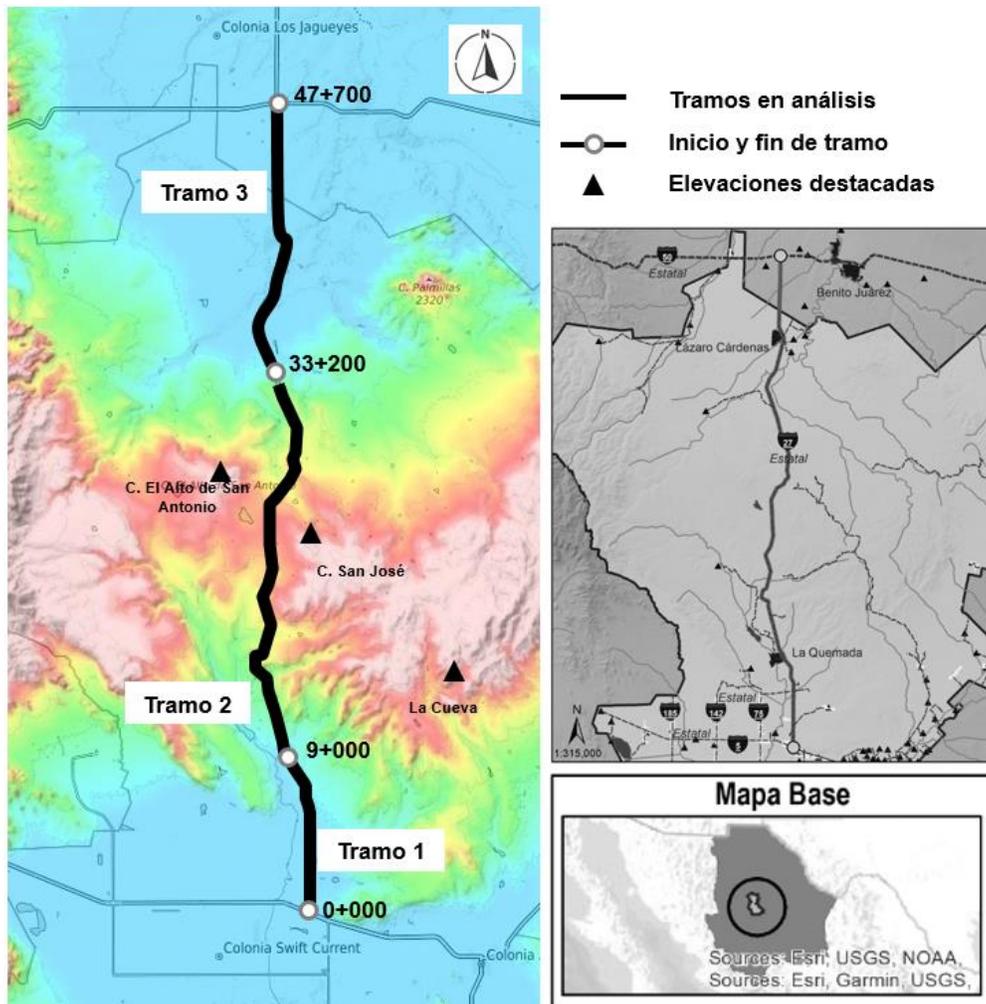
b) Análisis de la Oferta Existente

Infraestructura

Se consideran 3 tramos en función de las características de la oferta de este tramo carretero. Dado que la carretera tiene un trazo que es prácticamente vertical, la tramificación se realizó siguiendo un sentido de sur a norte, partiendo del entronque con la carretera no. 5, al sur, y terminando en su entronque con la carretera no. 50, al norte.

Los tres tramos se muestran a continuación:

Figura 11. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación



Fuente: Elaboración propia con base en características del terreno

En el mapa se aprecia que el tramo no. 3 termina en su entronque con la carretera no. 50 (cadenamiento 47+700), una doble línea casi horizontal, debajo de la cual hay una delgada línea con la que cruza el tramo

no. 3, y que representa el límite municipal entre el municipio de Cuauhtémoc, al sur, y el municipio de Namiquipa, al norte, en el que terminan los últimos 5 km de la carretera.

La separación por tramos se realiza debido a que las características físicas del terreno implican diferentes esfuerzos en los motores de los vehículos, lo que puede provocar incremento o disminución en el costo de operación vehicular y, además, incrementos o disminuciones en las velocidades de circulación.

Las características físicas de la infraestructura en la situación actual se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características físicas de la infraestructura en la situación actual

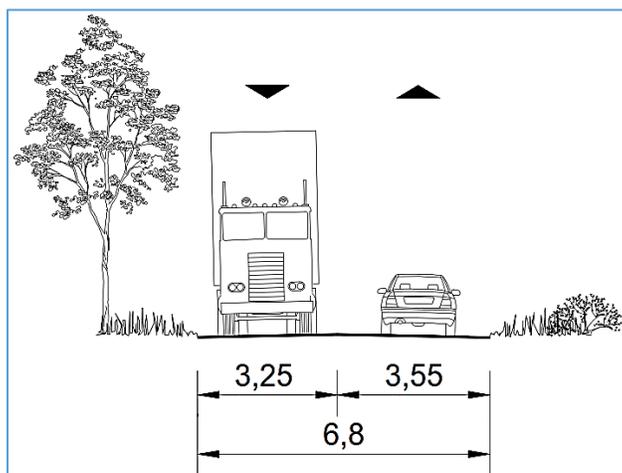
CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Cadenamiento	0+000 al 9+000	9+000 al 33+200	33+200 al 47+700
Coordenadas de inicio	28.774142°, -107.004550°	28.851972°, -107.017409°	29.052418°, -107.028020°
Coordenadas de fin	28.851972°, -107.017409°	29.052418°, -107.028020°	29.178149°, -107.024302°
Longitud (km)	9	24.2	14.5
Tipo de Carretera	C	C	C
Número de Carriles	2	2	2
Tipo de terreno	Plano	Lomerío suave	Plano
Tipo de Superficie	Asfalto	Asfalto	Asfalto
IRI	6.8	8.5	7
Estado de la carpeta	No satisfactorio	No satisfactorio	No satisfactorio
Carril (m)	3.5	3.5	3.5
Acotamiento (m)	0	0	0
Carril de retorno	No	No	No
Cuneta separación	No	No	No
Sección transversal (m)	7	7	7
Señalización horizontal	Aceptable	Regular/mala	Regular
Señalización vertical	Aceptable	Regular	Aceptable

Fuente: Trabajo de campo 2024.

La carretera cuenta con únicamente un cuerpo de circulación con dos carriles, es decir, uno por sentido. Los anchos promedio de corona rondan los 7.00 metros, mientras que los carriles tienen un promedio de 3.50 metros de ancho con ligeras variaciones a lo largo del camino.

Precisamente por ser promedio, las medidas de las secciones transversales no son uniformes. Por ejemplo, la Sección transversal frente a Lázaro Cárdenas tiene los anchos que se muestran en la siguiente imagen:

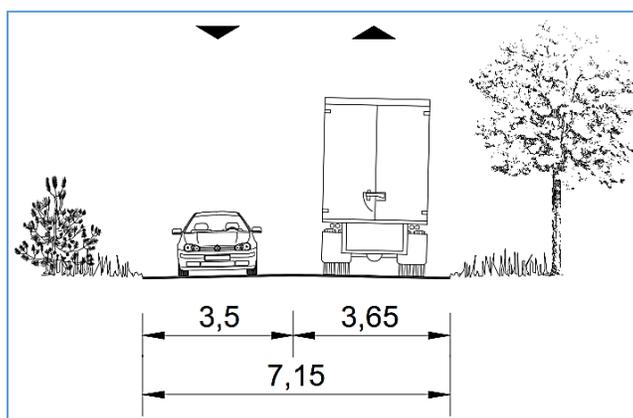
Figura 12. Sección transversal frente a Lázaro Cárdenas



Fuente: Elaboración propia con base en Trabajo de campo.

Sin embargo, la sección transversal en el kilómetro 20+000 muestra dimensiones diferentes:

Figura 13. Sección transversal en el km 20+000



Fuente: Elaboración propia con base en Trabajo de campo.

De acuerdo a los recorridos en campo, se pudo apreciar que existen tramos cuya superficie de rodamiento se encuentra en condiciones aceptables, mismas que presentan problemas mínimos y que pueden ser remediados aplicando tratamientos de bacheo de manera adecuada y con materiales que aseguren la calidad y la durabilidad de dichos trabajos.

Sin embargo, existen otros tantos tramos que presentan fallas y daños estructurales graves, mismos tramos que por la cantidad de fallas, proximidad y dimensiones de los mismos no es posible dar un tratamiento de bacheo simple.

Un ejemplo de dichas condiciones se puede apreciar en la imagen que se muestra a continuación, donde resultan evidentes las malas condiciones de la superficie de rodamiento, al grado de que representan un daño que puede considerarse estructural:

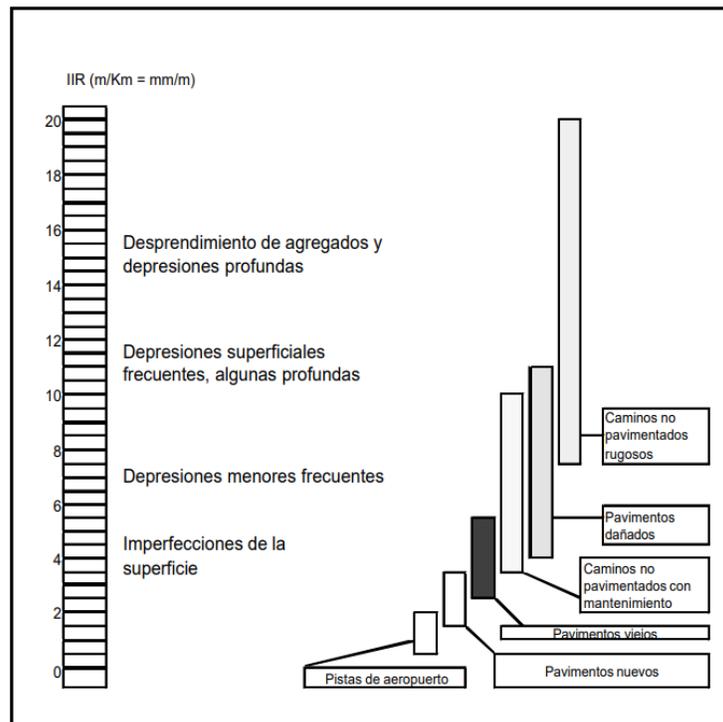
Fotografía 3. Tramo en Malas Condiciones en la Situación Actual



Fuente: Trabajo de campo.

Decir que las condiciones de la vialidad son buenas, malas o aceptable se basa en un juicio de valor, una apreciación personal para la que no existe un parámetro que permita a varias personas coincidir con lo que solo es una opinión. Para evitar apreciaciones subjetivas, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se basa en un criterio más objetivo llamado Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual tiene un rango para un camino pavimentado que va de 0 a 12 m/km., donde 0 es una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable. Dicha escala se muestra gráficamente en la imagen siguiente:

Gráfica 3. Escala de Valores del IRI y las Características de los Pavimentos



Fuente: IMT.

Para el caso del camino en cuestión se consideran dos mediciones con rangos promedios, toda vez que, como se ha mencionado, existen tramos en condiciones buenas y aceptables, así como otros que se encuentran en condiciones regulares y malas, dando como resultado un **IRI promedio sobre los 7.47 m/km**, valor que se encuentra muy por encima de lo que puede ser considerado como aceptable, y siendo **No Satisfactorio** según la siguiente escala de valores:

Tabla 7. Características del índice de Regularidad Internacional

CONDICIÓN DEL CAMINO	RED BÁSICA LIBRE Y RED SECUNDARIA (M/KM)
Bueno	< 2.5
Aceptable	2.5 – 3.5
No satisfactorio	> 3.5

Fuente: IMT norma para determinación del índice de Regularidad Internacional IRI, N-CSV-CAR-1-03-00-16

Dicho valor se calculó con base en las diferentes características de la superficie de rodamiento identificadas a lo largo de todo el tramo carretero:

Fotografía 4. Tramos Carreteros con IRI de 2 a 4 m/Km



Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía 5. Tramos Carreteros con IRI de 5 a 7 m/Km



Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía 6. Tramos Carreteros con IRI de 7 a 9 m/Km



Fuente: Trabajo de campo.

Otra de las razones por la que suele separar una vialidad en diferentes tramos, tiene que ver con entronques con otras vialidades que impliquen diferenciación en el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), y que tiene que ver con el número de vehículos que circulan por la vialidad.

En el tramo a intervenir se contabilizaron un total de 27 entradas y salidas de vehículos de predios privados y asentamientos. Sin embargo, no se considera que estas representen un riesgo o problema para la circulación continua del tráfico, ni que provoquen variaciones importantes en el aforo vehicular, toda vez que la cantidad de vehículos que ingresan o salen por cada una de ellas no resulta significativo para considerarse como un problema, o como tráfico generado o desviado.

Fotografía 7. Acceso a Predio Particular a Orilla de la Carretera



Fuente: Trabajo de campo.

