



**“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO
ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLÁN - LA CUMBRE,
TRAMO: ZACATLÁN - ZAPOTITLÁN (CARRETERA
INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN
LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA
CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO,
JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN
MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE
RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN,
AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO
DE PUEBLA”**

Secretaría de Infraestructura
Dirección de Planeación
Departamento de Análisis Socioeconómico





Índice General

I. RESUMEN EJECUTIVO	5
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL/PROBLEMÁTICA	9
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	13
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	15
D) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	17
II. SITUACIÓN SIN EL PPI	18
A) OPTIMIZACIONES	18
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA SIN PROYECTO	19
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA SIN PROYECTO	21
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	22
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	24
III. DESCRIPCIÓN GENERAL	27
A) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	28
B) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	29
C) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	30
D) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	30
E) FUENTES DE FINANCIAMIENTO	31
F) CAPACIDAD INSTALADA	31
G) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	32
H) VIDA ÚTIL	32
I) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	33
J) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	34
K) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO	34
L) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON PROYECTO	35
IV. EVALUACIÓN DEL PPI	37
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	37
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI	41
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	42
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	43
E) ANÁLISIS DE RIESGOS	43
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
VI. ANEXOS	47
VII. BIBLIOGRAFÍA	48



Índice de Tablas

Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.	6
Tabla 2. Años en el Horizonte de evaluación y vida útil.	6
Tabla 3. Principales Costos del Proyecto	6
Tabla 4. Principales Costos del Proyecto (millones de pesos).	7
Tabla 5. Principales Beneficios del Proyecto (millones de pesos).	7
Tabla 6. Monto total de inversión.	7
Tabla 7. Indicadores de Rentabilidad.	8
Tabla 8. Red carretera del Estado de Puebla, 2022.	10
Tabla 9. Regionalización del tramo Zacatlán-Zapotitlán (Carretera Interserrana).	11
Tabla 10. Puntos atractores cercanos al área del proyecto.	12
Tabla 11. Oferta actual.	14
Tabla 12. TDPA de la Carretera Zacatlán-Zapotitlán.	15
Tabla 13. Tasa de ocupación vehicular.	16
Tabla 14. CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).	17
Tabla 15. CGV Anual (pesos).	18
Tabla 16. Oferta actual.	20
Tabla 17. TDPA de la Carretera Zacatlán-Zapotitlán.	21
Tabla 18. Tasa de ocupación vehicular.	