Durante el recorrido de trabajo de campo, se pudo observar que por el tramo en estudio circulan, principalmente, vehículos particulares, aunque también se identificaron autobuses de pasajeros y vehículos de carga, tanto unitarios (una sola caja o contenedor) como camiones articulados, siendo estos últimos los vehículos de carga de mayor presencia, como los que se muestran a continuación:

Fotografía 8. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 28.97491, -107.02900



Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía 9. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 29.10761, -107.02063



Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía 10. Camión Articulado Ubicado en las Coordenadas 29.11335, -107.02137



Fuente: Trabajo de campo.

c) Análisis de la Demanda Actual

Usuarios de la Infraestructura

Se realizaron aforos durante el mes de febrero del año 2024, lo que permitió determinar el Tráfico Diario Promedio Anual (TDPA), y que es el número total de vehículos que pasarían todo el año por un determinado punto, dividido entre el número de los días del año.

El TDPA se calcula mediante la fórmula 1:

$$\text{Fórmula 1: } TDPA = TDPS \pm t(\sigma)$$

Donde:

TDPA = Valor Calculado para TDPA de la Vialidad del Aforo.

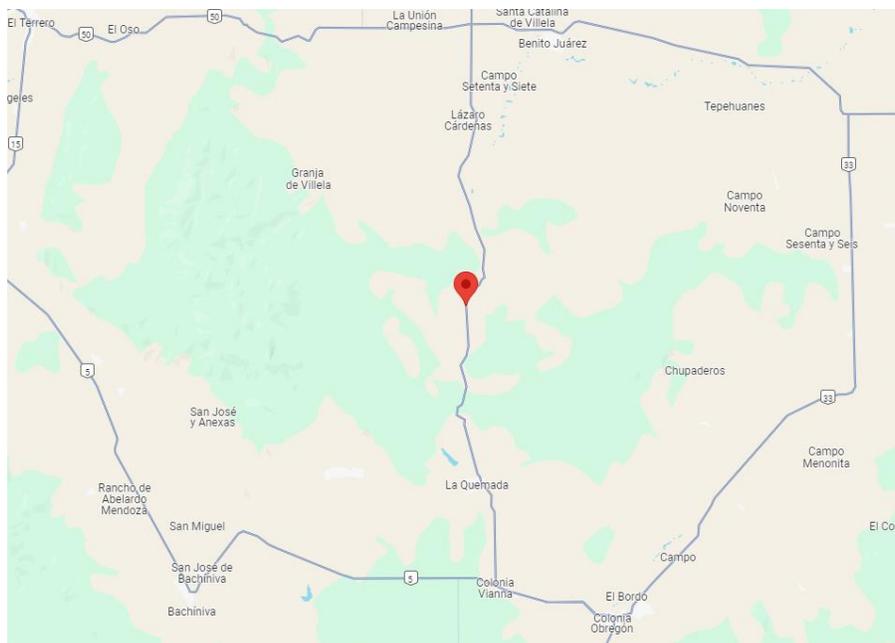
TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal.

t = valor de ajuste de acuerdo con el tamaño de la muestra y de la distribución conocida como “t”.

s = valor calculado de la Desviación Estándar Poblacional.

Para calcular dicho valor se ubicó un único punto de aforo, y debido a que en el tramo a intervenir de 47.7 km no hay intersecciones con vialidades que generen o desvíen el tráfico medido, se considera que la información recabada es representativa de todo el tramo. El punto de aforo se ubicó en las coordenadas 28.97688°, -107.02919°, prácticamente a mitad del tramo a intervenir, como se puede apreciar a continuación:

Figura 14. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación



Fuente: Trabajo de campo.

El aforo practicado durante una semana arrojó los siguientes resultados:

Tabla 8. Resultados Obtenidos Durante el Aforo Vehicular Practicado *In Situ*

No.	DÍA	TD
1	MARTES	1,499
2	MIERCOLES	1,052
3	JUEVES	1,001
4	VIERNES	1,318
5	SÁBADO	1,440
6	DOMINGO	1,436
7	LUNES	2,311
Media/TDPS		1,437

Fuente: Datos recabados durante el trabajo de campo

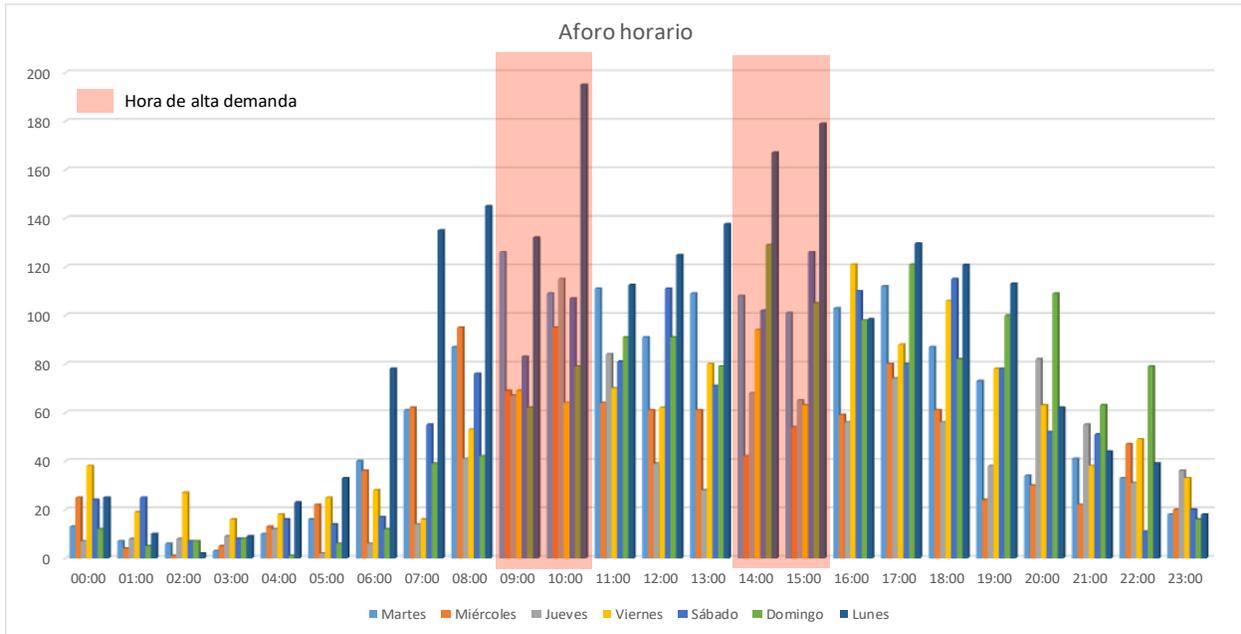
Dicho valor representó el tránsito diario promedio semanal, y después de aplicar la Fórmula no. 1, cuyo procedimiento y metodología aplicada se encuentra en la memoria de cálculo que forma parte integral del presente estudio, se obtuvo un **TDPA = 1,703 vehículos por día**.

Comportamiento de la Demanda

Para una vialidad con las características de la que se desea intervenir, esta demanda no es superior a la oferta de la vía, por lo que el problema no es de capacidad, sino que se basa en las condiciones físicas de la superficie de rodamiento.

Sin embargo, para este estudio se definió un periodo de alta demanda, y que se concentró en un total de 4 horas: a las 9:00, 10:00 (o de 9:00 a 11:00), 14:00 y 15:00 horas (o de 14:00 a 16:00). Dicho periodo de tiempo concentra el 27.47% del aforo diario. Las 20 horas restantes se consideran horas valle o de baja demanda, y cuya distribución se puede apreciar en la siguiente gráfica:

Gráfica 4. Histograma de Aforo Vehicular por Hora y Día de la Semana



Fuente: Resultados del trabajo de campo 2024.

La distribución del TDPA dependiendo del periodo de alta o baja demanda, así como la composición vehicular, se encuentran resumidas a continuación:

Tabla 9. Características de la Demanda y Composición Vehicular en la situación actual

TRAMOS	TDPA 2024 (VEH/DÍA)	ALTA DEMANDA (VEH/DÍA)	BAJA DEMANDA (VEH/DÍA)	COMPOSICIÓN VEHICULAR			
				A	B	CU	CA
				AUTOS	BUSES	CAMIONES UNITARIOS	CAMIONES ARTICULADOS
Tramo 1	1,703	468	1,235	85.53%	1.63%	3.88%	8.97%
Tramo 2	1,703	468	1,235	85.53%	1.63%	3.88%	8.97%
Tramo 3	1,703	468	1,235	85.53%	1.63%	3.88%	8.97%

Fuente: Trabajo de campo 2024.

Los resultados de la tabla anterior sólo permiten identificar el comportamiento de la demanda en un momento específico del tiempo y, sin embargo, la demanda es dinámica y cambia conforme el tiempo transcurre, generalmente a la alza y en cierta proporción al crecimiento de la población, considerando que seguimos siendo un país en donde la tasa de crecimiento poblacional sigue siendo positiva (a diferencia de algunos países europeos) y a que el crecimiento del PIB se sigue manifestando en una capacidad de poder adquisitivo que provoca un incremento del parque vehicular.

Por lo anterior, es necesario calcular una tasa de crecimiento del flujo vehicular, por lo que se debe echar mano de registros históricos que permita calcular dicha tasa de crecimiento. En estos casos, resulta útil contar con la información generada en los puntos de aforo vehicular permanentes que la Secretaría de

Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) tiene ubicados en diferentes carreteras del país, independientemente de que sea estatales o federales.

Lamentablemente, para el caso del tramo en estudio, no se cuenta con un punto de aforo permanente, aunque sí con puntos de aforo en las carreteras no. 5 (CHIH05), cuya intersección marca el inicio en el cadenamiento 0+000 de la carretera del proyecto, y la no. 50 (CHIH50), en cuya intersección se ubica el cadenamiento 47+700, punto final del tramo.

Debido a una mayor demanda, la carretera no. 5 cuenta con dos puntos de aforo permanentes, uno por sentido, mientras que la carretera no. 50, de menor demanda, solo cuenta con un punto de aforo. Utilizando los datos históricos de los aforos de esas carreteras, se consideró que, por marcar el inicio y fin del tramo en estudio, representaría una buena aproximación para calcular la tasa de crecimiento del parque vehicular, cálculo que se realizó con base en los datos mostrados a continuación:

Tabla 10. Tasa de crecimiento histórico del aforo vehicular

AÑO	CARRETERA ESTATAL CUAUHTÉMOC - BUENAVENTURA CHIH05		CARRETERA ESTATAL ENT. AGUA CALIENTE - EL TERRERO CHIH50	TOTAL AFORO ANUAL EN LA ZONA	FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL AJUSTADO*
	TDPA 42+000 SENTIDO 1	TDPA 42+000 SENTIDO 2	TDPA 22+000 AMBOS SENTIDOS			
2022	3,674	3,692	838	8,204	1.10388	1.10388
2021	3,396	3,296	740	7,432	0.97227	
2020	3,609	3,497	538	7,644	0.96601	
2019	3,636	3,529	748	7,913	1.02566	1.02566
2018	3,624	3,386	705	7,715	0.91682	0.91682
2017	3,865	3,919	631	8,415	0.97610	0.97610
2016	3,971	4,061	589	8,621	1.08386	1.08386
2015	3,777	3,642	535	7,954	1.04042	1.04042
2014	3,608	3,468	569	7,645	1.00486	1.00486
2013	3,583	3,468	557	7,608		
Promedio geométrico					1.00842	1.01993

Fuente: Datos viales de SCT 2014 – 2023. Nota: se debe calcular el promedio geométrico del factor de crecimiento, dado que hay valores de crecimientos positivos y negativos. Nota: *Sin considerar años 2020 y 2021 atípicos por la pandemia de Covid 19.

El factor de crecimiento de **1.01993** equivale a una tasa de crecimiento del 1.99%, que es la que se considerará para proyectar las condiciones de demanda en la Situación Actual, y que, para el horizonte de evaluación de 16 años, permite predecir las condiciones de demanda que se muestra a continuación:

Tabla 11. Evolución de la Demanda en la Situación Actual, Tramo 1

AÑO	ALTA DEMANDA				BAJA DEMANDA			
	A	B	CU	CA	A	B	CU	CA
0	400	8	18	42	1,056	20	48	111
1	408	8	18	43	1,077	20	49	113
2	416	8	19	44	1,099	21	50	115
3	425	8	19	45	1,121	21	51	118
4	433	8	20	45	1,143	22	52	120
5	442	8	20	46	1,166	22	53	122
6	450	9	20	47	1,189	23	54	125
7	459	9	21	48	1,213	23	55	127
8	469	9	21	49	1,237	24	56	130
9	478	9	22	50	1,262	24	57	132
10	487	9	22	51	1,287	24	58	135
11	497	9	23	52	1,312	25	59	138
12	507	10	23	53	1,339	25	61	140
13	517	10	23	54	1,365	26	62	143
14	527	10	24	55	1,393	26	63	146
15	538	10	24	56	1,420	27	64	149

Fuente: Elaboración propia con base en Trabajo de campo 2024.

La tipología de los diferentes tipos de vehículos obedece a la siguiente clasificación:

A: Vehículos particulares

B: Vehículos de pasajeros

CU: Vehículo de carga unitario (una caja o contenedor)

CA: Vehículo de carga articulado (dos cajas o contenedores)

Debido a que en todo el trayecto no existen puntos que permitan la generación o desvío de tránsito, la demanda en los tramos 2 y 3 es idéntica a las del tramo no. 1.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda

Se realizó el estudio de velocidades a través de la metodología de vehículo flotante, que 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 y se anota la velocidad registrada por el tacómetro. Con dicho valor, y sabiendo la distancia de cada uno de los tramos, se puede calcular el tiempo promedio de recorrido, lo cual se realizó tanto para periodo de alta como de baja demanda.

Tabla 12. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Actual

TRAMOS	A	B	CU	CA	VELOCIDAD DE DISEÑO EN KM/H
	AUTOS	BUSES	CAMIONES UNITARIOS	CAMIONES ARTICULADOS	
Alta demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	70	66	58	65	80 a 90 km/h
Tramo 2	56	54	43	54	60 a 80 km/h
Tramo 3	70	66	58	65	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	7.7	8.2	9.3	8.3	
Tramo 2	25.9	26.9	33.8	26.9	
Tramo 3	12.4	13.2	15.0	13.4	
Baja demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	83	78	72	77	80 a 90 km/h
Tramo 2	70	66	58	65	60 a 80 km/h
Tramo 3	83	78	72	77	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	6.5	6.9	7.5	7.0	
Tramo 2	20.7	22.0	25.0	22.3	
Tramo 3	10.5	11.2	12.1	11.3	

Fuente: Trabajo de campo 2024.

El nivel de servicio es una medida para caracterizar las condiciones de operación del tránsito. Se han establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor, las medidas para definir estos niveles en carreteras son: para carreteras de carriles múltiples la densidad y, para carreteras de dos carriles, la demora porcentual.

Al obtener los niveles de servicio y la velocidad de operación ligadas a dichos niveles, se procede a determinar las velocidades de operación de los diferentes tipos de vehículos que transitan por dicha carretera con la ayuda de las publicaciones técnicas No. 407 y 471 del Instituto Mexicano del Transporte.

Como se puede apreciar en el cálculo de los niveles de servicio durante el horizonte de evaluación, no se espera llegar al nivel F, que sería el de peor condición de operación de tránsito.

Tabla 13. Nivel de servicio en la Situación Actual

AÑO		TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3	
		AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	1,703	C	1703	D	1703	C
1	2025	1737	C	1737	D	1737	C
2	2026	1772	C	1772	D	1772	C
3	2027	1807	C	1807	D	1807	C
4	2028	1843	C	1843	D	1843	C
5	2029	1880	C	1880	D	1880	C
6	2030	1917	C	1917	D	1917	C
7	2031	1955	D	1955	D	1955	D
8	2032	1994	D	1994	D	1994	D
9	2033	2034	D	2034	D	2034	D
10	2034	2075	D	2075	E	2075	D
11	2035	2116	D	2116	E	2116	D
12	2036	2158	D	2158	E	2158	D
13	2037	2201	D	2201	E	2201	D
14	2038	2245	D	2245	E	2245	D
15	2039	2290	D	2290	E	2290	D

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

Finalmente, se calculó el Costo Generalizado de Viaje (CGV), que es el resultado de sumar el Costo de Operación Vehicular (COV) y el costo asociado al tiempo de traslado de las personas y de las mercancías, lo que representa un costo de oportunidad.

Para calcular dichos valores se tomó en consideración la información publicada por el Instituto Mexicano del Transporte en el Boletín NOTAS núm. 207, ENERO-FEBRERO 2024, en el que se estima el valor del tiempo de traslado de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, dependiendo si el viaje lo realizan por motivo de trabajo o de placer. De igual manera, proporciona el valor medio por tonelada de carga.

Como parte del trabajo de campo, se contabiliza el número de ocupantes de vehículos particulares y de transporte de pasajeros para obtener un valor promedio, y se realizan encuestas para conocer el motivo de viaje, ya sea por motivo de trabajo o por motivo de placer. Finalmente, con base en un dato publicado por el IMT en el que estima que la carga promedio de los vehículos de carga ronda las 15 toneladas, se

consideró que el vehículo de carga unitario (CU) transporta un promedio de 10 toneladas, mientras que el vehículo de carga articulado (CA) transporta un promedio de 20 toneladas.

Todos los valores base que permitieron calcular el CGV son los que se muestran a continuación:

Tabla 14. Valores Base para el Cálculo de CGV

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDADES
Valor del tiempo viaje de trabajo (a)	92.11	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer (a)	55.27	\$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo (b)	61.8%	
Número de pasajeros auto (b)	2.41	pas/veh
Número de pasajeros autobús (b)	23.40	pas/veh
Valor tiempo de la carga (c)	15.44	\$/hr/ton
Toneladas promedio CU (c)	10.00	ton/veh
Toneladas promedio CA (c)	20.00	ton/veh

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT .

a) IMT. Boletín Notas 207, Artículo 1, Enero – Febrero 2024 del IMT.

b) Registro en Cartera SHCP del estado de Chihuahua 23096280002 Camino Lim. Edos. Chi./Son. - Pancho Villa - E.C. (Janos - Monte Verde). Tramo del Km. 21+400 al Km. 70+000.

c) IMT. Publicación Técnica 679 en 2022. Valor económico del tiempo de recorrido de las mercancías 2020 de utilidad en el análisis costos beneficio de proyectos de infraestructura carretera. Dato utilizado para el estado de Chihuahua por el carácter regional del proyecto.

Con base en dicha información, se calculó en CGV para cada uno de los 3 tramos en que se dividió el proyecto:

Tabla 15. Costos Generalizados de viaje en la Situación Actual (cantidades en miles de pesos)

AÑO	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3			
	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	
0	2024	45,953	16,067	62,020	136,178	51,221	187,399	73,815	25,887	99,702
1	2025	46,870	16,399	63,269	138,904	52,330	191,234	75,289	26,421	101,709
2	2026	47,805	16,738	64,542	141,672	53,465	195,137	76,789	26,966	103,756
3	2027	48,757	17,084	65,841	144,496	54,627	199,123	78,320	27,524	105,843
4	2028	49,729	17,437	67,166	147,380	55,816	203,197	79,880	28,093	107,973
5	2029	50,722	17,798	68,520	150,323	57,034	207,356	81,475	28,674	110,150
6	2030	51,733	18,166	69,899	153,319	58,280	211,598	83,099	29,268	112,367
7	2031	52,764	18,543	71,307	156,374	59,556	215,930	84,755	29,875	114,630
8	2032	53,816	18,928	72,743	159,521	60,862	220,383	86,444	30,495	116,938
9	2033	54,892	19,321	74,213	162,701	62,200	224,901	88,169	31,128	119,297
10	2034	55,987	19,722	75,709	166,001	63,570	229,571	89,927	31,775	121,702
11	2035	57,102	20,133	77,234	169,318	64,973	234,291	91,719	32,436	124,155
12	2036	58,242	20,552	78,794	172,699	66,410	239,109	93,546	33,111	126,658
13	2037	59,403	20,980	80,383	176,141	67,882	244,023	95,411	33,801	129,212
14	2038	60,593	21,418	82,011	179,659	69,390	249,049	97,326	34,506	131,832
15	2039	61,803	21,865	83,668	183,240	70,935	254,174	99,281	35,227	134,508

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

III. Situación sin el PPI

En la presente sección se comenta la situación esperada en caso de no atender la problemática descrita con anterioridad. De manera previa se presenta una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación:

1. El horizonte de evaluación del proyecto es por 16 años.
2. Se emplea una tasa de descuento del 10% constante para los flujos relacionados con el horizonte de evaluación.
3. Los costos de inversión, así como los beneficios y costos atribuibles al proyecto están expresados en pesos constantes de 2024.
4. El análisis del proyecto es a través de la metodología Costo – Beneficio, la cual se detalla en el respectivo apartado.
5. El año 0 de inversión se considera el año 2024.

a) Optimizaciones

La Situación Sin Proyecto es igual a la Situación Actual Optimizada, entendiendo como optimización cualquier medida de bajo costo, particularmente una cuyo costo sea de hasta un 10 % del costo total del proyecto, y que en la mayoría de los casos termina siendo una medida administrativa. Con base en esta definición se realizó el siguiente análisis, tratando de captar parte de los beneficios que se pretende generar con el proyecto, pero con menores montos de inversión.

Con esto en mente, se propone la mejora de pavimentos en los puntos más afectados, así como el mejoramiento de la señalética vertical y horizontal en los tramos 2 y 3, y cuyos costos se muestran a continuación:

Tabla 16. Acciones de Optimización y sus Respectivos Costos (pesos de 2024)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO
1. Mejora de pavimentos de puntos más afectados				
Pavimentos (bacheo, riego de impregnación y reposición de carpeta asfáltica en puntos específicos)	M2	44,100.00	242.09	10,676,274.76
2. Señalamiento horizontal y vertical de tramos 2 y 3				
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	116,100.00	12.00	1,393,200.00
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	4,580.00	81.23	372,033.40
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	440.00	122.00	53,680.00
			SUBTOTAL	\$ 12,495,188.16
			IVA	\$ 1,999,230.11
			TOTAL	\$ 14,494,418.27

Fuente: Elaboración propia

Con las optimizaciones se espera obtener parte de los beneficios que se lograrían con el proyecto. El monto de inversión para las optimizaciones propuestas es de \$ 14.49 millones de pesos (mdp), inferior al 10% del monto total del proyecto sugerido metodológicamente, y que es de \$ 16.94 mdp.

b) Análisis de la Oferta

Gracias a las optimizaciones, las condiciones de Oferta en la Situación Sin Proyecto mejorarían, quedando de la forma en que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17. Oferta Sin Proyecto

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Cadenamiento	0+000 al 9+000	9+000 al 33+200	33+200 al 47+700
Longitud (km)	9	24.2	14.5
Tipo de Carretera	C	C	C
Número de Carriles	2	2	2
Tipo de terreno	Plano	Lomerío suave	Plano
Tipo de Superficie	Asfalto	Asfalto	Asfalto
IRI	5.5	6	5.5
Estado de la carpeta	No satisfactorio	No satisfactorio	No satisfactorio
Carril (m)	3.5	3.5	3.5
Acotamiento (m)	0	0	0
Sección transversal (m)	7	7	7
Señalización horizontal	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Señalización vertical	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Fuente: Elaboración propia con base en propuesta de optimización

c) Análisis de la demanda

Para la situación sin proyecto, se considera que la demanda se mantendrá y comportará de la misma forma que en la situación actual, siendo la misma para cada uno de los tramos. Lo anterior debido a que no se contempla algún elemento que modifique su comportamiento.

Tabla 18. Evolución de la Demanda en la Situación Sin Proyecto (Idéntica en cada Tramo)

AÑO	ALTA DEMANDA				BAJA DEMANDA			
	A	B	CU	CA	A	B	CU	CA
0	400	8	18	42	1,056	20	48	111
1	408	8	18	43	1,077	20	49	113
2	416	8	19	44	1,099	21	50	115
3	425	8	19	45	1,121	21	51	118
4	433	8	20	45	1,143	22	52	120
5	442	8	20	46	1,166	22	53	122
6	450	9	20	47	1,189	23	54	125
7	459	9	21	48	1,213	23	55	127
8	469	9	21	49	1,237	24	56	130

9	478	9	22	50	1,262	24	57	132
10	487	9	22	51	1,287	24	58	135
11	497	9	23	52	1,312	25	59	138
12	507	10	23	53	1,339	25	61	140
13	517	10	23	54	1,365	26	62	143
14	527	10	24	55	1,393	26	63	146
15	538	10	24	56	1,420	27	64	149

Fuente: Elaboración propia con base en Trabajo de campo 2024.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda con optimizaciones

Para la interacción de la situación sin proyecto, se hicieron las respectivas proyecciones para el horizonte de evaluación y se calcularon las diferentes interacciones.

Tabla 19. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Sin Proyecto

TRAMOS	A	B	CU	CA	VELOCIDAD DE DISEÑO EN KM/H
	AUTOS	BUSES	CAMIONES UNITARIOS	CAMIONES ARTICULADOS	
Alta demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	72.5	68.5	60.5	58.5	80 a 90 km/h
Tramo 2	68.0	58.0	47.0	45.0	60 a 80 km/h
Tramo 3	72.5	68.5	60.5	58.5	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	7.4	7.9	8.9	9.2	
Tramo 2	21.4	25.0	30.9	32.3	
Tramo 3	12.0	12.7	14.4	14.9	
Baja demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	85.0	80.0	71.0	69.0	80 a 90 km/h
Tramo 2	72.5	65.0	52.0	50.0	60 a 80 km/h
Tramo 3	85.0	80.0	71.0	69.0	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	6.4	6.8	7.6	7.8	
Tramo 2	20.0	22.3	27.9	29.0	
Tramo 3	10.2	10.9	12.3	12.6	

Fuente: Elaboración propia

Con las medidas implementadas prácticamente permanecen constantes las condiciones del Nivel de Servicio, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 20. Nivel de servicio en la Situación Sin Proyecto

AÑO		TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3	
		AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	1,703	C	1703	D	1703	C
1	2025	1737	C	1737	D	1737	C
2	2026	1772	C	1772	D	1772	C
3	2027	1807	C	1807	D	1807	C
4	2028	1843	C	1843	D	1843	C
5	2029	1880	C	1880	D	1880	C
6	2030	1917	C	1917	D	1917	C
7	2031	1955	D	1955	D	1955	D
8	2032	1994	D	1994	D	1994	D
9	2033	2034	D	2034	D	2034	D
10	2034	2075	D	2075	E	2075	D
11	2035	2116	D	2116	E	2116	D
12	2036	2158	D	2158	E	2158	D
13	2037	2201	D	2201	E	2201	D
14	2038	2245	D	2245	E	2245	D
15	2039	2290	D	2290	E	2290	D

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

Ya con la implementación de las medidas de optimización, se esperaría que el CGV fuera el que se muestra a continuación:

Tabla 21. Costos Generalizados de viaje en la Situación Sin Proyecto (cantidades en miles de pesos)

AÑO		TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
		COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL
0	2024	43,485	15,616	59,101	109,049	49,665	158,714	69,145	25,159	94,304
1	2025	44,351	15,938	60,289	111,233	50,741	161,974	70,522	25,678	96,200
2	2026	45,235	16,267	61,502	113,450	51,842	165,291	71,928	26,208	98,136
3	2027	46,138	16,603	62,741	115,712	52,968	168,680	73,365	26,750	100,115
4	2028	47,057	16,947	64,004	118,063	54,121	172,185	74,826	27,303	102,129
5	2029	47,995	17,297	65,293	120,417	55,302	175,718	76,317	27,868	104,185
6	2030	48,952	17,656	66,607	122,818	56,510	179,328	77,838	28,445	106,284
7	2031	49,929	18,022	67,950	125,279	57,747	183,026	79,388	29,035	108,423
8	2032	50,923	18,396	69,319	127,776	59,014	186,790	80,970	29,637	110,607
9	2033	51,938	18,778	70,716	130,344	60,311	190,655	82,585	30,253	112,838
10	2034	52,975	19,168	72,143	132,950	61,640	194,589	84,233	30,882	115,115
11	2035	54,032	19,567	73,598	135,641	63,000	198,641	85,912	31,524	117,436
12	2036	55,105	19,974	75,079	138,354	64,394	202,747	87,624	32,180	119,804
13	2037	56,205	20,390	76,595	141,120	65,821	206,941	89,377	32,851	122,228
14	2038	57,325	20,816	78,140	143,943	67,283	211,227	91,170	33,536	124,706
15	2039	58,467	21,250	79,717	146,844	68,782	215,626	92,986	34,237	127,223

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

Como se puede apreciar, hay una pequeña disminución en el CGV gracias a las medidas de optimización. Este será el escenario con base en el cual se calculen los indicadores de rentabilidad.

e) Alternativa de solución

Con la finalidad de analizar diferentes alternativas que permitan maximizar los beneficios netos de la inversión a realizar, se consideran 2 soluciones técnicas que permitan generar los mayores beneficios al menor costo. Para este proyecto se proponen las siguientes:

Alternativa 1

La Alternativa 1 está representada por el proyecto de inversión motivo del estudio, y que comprende la intervención de terracerías, compactación de sub-base, riego de impregnación, fresado y reposición de carpeta asfáltica, señalética horizontal y vertical, así como señalética vertical baja (boyas), según los siguientes componentes y montos de inversión:

Tabla 22. Componentes de la Alternativa 1 y Monto de Inversión

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
Terracerías	M2	333,900.00	188.65	62,991,112.00
Pavimentos (compactación de sub-base, riego de impregnación, fresado y reposición de carpeta asfáltica)	M2	333,900.00	242.09	80,834,651.76
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	143,100	12.00	1,717,200.00
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	5,300	81.23	430,519.00
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	500.00	122.00	61,000.00
SUBTOTAL				146,034,482.76
IVA				23,365,517.24
TOTAL				169,400,000.00

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 2

Como se ha destacado en las condiciones de oferta, los tramos 1 y 3 se ubican sobre un terreno plano, lo que permite a los motores de los vehículos trabajar más eficientemente, no así en el tramo no. 2 que se ubica sobre un terreno de lomerío suave, en el que hay que enfrentar pendientes que demandan un mayor consumo de combustible. Por otro lado, precisamente por sus pendientes, en periodo de lluvias los pavimentos enfrentan arrastre de material por acción de las corrientes de lluvia, por lo que suelen ser los tramos de mayor desgaste, con un peor IRI estimado en 8.5 m/km.

Por lo tanto, como proyecto alternativo se propone mejorar las condiciones de la vialidad sólo en el tramo no. 2 con base en la siguiente propuesta y con sus respectivos costos:

Figura 15. Acciones Propuestas para al Proyecto Alternativo y su Monto de Inversión, Tramo 2

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO TOTAL
Terracerías	M2	169,400.00	199.00	33,710,600.00
Pavimentos (compactación de sub-base, riego de impregnación, fresado y reposición de carpeta asfáltica)	M2	169,400.00	255.00	43,197,000.00
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	72,600	12.00	871,200.00
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	2,820	81.23	229,068.60
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	276	122.00	33,672.00
SUBTOTAL				78,041,540.60
IVA				12,486,646.50
TOTAL				90,528,187.10

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Alternativas:

Con y Sin proyecto, e independientemente de la alternativa de la que se trate, la carretera debe ser sometida a diferentes tipos de mantenimiento de conservación con los costos y las frecuencias que se muestran a continuación:

Figura 16. Acciones de Conservación, Costos y Frecuencia

TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO (\$)	UNIDADES	FRECUENCIA
Conservación normal	36,000	\$/km/carril	Anual
Riego de sello	310,000	\$/km/carril	Años 4,12, 20 y 28
Sobrecarpeta	1,075,000	\$/km/carril	Años 8 y 24
Reconstrucción	2,750,000	\$/km/carril	Año 16

Fuente: Elaboración propia con base a parámetros de la SCT

Ya sea que no se realice el proyecto (Situación Sin Proyecto), que se lleve a cabo la Alternativa 1 o la Alternativa 2, siempre se va a enfrentar la misma estructura de costos por concepto de conservación, por lo que, tratándose de un análisis Costo-Beneficio, el flujo relevante por este concepto es igual a cero, motivo por el cual no se incluye en este análisis.

Ahora bien, el flujo relevante de la Alternativa 1 es el que se muestra a continuación:

Figura 17. Flujo Relevante de la Alternativa 1

AÑO	AHORROS	TOTAL DE BENEFICIOS	INVERSIÓN Y COSTOS	COSTOS POR MOLESTIAS	TOTAL DE COSTOS	BENEFICIOS NETOS
0	-	-	146,034	34,301	180,336	(180,336)
1	28,021	28,021	-	-	-	28,021
2	28,579	28,579	-	-	-	28,579
3	29,151	29,151	-	-	-	29,151
4	29,779	29,779	-	-	-	29,779

5	30,370	30,370	-	-	-	30,370
6	30,977	30,977	-	-	-	30,977
7	31,546	31,546	-	-	-	31,546
8	32,205	32,205	-	-	-	32,205
9	32,874	32,874	-	-	-	32,874
10	33,547	33,547	-	-	-	33,547
11	34,258	34,258	-	-	-	34,258
12	34,952	34,952	-	-	-	34,952
13	35,663	35,663	-	-	-	35,663
14	36,400	36,400	-	-	-	36,400
15	37,159	37,159	-	-	-	37,159

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la Alternativa 2 solo contempla la intervención del tramo 2, los beneficios son menores, aunque evidentemente las inversiones también serán menores, pero también debe calcularse el flujo de la Alternativa 2 para poder calcular los indicadores de rentabilidad:

Figura 18. Flujo Relevante de la Alternativa 2

AÑO	AHORROS	TOTAL DE BENEFICIOS	INVERSIÓN Y COSTOS	COSTOS POR MOLESTIAS	TOTAL DE COSTOS	BENEFICIOS NETOS
0	-	-	78,042	21,124	99,165	(99,165)
1	14,460	14,460	-	-	-	14,460
2	14,740	14,740	-	-	-	14,740
3	15,029	15,029	-	-	-	15,029
4	15,374	15,374	-	-	-	15,374
5	15,670	15,670	-	-	-	15,670
6	15,982	15,982	-	-	-	15,982
7	16,250	16,250	-	-	-	16,250
8	16,571	16,571	-	-	-	16,571
9	16,924	16,924	-	-	-	16,924
10	17,271	17,271	-	-	-	17,271
11	17,653	17,653	-	-	-	17,653
12	18,016	18,016	-	-	-	18,016
13	18,374	18,374	-	-	-	18,374
14	18,750	18,750	-	-	-	18,750
15	19,149	19,149	-	-	-	19,149

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en las dos tablas anteriores, cada alternativa genera beneficios diferentes, por lo que el criterio de evaluación es el Valor Presente Neto (VPN) y la relación de éste con respecto a la inversión (VPN/Inv). Los indicadores de rentabilidad de ambas alternativas son:

Figura 19. Indicadores de Rentabilidad de Cada Alternativa

INDICADOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Tasa de Descuento	10.00%	10.00%
Horizonte de evaluación (años)	16	16
Vida útil (años)	15	15
Inversión Social	\$ 146,034,482.76	\$ 78,041,540.60
Valor Presente Neto (VPN)	\$57,383,318.51	23,383,862.41
VPN / INV	39%	30%
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.97%	13.74%

Fuente: Elaboración propia

El VPN representa el equivalente, en valor presente, de los beneficios netos del proyecto, y se puede apreciar que la alternativa 1 genera más del doble de los beneficios que la Alternativa 2.

La relación VPN/INV representa la ganancia que genera el proyecto por cada peso invertido. En el caso de la alternativa 1 se puede observar que, por cada peso invertido, el proyecto genera 39% de beneficio, mayor que la Alternativa 2 estimado en 30%.

Finalmente, la Tasa Interna de Retorno (TIR) indica la rentabilidad en términos porcentuales de cada uno de los proyectos. Evidentemente es preferible ganar en 14.97% sobre la inversión, que solo el 13.74%, por lo que se concluye que la Alternativa 1 es la más rentable.

IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

Tabla 23-.Tipo de proyecto en estudio

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

El objetivo del proyecto de rehabilitación es mejorar las condiciones físicas de la Carretera La Quemada - Lázaro Cárdenas del Km 0+000 al Km 47+700, en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua.

Los trabajos de rehabilitación se realizarán a diferentes niveles de intervención, dependiendo del grado de deterioro que presente la estructura en tramos con características similares, por ejemplo:

Reconstrucción de tramos hasta nivel de terracerías, cortando la estructura total existente del camino, para lo cual se reconstruirá mediante la formación de una primera capa de material no compactable, sobre esta se construirá una capa subrasante y base hidráulica, para posteriormente impregnarla y tender una carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor con tamaño máximo de 1" (25.4 mm) compactada al noventa y ocho por ciento (98%) de su P.V.S.M. (Peso Volumétrico Seco Máximo).

Figura 20. Reconstrucción a Nivel Terracerías



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Reconstrucción de tramos hasta nivel de subrasante, cortando la estructura hasta este nivel, recompactando la cama de los cortes y construyendo nuevamente las capas de subrasante y una base hidráulica, para posteriormente impregnar y tender una carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor con tamaño máximo de 1" (25.4 mm) compactada al noventa y ocho por ciento (98%) de su P.V.S.M..

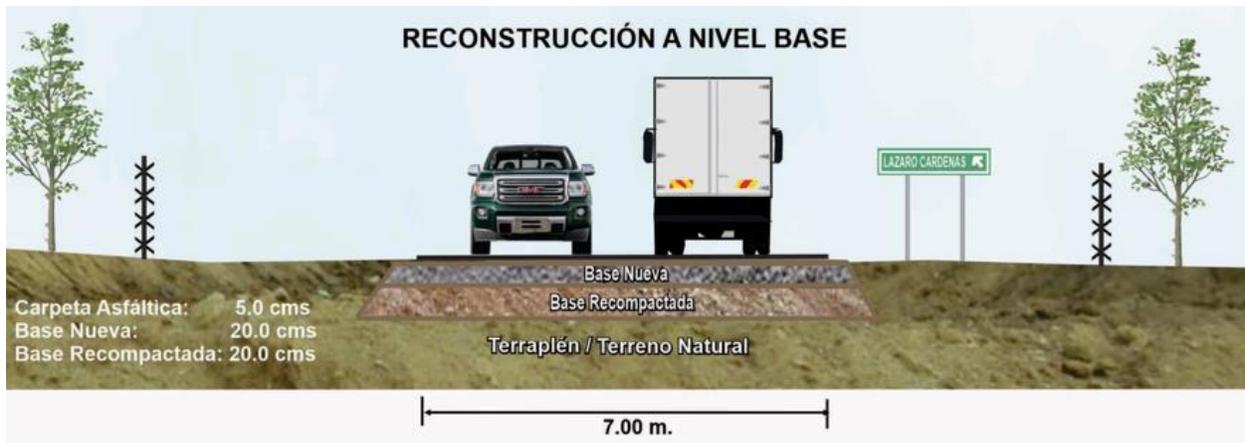
Figura 21. Reconstrucción a Nivel Subrasante



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Donde únicamente se encuentre dañada la carpeta asfáltica, eliminando la carpeta asfáltica, recompactando la base existente y utilizándola como capa subrasante, construyendo sobre esta última capa una de base hidráulica nueva, para impregnar y tender una carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor con tamaño máximo de 1" (25.4 mm) compactada al noventa y ocho por ciento (98%) de su P.V.S.M.

Figura 22. Reconstrucción a Nivel Base

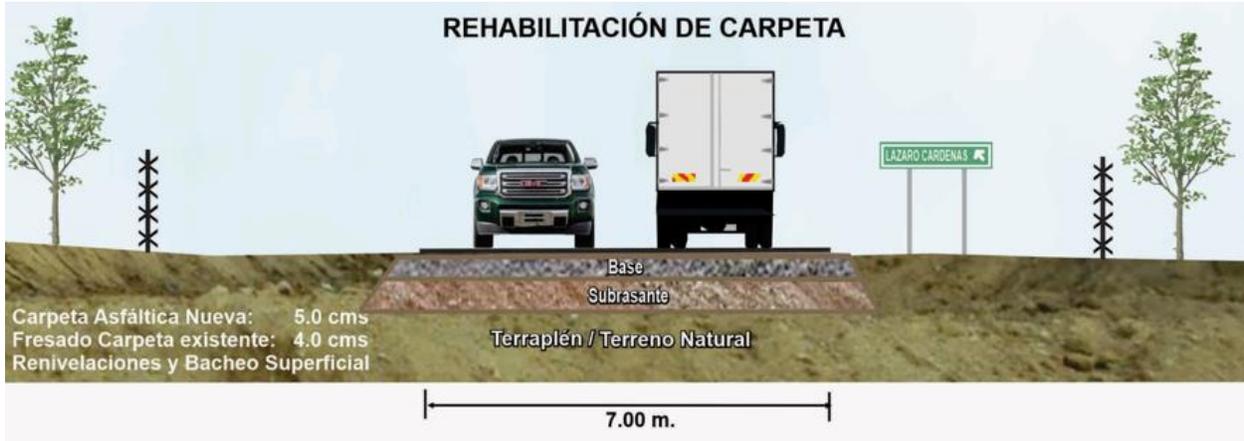


Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Para rehabilitar los tramos a nivel carpeta, se realizará primeramente un fresado de la capa de pavimento existente en un espesor de 4.0 cm en todo el ancho de corona, se continuará con los trabajos de renivelación y bacheo superficial en tramos aislados, posteriormente se tenderá una carpeta asfáltica de

5.0 cm de espesor con tamaño máximo de 1" (25.4 mm) compactada al noventa y ocho por ciento (98%) de su P.V.S.M.

Figura 23. Reconstrucción a Nivel Carpeta



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

En las zonas que la carpeta asfáltica no presente fallas se realizarán trabajos de bacheo y renivelaciones en tramos aislados, para posteriormente colocar una Sobrecarpeta asfáltica de 3 cm de espesor con tamaño máximo de ½" (12.7 mm) compactada al noventa y ocho por ciento (98%) de su P.V.S.M.

Figura 24. Reconstrucción a Nivel Sobrecarpeta



Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Terminados los trabajos de rehabilitación, se aplicará pintura de señalamiento horizontal en toda la longitud del camino y la colocación de vialetas y boyas metálicas

b) Alineación estratégica

El proyecto se encuentra alineado estratégicamente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024, el Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024, el Programa de Caminos Rurales y

Alimentadores, el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 y el Programa Estatal de Desarrollo Chihuahua 2022-2027.

Tabla 24. Alineación Estratégica del proyecto

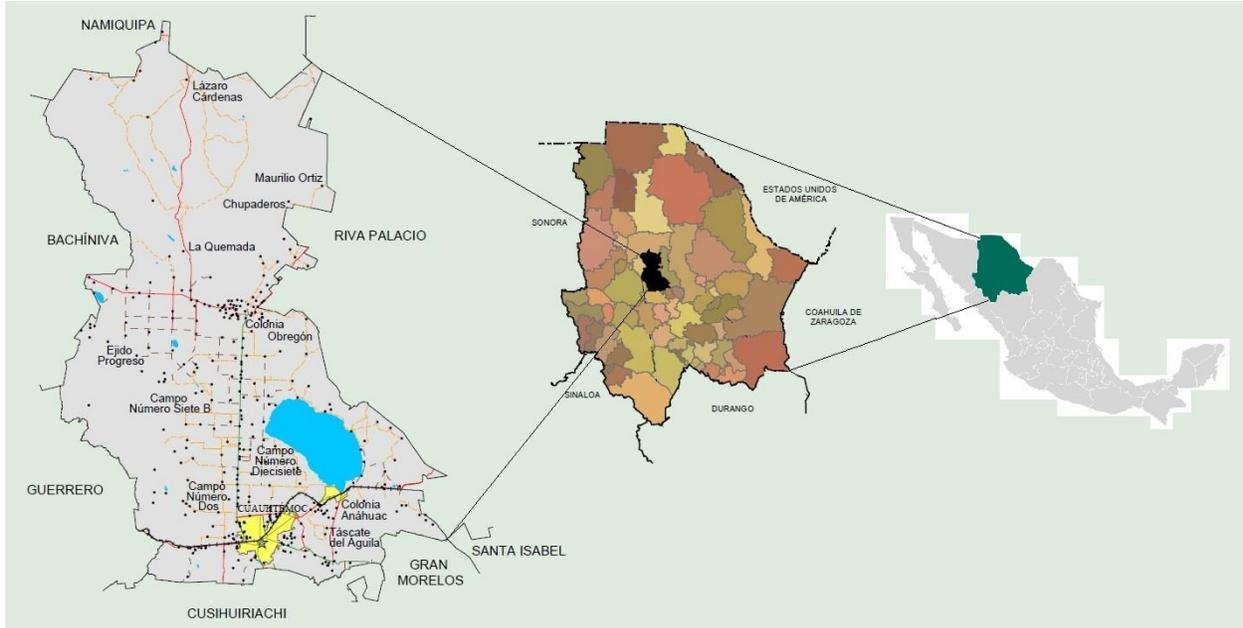
PROGRAMA(S) RELACIONADO(S)	OBJETIVO(S) /ESTRATEGIA(S)	LÍNEAS DE ACCIÓN
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	<p>Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.</p>	<p>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.</p> <p>3.6.2. Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.</p>
Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024	<p>OBJETIVO PRIORITARIO 1: Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal</p>	<p>1.1.1 Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los usuarios que circulan por las redes federal y alimentadora cuenten con las condiciones de seguridad, confort y costos de operación razonables.
Programa de Caminos Rurales y Alimentadores	<p>Objetivo: Impulsar y apoyar la construcción, modernización, reconstrucción y conservación de los caminos rurales y alimentadores para coadyuvar el desarrollo económico y social.</p>	<p>Apoyar la construcción, modernización, reconstrucción y conservación de los caminos rurales y alimentadores para coadyuvar al desarrollo económico y social de las pequeñas comunidades; facilitar su acceso a los servicios de salud y educación; generar empleos e inducir el intercambio de productos y servicios.</p>
Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo. • Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso. • En el Programa de Conservación y Rehabilitación de Caminos Rurales se invertirán 8 mil 170 millones para atender 600 caminos.
Plan Estatal de Desarrollo CHIHUAHUA 2022 – 2027	<p>Objetivo Específico: Contar con vías de comunicación suficientes, adecuadas, de calidad y seguras.</p> <p>Estrategia 1: Mejorar y modernizar la infraestructura de las vías de comunicación en el estado.</p>	<p>1. Modernizar y mejorar el mantenimiento de la red de carreteras en el estado en coordinación con la federación y los municipios del estado.</p> <p>2. Mantener en óptimas condiciones los caminos rurales en coordinación con los municipios del estado.</p>

Fuente: Planes y Programas citados.

c) Localización geográfica

El tramo carretero a rehabilitar se encuentra en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, entre las localidades denominadas La Quemada y Lázaro Cárdenas.

Figura 25. Ubicación del Municipio de Cuauhtémoc, Chih., en el Contexto Estatal y Nacional.



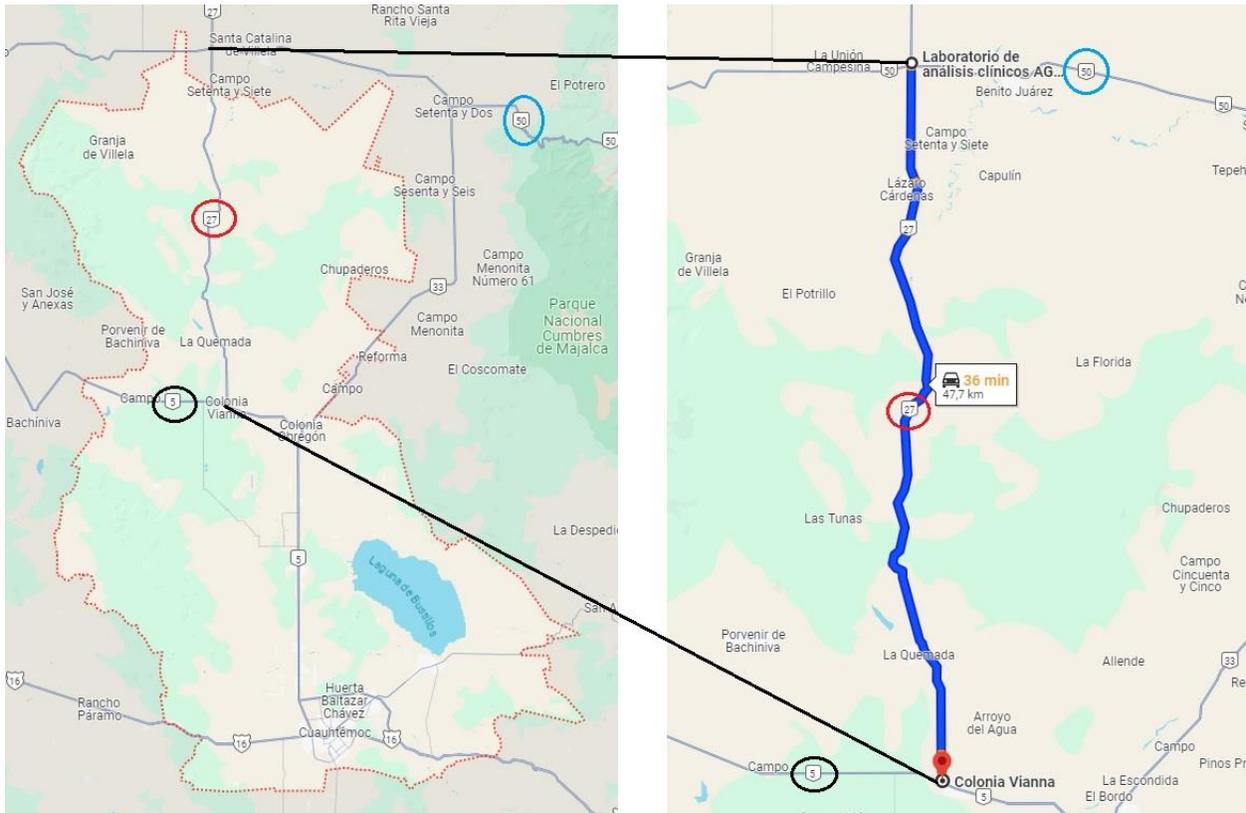
Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI, Compendio de Información Geográfica Municipal 2010.

El cadenamiento 0+000 se ubica en las coordenadas 28.774142° de latitud norte y -107.004550° de longitud oeste, precisamente en la intersección con la carretera no. 5, mientras que el punto final se encuentra en el cadenamiento 47+700, ubicado en las coordenadas 29.178149° de latitud norte y -107.024302° de longitud oeste, a su cruce con la carretera no. 50.

EL tramo de carretera es prácticamente una línea recta con inflexiones ligeras, como se puede apreciar en la siguiente imagen. 42.7 kilómetros de la longitud total se encuentran en el municipio de Cuauhtémoc, mientras que los 5 kilómetros restantes están en el municipio de Namiquipa, también perteneciente al estado de Chihuahua.

En el mapa que se encuentra del lado izquierdo de la siguiente imagen se puede apreciar el contorno que delimita al municipio de Cuauhtémoc, mientras que en el mapa del lado derecho se aprecia la longitud total del tramo carretero a intervenir, distinguiendo tanto la intersección con la carretera no. 5 al sur y que marca el inicio del tramo, como la intersección con la carretera no. 50 al norte, y que marca el punto final del tramo.

Figura 26. Municipio de Cuauhtémoc, Chih., y Ubicación el Tramo Carretero



Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps.

Debido a que las características físicas del terreno no son uniformes, para efectos de estudio el proyecto se dividió en 3 tramos con las siguientes características:

Tabla 25. Ubicación de Tramos para Efectos de Estudio

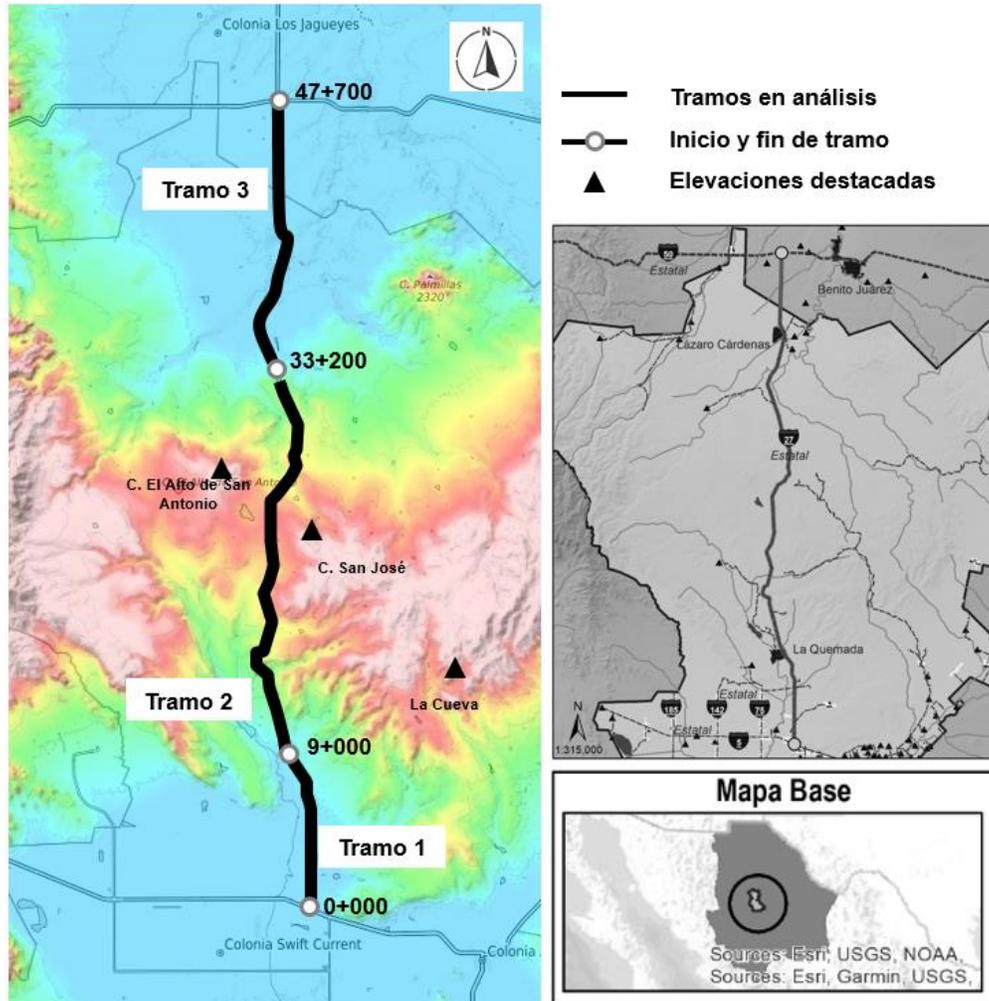
TRAMO	INICIO		TÉRMINO	
	KM	COORDENADAS	KM	COORDENADAS
Tramo 1	0+000	28.774142, -107.004550	9+000	28.851972, -107.017409
Tramo 2	9+000	28.851972, -107.017409	33+200	29.052418°, -107.028020°
Tramo 3	33+200	29.052418°, -107.028020°	47+700	29.178149°, -107.024302°

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

La división en los tres tramos obedece al hecho de que en los dos primeros se identifica una superficie plana, mientras que en el tramo número 2 el terreno presenta características de lomerío suave. Debido a que el costo de operación vehicular depende de las características del terreno, se tuvo que realizar la división por tramos.

La ubicación de cada uno de estos tramos, distinguiendo sus cadenamientos, se puede apreciar en la siguiente imagen:

Figura 27. Cadenamientos de los Tramos Identificados para Efectos de Evaluación



Fuente: Elaboración propia con base en características del terreno

d) Calendario de actividades

El calendario de avance físico y financiero se muestra a continuación:

Tabla 26. Calendario de Avance Físico y Financiero Proyectado, con IVA.

AVANCE\MES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Físico (%)	5%	7%	10%	10%	12%
Financiero (\$)	42,350,000	13,552,000	13,552,000	13,552,000	13,552,000
Avance Físico 1ros 5 meses	44%		Avance Financiero 1ros 5 meses	96,558,000	
AVANCE\MES	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
Físico (%)	12%	12%	12%	12%	8%
Financiero (\$)	13,552,000	13,552,000	13,552,000	13,552,000	18,634,000
Avances Físico Total	100%		Avance Financiero Total	169,400,000	

Fuente: Elaboración propia con base en información de la SIOP

e) Monto total de inversión

La inversión total del proyecto se aprecia a continuación:

Tabla 27. Inversiones del proyecto del recurso 2021

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
Terracerías	M2	333,900.00	188.65	62,991,112.00
Pavimentos (compactación de subbase, riego de impregnación, fresado y reposición de carpeta asfáltica)	M2	333,900.00	242.09	80,834,651.76
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	143,100	12.00	1,717,200.00
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	5,300	81.23	430,519.00
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	500.00	122.00	61,000.00
SUBTOTAL				146,034,482.76
IVA				23,365,517.24
TOTAL				169,400,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

f) Fuentes de Financiamiento

Los recursos para este proyecto provienen exclusivamente de recursos estatales, tal como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Fuente de los recursos (IVA incluido)

AÑO	FEDERAL	ESTATAL	MUNICIPAL	OTROS	TOTAL	TOTAL SIN IVA
2024	0	\$169,400,000	0	0	0	\$146,034,483

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

g) Capacidad instalada

Debido a que la vialidad tiene una longitud de 47,700 metros y un ancho corona promedio de 7 metros, la superficie de rodamiento se extiende sobre una superficie de 333,900 m². El resto de los principales componentes se aprecia en la Tabla 29:

Tabla 29. Oferta del Proyecto

COMPONENTE	CAPACIDAD	UNIDAD
Pavimentos	333,900.00	M ²
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	143,100	ML

COMPONENTE	CAPACIDAD	UNIDAD
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	5,300	PZA
Señales verticales bajas (boyas)	500.00	PZA

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

Considerando que este proyecto en análisis no corresponde a un proyecto que incremente la capacidad de la vía, lo que se ve reflejado en el nivel de servicio que en la Situación Con Proyecto permanece igual a la registrada en la Situación Con Proyecto, como se puede apreciar.

Tabla 30. Nivel de servicio en la Situación Con Proyecto

AÑO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		
	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	
0	2024	1,703	C	1703	D	1703	C
1	2025	1737	C	1737	D	1737	C
2	2026	1772	C	1772	D	1772	C
3	2027	1807	C	1807	D	1807	C
4	2028	1843	C	1843	D	1843	C
5	2029	1880	C	1880	D	1880	C
6	2030	1917	C	1917	D	1917	C
7	2031	1955	D	1955	D	1955	D
8	2032	1994	D	1994	D	1994	D
9	2033	2034	D	2034	D	2034	D
10	2034	2075	D	2075	E	2075	D
11	2035	2116	D	2116	E	2116	D
12	2036	2158	D	2158	E	2158	D
13	2037	2201	D	2201	E	2201	D
14	2038	2245	D	2245	E	2245	D
15	2039	2290	D	2290	E	2290	D

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las siguientes:

Tabla 31.- Metas físicas anuales

ESPACIO	UNIDAD	CANTIDAD	AÑO
Pavimentos	M ²	333,900.00	2024
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	143,100	2024
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	5,300	2024
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	500.00	2024

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua.

i) Vida útil

La Vida útil de este proyecto se estima en 15 años, y considerando 1 año de periodo de ejecución, su horizonte de evaluación es de 16 años.

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios Técnicos

El Gobierno del Estado de Chihuahua llevó a cabo la construcción de la carretera La Quemada – Lázaro Cárdenas, que está clasificada como una carretera estatal, por lo que el Gobierno del Estado de Chihuahua tiene las atribuciones para su conservación.

Los trabajos a realizar y sus especificaciones técnicas fueron determinados por el Laboratorio de Suelos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Chihuahua, quienes están a cargo de la contratación de los trabajos y la supervisión de los mismos.

Estudios legales

EL terreno no contempla la ampliación del ancho de corona, por lo que no será necesario realizar acciones conducentes a liberar derechos de vía.

Estudios ambientales

La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Chihuahua, mediante el oficio No. C-CC-EIA-068-2023 de fecha 14 de diciembre de 2023, solicitó a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Chihuahua manifestarse respecto a si el proyecto denominado **Rehabilitación de la Carretera La Quemada - Lázaro Cárdenas del Km 0+000 al Km 47+700** requería la presentación de un estudio en materia de Impacto Ambiental.

Al respecto, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Chihuahua respondió mediante el oficio No. DOEIA. IA. 3745/2023 de fecha 21 de diciembre de 2023 que *“las obras descritas **no requieren la presentación de un estudio de Impacto Ambiental, debido a que no implica impactos ambientales significativos**”*.

Estudios de mercado

Como parte del trabajo de campo llevado a cabo para la integración del proyecto, se realizaron aforos bidireccionales mediante la instalación de una estación de aforo que se ubicó en las coordenadas 28.97688° de latitud norte y -107.02919° de longitud oeste.

En dicho punto se caracterizó a los vehículos en particulares (A), de pasajeros (B), de carga unitarios (CU) y de carga articulados (CA), y sus velocidades.

Estudios Específicos

No se llevaron a cabo otro tipo de estudio, a excepción de este Análisis Costo Beneficio.

k) Análisis de la Oferta

Gracias a las acciones del proyecto, se espera que aspectos críticos como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el estado de la carpeta y la señalética, tanto vertical como horizontal, mejoren en comparación con las condiciones de la oferta Sin Proyecto. Dichos valores se han marcado en la siguiente tabla en color rojo. EL resto permanece en las mismas condiciones.

Tabla 32. Oferta en la Situación con Proyecto.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Cadenamiento	0+000 al 9+000	9+000 al 33+200	33+200 al 47+700
Longitud (km)	9	24.2	14.5
Tipo de Carretera	C	C	C
Número de Carriles	2	2	2
Tipo de terreno	Plano	Lomerío suave	Plano
Tipo de Superficie	Asfalto	Asfalto	Asfalto
IRI	3.0	3	3
Estado de la carpeta	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Carril (m)	3.5	3.5	3.5
Acotamiento (m)	0	0	0
Sección transversal (m)	7	7	7
Señalización horizontal	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Señalización vertical	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Fuente: Elaboración propia con base en información del proyecto

l) Análisis de la Demanda

Ya se ha comentado que esta carretera no cuenta con puntos intermedios que pudieran ser generadores de tránsito, ni de provocar su desvío, por lo que las condiciones de demanda en las situaciones Actual, Sin Proyecto y Con Proyecto, en cualquiera de los tres tramos, es siempre la misma.

Tabla 33. Evolución de la Demanda en la Situación Con Proyecto (cualquier tramo)

AÑO	ALTA DEMANDA				BAJA DEMANDA			
	A	B	CU	CA	A	B	CU	CA
0	400	8	18	42	1,056	20	48	111
1	408	8	18	43	1,077	20	49	113
2	416	8	19	44	1,099	21	50	115
3	425	8	19	45	1,121	21	51	118
4	433	8	20	45	1,143	22	52	120
5	442	8	20	46	1,166	22	53	122

6	450	9	20	47	1,189	23	54	125
7	459	9	21	48	1,213	23	55	127
8	469	9	21	49	1,237	24	56	130
9	478	9	22	50	1,262	24	57	132
10	487	9	22	51	1,287	24	58	135
11	497	9	23	52	1,312	25	59	138
12	507	10	23	53	1,339	25	61	140
13	517	10	23	54	1,365	26	62	143
14	527	10	24	55	1,393	26	63	146
15	538	10	24	56	1,420	27	64	149

Fuente: Elaboración propia con base en Trabajo de campo 2024.

m) Interacción de la Oferta-Demanda

Con la rehabilitación a la carretera se espera un incremento en las velocidades de desplazamiento de los diferentes tipos de vehículo, lo que provocará una disminución en los tiempos de traslado tanto de los ocupantes de los vehículos como de las mercancías transportadas.

Tabla 34. Velocidades y tiempos de recorrido en la Situación Actual

TRAMOS	A	B	CU	CA	VELOCIDAD DE DISEÑO EN KM/H
	AUTOS	BUSES	CAMIONES UNITARIOS	CAMIONES ARTICULADOS	
Alta demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	85.0	81.0	72.0	70.0	80 a 90 km/h
Tramo 2	72.0	61.0	49.0	47.0	60 a 80 km/h
Tramo 3	85.0	81.0	72.0	70.0	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	6.4	6.7	7.5	7.7	
Tramo 2	20.2	23.8	29.6	30.9	
Tramo 3	10.2	10.7	12.1	12.4	
Baja demanda					
Velocidad km/h					
Tramo 1	90.0	85.0	76.0	74.0	80 a 90 km/h
Tramo 2	75.0	68.0	55.0	53.0	60 a 80 km/h
Tramo 3	90.0	85.0	76.0	74.0	80 a 90 km/h
Tiempo de recorrido (min)					
Tramo 1	6.0	6.4	7.1	7.3	
Tramo 2	19.4	21.4	26.4	27.4	
Tramo 3	9.7	10.2	11.4	11.8	

Fuente: Trabajo de campo 2024.

Este no es un proyecto que incremente la capacidad de la vía, lo que se ve reflejado en el nivel de servicio que en la Situación Con Proyecto permanece igual a la registrada en la Situación Con Proyecto, como se puede apreciar.

Tabla 35. Nivel de servicio en la Situación Con Proyecto

AÑO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		
	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	AFORO	NIVEL DE SERVICIO	
0	2024	1,703	C	1703	D	1703	C
1	2025	1737	C	1737	D	1737	C
2	2026	1772	C	1772	D	1772	C
3	2027	1807	C	1807	D	1807	C
4	2028	1843	C	1843	D	1843	C
5	2029	1880	C	1880	D	1880	C
6	2030	1917	C	1917	D	1917	C
7	2031	1955	D	1955	D	1955	D
8	2032	1994	D	1994	D	1994	D
9	2033	2034	D	2034	D	2034	D
10	2034	2075	D	2075	E	2075	D
11	2035	2116	D	2116	E	2116	D
12	2036	2158	D	2158	E	2158	D
13	2037	2201	D	2201	E	2201	D
14	2038	2245	D	2245	E	2245	D
15	2039	2290	D	2290	E	2290	D

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

Como principal efecto del proyecto, se identifica que el incremento en las velocidades de circulación provoca una disminución en los tiempos de traslado de personas y mercancías, lo que a su vez provoca una disminución en los costos asociados a este concepto.

Por otro lado, las mejores condiciones de la superficie de rodamiento permiten mantener neumáticos, sistemas de suspensión en mejores condiciones y, en general, los gastos asociados a la operación vehicular experimentan una disminución.

Tabla 36. Costos Generalizados de viaje en la Situación Con Proyecto (cantidades en miles de pesos)

AÑO	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3			
	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	
0	2024	44,878	21,883	66,761	113,750	66,088	179,838	71,426	35,256	106,682
1	2025	40,515	14,551	55,066	99,025	48,489	147,513	64,418	23,444	87,862
2	2026	41,320	14,852	56,172	101,007	49,543	150,551	65,698	23,928	89,626
3	2027	42,144	15,159	57,303	103,029	50,623	153,652	67,008	24,423	91,431
4	2028	42,984	15,473	58,457	105,082	51,728	156,810	68,343	24,929	93,272
5	2029	43,838	15,794	59,632	107,188	52,860	160,048	69,701	25,445	95,147
6	2030	44,712	16,121	60,833	109,328	54,018	163,346	71,090	25,973	97,064
7	2031	45,603	16,456	62,059	111,572	55,204	166,776	72,507	26,512	99,019
8	2032	46,500	16,798	63,298	113,800	56,419	170,219	73,931	27,063	100,994
9	2033	47,427	17,147	64,574	116,068	57,663	173,731	75,405	27,626	103,030
10	2034	48,370	17,504	65,874	118,382	58,937	177,319	76,907	28,201	105,108
11	2035	49,333	17,868	67,202	120,746	60,242	180,988	78,439	28,788	107,227
12	2036	50,316	18,241	68,557	123,153	61,579	184,732	80,002	29,388	109,390
13	2037	51,317	18,622	69,939	125,618	62,949	188,567	81,593	30,002	111,595

AÑO		TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
		COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL	COV	TIEMPO	CGV TOTAL
14	2038	52,339	19,011	71,350	128,124	64,352	192,477	83,218	30,628	113,847
15	2039	53,380	19,408	72,788	130,686	65,790	196,476	84,873	31,269	116,142

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos

Los costos asociados al proyecto se identifican en términos de inversión, mantenimiento y por los costos por las molestias causadas a los usuarios de la vialidad durante la rehabilitación

Costos de Inversión

El costo total del proyecto, IVA incluido, es de \$169.4 millones de pesos (mdp), pero el monto social, sin considerar el IVA, es el que en la siguiente tabla aparece en el concepto de SUBTOTAL, y que es de \$146,034,482.76 pesos.

Tabla 37. Monto de Inversión del Proyecto de Rehabilitación (pesos de 2024)

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO TOTAL
Terracerías	M2	333,900.00	188.65	62,991,112.00
Pavimentos (compactación de subbase, riego de impregnación, fresado y reposición de carpeta asfáltica)	M2	333,900.00	242.09	80,834,651.76
Señalamiento horizontal (raya de 12 cm)	ML	143,100	12.00	1,717,200.00
Señalamiento vertical (Violetas y botones de seguridad)	PZA	5,300	81.23	430,519.00
Señales verticales bajas (boyas)	PZA	500.00	122.00	61,000.00
SUBTOTAL				\$ 146,034,482.76
IVA				\$ 23,365,517.24
TOTAL				\$ 169,400,000.00

Fuente: Elaboración propia con información de SIOP.

Costos de Mantenimiento

El programa de mantenimiento carretero es un programa permanente y cuya ejecución es independiente de que se rehabilite o no una carretera. Por lo tanto, los costos, tipo y frecuencia de mantenimiento serían los mismos en las situaciones Con y Sin Proyecto, y que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Figura 28. Acciones de Conservación, Costos y Frecuencia

TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO (\$)	UNIDADES	FRECUENCIA
Conservación normal	36,000	\$/km/carril	Anual
Riego de sello	310,000	\$/km/carril	Años 4,12, 20 y 28
Sobrecarpeta	1,075,000	\$/km/carril	Años 8 y 24
Reconstrucción	2,750,000	\$/km/carril	Año 16

Fuente: Elaboración propia con parámetros de la SCT.

Pese a que en el flujo relevante el efecto de los costos por mantenimiento es igual a CERO, en la siguiente tabla se pueden apreciar los costos por este concepto.

Figura 29. Costos por Tipo de Conservación y Frecuencia

AÑO		RUTINARIA	PERIÓDICA	RECONSTRUCCIÓN	TOTAL
0	2024	3,434	-	-	3,434
1	2025	3,434	-	-	3,434
2	2026	3,434	-	-	3,434
3	2027	3,434	-	-	3,434
4	2028	3,434	29,574	-	33,008
5	2029	3,434	-	-	3,434
6	2030	3,434	-	-	3,434
7	2031	3,434	-	-	3,434
8	2032	3,434	102,555	-	105,989
9	2033	3,434	-	-	3,434
10	2034	3,434	-	-	3,434
11	2035	3,434	-	-	3,434
12	2036	3,434	29,574	-	33,008
13	2037	3,434	-	-	3,434
14	2038	3,434	-	-	3,434
15	2039	3,434	-	-	3,434

Fuente: Elaboración propia con base en parámetros de la SCT

NOTA: Pese a que se tiene identificado el conto por reconstrucción, éste debería darse en el año 2040, fuera del horizonte de evaluación

Costos por Molestias

Durante el periodo en el que la carretera estará en rehabilitación, los vehículos seguirán transitando por ella, pero se encontrarán con cuadrillas de trabajadores y maquinaria operando en diferentes frentes, lo que obligará a los conductores a reducir su velocidad de circulación, incrementando sus tiempos de traslado e, inevitablemente, incrementando el CGV durante ese periodo.

Tabla 38. Velocidades Esperadas Durante el Periodo de Ejecución del Proyecto

PERIODO	TRAMO	VEHIC. A	VEHIC. B	VEHIC. CU	VEHIC. CA	VEL. DISEÑO
Alta Demanda	Tramo 1	58.00	55.00	48.00	47.00	80 a 90 km/h
	Tramo 2	54.00	46.00	38.00	36.00	60 a 80 km/h
	Tramo 3	58.00	55.00	48.00	47.00	80 a 90 km/h
Baja Demanda	Tramo 1	58.00	55.00	48.00	46.00	80 a 90 km/h
	Tramo 2	54.00	46.00	38.00	36.00	60 a 80 km/h
	Tramo 3	58.00	55.00	48.00	46.00	80 a 90 km/h

Fuente: Elaboración Propia

Debido a estas velocidades, se incrementa el costo de operación vehicular y el tiempo de traslado, por lo que hay un incremento en el CGV. Considerando que los trabajos de obra se realizan durante 10 meses, se estima un costo por molestias de \$34.30 mdp.

Tabla 39. Determinación del Costo Por Molestias Durante la Ejecución

CONCEPTO	COV (COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR)	TIEMPO	CGV (COSTO GENERALIZADO DE VIAJE)
Situación Sin Proyecto 2024	\$221,678.77	\$90,439.93	\$312,118.69
Situación Con Proyecto 2024 (trabajos de obra)	\$230,053.68	\$123,226.81	\$353,280.49
Costos por 12 meses	\$8,374.91	\$32,786.89	\$41,161.80
Costos por molestias (10 meses)	\$6,979.09	\$27,322.41	\$34,301.50

Fuente: Elaboración Propia

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios.

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en la publicación Boletín NOTAS núm. 207, ENERO-FEBRERO 2024, sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Con el análisis realizado, se concluye que, gracias al proyecto, se registra una disminución en los tiempos de traslado de personas y mercancías y disminuye el costo de operación vehicular, generando un ahorro en el CGV. Para valorar dichos efectos, se tomaron en consideración los siguientes datos:

Tabla 40. Valores Base para el Cálculo de CGV

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDADES
Valor del tiempo viaje de trabajo (a)	92.11	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer (a)	55.27	\$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo (b)	61.8%	
Número de pasajeros auto (b)	2.41	pas/veh
Número de pasajeros autobús (b)	23.40	pas/veh
Valor tiempo de la carga (c)	15.44	\$/hr/ton
Toneladas promedio CU (c)	10.00	ton/veh
Toneladas promedio CA (c)	20.00	ton/veh

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT.

a) IMT. Boletín Notas 207, Artículo 1, Enero – Febrero 2024 del IMT.

b) Registro en Cartera SHCP del estado de Chihuahua 23096280002 Camino Lim. Edos. Chih./Son. - Pancho Villa - E.C. (Janos - Monte Verde). Tramo del Km. 21+400 al Km. 70+000.

c) IMT. Publicación Técnica 679 en 2022. Valor económico del tiempo de recorrido de las mercancías 2020 de utilidad en el análisis costos beneficio de proyectos de infraestructura carretera. Dato utilizado para el estado de Chihuahua por el carácter regional del proyecto.

Los costos de operación vehicular reflejan los costos correspondientes al desgaste del vehículo, combustible, lubricantes, refacciones y mano de obra del mantenimiento, se incluyen únicamente los costos por tiempo del operador del autobús y de los camiones, el valor del tiempo del operador del automóvil y sus acompañantes, del tiempo de los pasajeros y del tiempo de la carga, por lo que se suma en la hoja de la evaluación para obtener los costos Generalizados de Viaje.

Con base en el trabajo de campo, se pudo saber que el 61.8% de los viajes se realizan por motivo de trabajo, lo que genera un costo de oportunidad del tiempo que el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) estima en \$92.11 pesos por hora, según su publicación en el Boletín NOTAS núm. 207, ENERO-FEBRERO

2024. En el resto de los viajes, que representa el 38.2%, las personas viajan por placer, en cuyo caso el IMT considera que el valor del tiempo es de \$55.27 pesos por cada hora.

El mismo IMT estima que el valor de las mercancías transportadas en vehículos de carga a través del sistema carretero nacional es de \$15.44 pesos por cada hora en que una tonelada de carga es transportada.

Habiendo caracterizado la composición vehicular en vehículos tipo A (particulares), B (de transporte de personas), CU (unitario de carga) y CA (articulado de carga), habiendo medido las velocidades de desplazamiento mediante el método de vehículo flotante, que sumado al dato de la distancia recorrida permitió calcular el tiempo de desplazamiento, se pudieron realizar los cálculos del CGV en la Situación Sin Proyecto, del mismo valor pero en la Situación Con Proyecto, y de esa manera la diferencia entre ambos permitió obtener un ahorro en el CGV, lo cual se traduce en un beneficio.

Tabla 41. Ahorros Totales Gracias al Proyecto (Beneficios)

AÑO	COV	TIEMPO	CONSERVACIÓN	TOTAL
0	(8,375)	(32,787)	-	(41,162)
1	22,148	5,873	-	28,021
2	22,586	5,993	-	28,579
3	23,035	6,116	-	29,151
4	23,538	6,241	-	29,779
5	24,001	6,368	-	30,370
6	24,478	6,499	-	30,977
7	24,914	6,632	-	31,546
8	25,438	6,768	-	32,205
9	25,968	6,906	-	32,874
10	26,499	7,048	-	33,547
11	27,066	7,192	-	34,258
12	27,612	7,340	-	34,952
13	28,173	7,491	-	35,663
14	28,756	7,644	-	36,400
15	29,358	7,801	-	37,159

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo y documentos del IMT

Como se puede observar, el efecto neto de los costos de conservación y mantenimiento es igual a cero, y pese a que no influyen en el cálculo total de beneficios, se distinguen en atención a la metodología de evaluación.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

La determinación del flujo relevante del proyecto, sin considerar los costos por conservación y mantenimiento debido a que su efecto neto es igual a cero, se muestran a continuación:

Tabla 42.- Determinación del Flujo Relevante del Proyecto (Pesos de 2024)

AÑO		AHORROS	TOTAL DE BENEFICIOS	INVERSIÓN Y COSTOS	COSTOS POR MOLESTIAS	TOTAL DE COSTOS	BENEFICIOS NETOS
0	2023	-	-	146,034	34,301	180,336	(180,336)
1	2024	28,021	28,021	-	-	-	28,021
2	2025	28,579	28,579	-	-	-	28,579
3	2026	29,151	29,151	-	-	-	29,151
4	2027	29,779	29,779	-	-	-	29,779
5	2028	30,370	30,370	-	-	-	30,370
6	2029	30,977	30,977	-	-	-	30,977
7	2030	31,546	31,546	-	-	-	31,546
8	2031	32,205	32,205	-	-	-	32,205
9	2032	32,874	32,874	-	-	-	32,874
10	2033	33,547	33,547	-	-	-	33,547
11	2034	34,258	34,258	-	-	-	34,258
12	2035	34,952	34,952	-	-	-	34,952
13	2036	35,663	35,663	-	-	-	35,663
14	2037	36,400	36,400	-	-	-	36,400
15	2038	37,159	37,159	-	-	-	37,159
Valor Presente		237,719	237,719	146,034	34,301	180,336	57,383

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el flujo del Proyecto, el proyecto presenta los siguientes indicadores de rentabilidad.

Tabla 43. Indicadores de Rentabilidad (Pesos de 2024)

INDICADOR	VALOR
Valor Presente Neto (VPN)	57,383,318.51
Tasa interna de retorno social (TIR)	14.97%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	19.19%

Fuente: Elaboración propia.

Con las consideraciones presentadas, se determina un Valor Presente Neto positivo de \$57.38 mdp, lo que indica que el proyecto es aceptable, dado que los beneficios superan los costos del proyecto, considerando una tasa social de descuento del 10%. Dado que el proyecto es rentable resulta conveniente su realización.

De esta manera, de realizar el proyecto el país obtendría una ganancia neta cuantificada y valorada por el monto \$57.38 mdp a pesos del 2024, más los beneficios intangibles que no están incorporados en el flujo del proyecto.

La Tasa Interna de Retorno indica que el proyecto genera una rentabilidad promedio anual del 14.97%, superior a la tasa de descuento del 10%. Se presenta este indicador como un referente, puesto que este indicador no permite determinar con precisión la conveniencia de realizar el proyecto.

La Tasa de Rentabilidad Inmediata del 19.19% supera el 10% de la tasa de descuento, lo que indica que el proyecto debe realizarse a la brevedad posible, puesto que el momento óptimo en que la TRI es mayor que el costo de oportunidad de los recursos públicos del 10% ya pasó.

d) Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta que permite identificar las variables que inciden en el cálculo de los indicadores de rentabilidad, y cuya variación puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto. El análisis se realiza modificando los valores de cada variable a la vez, en lo que los economistas llaman análisis *ceteris paribus*, el cual consiste en suponer que, mientras se analiza una variable, todas las demás permanecen constantes. En este caso se eligieron las siguientes variables cuyo comportamiento se analiza a continuación:

Tabla 44.- Resumen del análisis de sensibilidad

VARIABLE	VARIACIÓN RESPECTO A SU VALOR ORIGINAL	IMPACTO SOBRE EL INDICADOR DE RENTABILIDAD
Inversión	39%	VPN = \$0.00
Proporción de Vehículos en Alta Demanda	-	VPN = \$0.00
TDPA Base	-28% o 72%	VPN = \$0.00

Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento consiste en modificar los valores de la variable elegida, por ejemplo, el monto de inversión, que es de hecho la primera variable analizada. La experiencia dicta que difícilmente los presupuestos se cumplen al 100%, y que casi siempre hay factores que presionan los precios al alza. Entonces se trata de identificar cómo es que varían los indicadores de rentabilidad ante diferentes aumentos al presupuesto de inversión.

En el siguiente ejemplo se pueden observar variaciones de 10 puntos porcentuales al alza hasta llegar al 140% de la inversión, o a la baja y hasta llegar al 60% de la inversión. La inversión base corresponde al 100%, y que en las siguientes tablas se muestra en el renglón que tiene variación de "1.00". Como es de esperarse, si un proyecto genera los mismos beneficios, pero termina costando menos de lo esperado, entonces la rentabilidad se va a incrementar. Por lo tanto, aunque dicho análisis no es muy relevante, se muestra para fines ilustrativos. Lo que sí resulta interesante es observar cómo va disminuyendo la rentabilidad del proyecto cuando la inversión es cada vez mayor.

En la siguiente tabla se observa que la rentabilidad expresada por el VPN disminuye ante un incremento en el monto de inversión. Debido a que se llegó al tope máximo de 140% (1.4 de variación) y el VANS se volvió negativo, quiere decir que la inversión tendría que ser un poco menor al 140% de la originalmente propuesta para que el proyecto pague exactamente el costo de oportunidad.

Ahora bien, cuando el VPN es igual a cero, no significa que el proyecto no sea rentable, sino que el proyecto paga exactamente el costo de oportunidad de los recursos invertidos, y que para el caso de México es del 10%, valor que se utiliza como tasa de descuento. Por lo tanto, y dado a que en el máximo

incremento que se ha decidido analizar en el caso del monto de inversión el VPN deja de ser rentable, se procede al cálculo del valor con el que el VPN será exactamente igual a cero, no porque a ese valor el proyecto no sea rentable, sino porque el dato sirve como referencia al representar el monto de inversión que, de ser marginalmente mayor, haría que el VPN fuera menor que cero y, por lo tanto, no rentable.

Como a una variación del 140% el VPN se volvió negativo, significa que hay un monto de inversión menor a esta variación porcentual sobre el valor original en el que el VPN es igual a cero, es decir, cuando el proyecto paga exactamente el costo de oportunidad de los recursos.

Dicho valor se ubica en el penúltimo renglón y es 1.39 mayor a la inversión original, por lo que puede decirse que el monto de inversión del proyecto soporta un incremento de hasta el 39% del valor original para que el proyecto siga siendo rentable.

Por otro lado, el último renglón representa al análisis para la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y que marca el momento óptimo de inversión. Cuando la TRI es mayor que el costo de oportunidad (10%), se dice que ha pasado el momento óptimo de inversión. En este caso, la TRI es mayor al 10% con la inversión máxima que soporta el proyecto, por lo que en el último renglón de la tabla se presenta el valor de la inversión que haría que la TRI fuera exactamente igual a 10%, pero como puede apreciarse, en ese caso el proyecto no sería rentable.

Tabla 45.- Análisis de Sensibilidad al Monto de Inversión (mdp de 2024)

INVERSIÓN MDP	VARIACIÓN	TIR	VPN	TRI
146.03	1.00	14.97%	57,383	19.19%
204.45	1.40	9.93%	(1,030)	13.71%
189.84	1.30	10.99%	13,573	14.76%
175.24	1.20	12.17%	28,176	15.99%
160.64	1.10	13.49%	42,780	17.44%
146.03	1.00	14.97%	57,383	19.19%
131.43	0.90	16.67%	71,987	21.32%
116.83	0.80	18.63%	86,590	23.99%
102.22	0.70	20.95%	101,194	27.41%
87.62	0.60	23.73%	115,797	31.98%
203.42	1.39	10.00%	0.00	13.78%
280.21	1.92	5.68%	-76,796.47	10.00%

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un análisis de sensibilidad al equivalente en valor presente de los costos de mantenimiento para determinar qué tan sensible resultaba esta variable ante aumentos en su valor estimado originalmente.

Gráfica 5. Sensibilidad a la Proporción de Vehículos en Periodo de Alta Demanda.

PROPORCIÓN	VARIACIÓN	TIR	VPN	TRI
27.47%	1.00	14.97%	57,383	19.19%
38.46%	1.40	15.60%	64,646	19.68%
35.71%	1.30	15.44%	62,830	19.56%
32.96%	1.20	15.29%	61,015	19.44%
30.22%	1.10	15.13%	59,199	19.31%
27.47%	1.00	14.97%	57,383	19.19%
24.72%	0.90	14.82%	55,568	19.06%
21.98%	0.80	14.66%	53,752	18.94%
19.23%	0.70	14.50%	51,936	18.82%
16.48%	0.60	14.35%	50,121	18.69%
0.00%	-	13.41%	39,227	17.95%
0.00%	-	13.41%	39,227	17.95%

Fuente: Elaboración Propia

Si la demanda de vehículos disminuye, se esperaría también una disminución en la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, resulta evidente que esta no es una variable sensible debido a que, aún sin vehículos circulando en periodo de alta demanda, el proyecto seguiría siendo rentable.

Finalmente, se practicó un análisis de sensibilidad al aforo vehicular representado por el TDPA, y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 46. Análisis de Sensibilidad al TDPA Base

TDPA	VARIACIÓN	TIR	VPN	TRI
1,703	1.00	14.97%	57,383	19.19%
2,384	1.40	20.59%	138,750	26.86%
2,214	1.30	19.30%	118,409	24.94%
2,044	1.20	17.94%	98,067	23.03%
1,873	1.10	16.51%	77,725	21.11%
1,703	1.00	14.97%	57,383	19.19%
1,533	0.90	13.33%	37,042	17.27%
1,362	0.80	11.57%	16,700	15.35%
1,192	0.70	9.64%	(3,642)	13.43%
1,022	0.60	7.52%	(23,984)	11.51%
1,223	0.72	10.00%	0.00	13.78%
888	0.52	5.68%	(40,023)	10.00%

Fuente: Elaboración Propia

Como se comentó, para que la rentabilidad disminuya a partir de la demanda, el TDPA tendría que ir a la baja, y aquí se observa que esta variable soporta una disminución del 28% para que el proyecto siga siendo rentable.

e) Análisis de riesgos

Los riesgos que se pueden presentar durante la etapa de ejecución o construcción involucran los relacionados a los de diseño, proceso constructivo, rendimiento y productividad. Por último, en la etapa de operación los riesgos son relacionados a causas de fuerza mayor, contractuales o inflación. Los principales riesgos asociados al proyecto son los siguientes:

Tabla 47. Riesgos, impacto y medidas de mitigación para el proyecto

DESCRIPCIÓN	IMPACTO	MITIGACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Retraso debido a fenómenos meteorológicos extraordinarios en 2024	Incremento en costos por incremento en el tiempo de ejecución	Programación de obras en periodo de baja probabilidad de afectaciones meteorológicas	15%
Problemas técnicos en obra	Incremento en costo y demoras durante la ejecución de operaciones	Identificar licitantes y constructores con el perfil adecuado para el desarrollo de las obras.	20%
Problemas de operación, por una demanda mayor, fenómenos climáticos, inadecuada planeación	Incremento en costos de conservación y mantenimiento	Crear un fondo de mantenimiento. Adquirir seguros para eventualidades climáticas.	30%
Fenómenos inflacionarios o macroeconómicos	Incremento en costos (construcción o de operación)	Adquirir seguros, instrumentos de cobertura de riesgos financieros, principalmente.	10%
Problemas de operación por actos de rapiña	Incremento en los costos de mantenimiento debido a robos y vandalismo	Establecimiento de vigilancia	30%

Fuente: Elaboración Propia

VI. Conclusiones y Recomendaciones

La evaluación del proyecto de la de Rehabilitación de la Carretera La Quemada – Lázaro Cárdenas en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, indica que es una obra de infraestructura económicamente rentable, con un VPN de \$ 57,383,318.51 pesos, una TIR del 14.97 % y una TRI del 19.19%.

La puesta en operación de esta obra permitirá mejorar la movilidad de los viajeros para ofrecer un servicio óptimo a los usuarios y mejorar la movilidad de personas y mercancías.

Con el proyecto se tendrán los siguientes beneficios:

- Aumento en las velocidades de operación y, en consecuencia, ahorros en tiempos de recorrido y reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos (cuantificado y valorado).
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios al mejorar la señalización (intangible).
- Reducción de emisiones de gases efecto invernadero (intangible).
- Mejorar el transporte de productos agrícolas, con posible reducción de mermas (intangible).
- Mejorar el acceso a servicios de salud, educación, abasto, oficinas públicas y mercancías (intangible).

Como resultado de una mejora en la movilidad de esta zona del país, derivado de los ahorros en traslados, se prevé una mayor dinámica de acceso a servicios de salud, educación, de abasto, oficinas públicas y de empleo en las comunidades ubicadas en los municipios de Cuauhtémoc y Namiquipa, Chihuahua.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto.

VII. Anexos

NÚMERO DEL ANEXO	CONCEPTO DEL ANEXO	DESCRIPCIÓN
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Se incluye en el Anexo G y H de Memoria de Calculo el análisis de oferta y demanda, en términos de infraestructura y operaciones que se realizan actualmente.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, indicadores de rentabilidad del PPI	Se incluye en anexo el cálculo del indicador para las 2 alternativas identificadas.
Anexo H	Análisis de Sensibilidad se incluye en memoria de cálculo hoja 10. Indicadores	Se incluye en anexo el análisis de sensibilidad a las principales variables.

Fuente: Elaboración propia.

VIII. Bibliografía

- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, publicados el día 30 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.
- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, CEPEP. Metodologías. en <https://www.cepep.gob.mx/es/CEPEP/Materiales>
- Fontaine, Ernesto R. Evaluación social de proyectos. 13ª ed. Pearson, 2008. 648 pp., ISBN 10: 970-26-1300-0
- Oficio Circular No. 400.1.410.22.234, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D. F. 25 de julio de 2022. Tasa Social de Descuento.
- INEGI. Tabulados del Censo de Población y Vivienda 2020. Estados Unidos Mexicanos. La población total del país es de: 126 millones 014 mil 024 habitantes.
- INEGI: Encuesta Intercensal 2015; Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2018.
- INEGI. Panorama Sociodemográfico de México, 2011.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023. Boletín Notas 207, Artículo 1, Enero-Febrero de 2024.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023. Boletín Notas 207, Artículo 1, Enero-Febrero de 2024.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Valor económico del tiempo de recorrido de las mercancías 2020 de utilidad en el análisis costos beneficio de proyectos de infraestructura carretera, 2022. Publicación Técnica 679.

Responsables de la Información

Ramo:

Entidad:

Área Responsable:

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión	Fecha

*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.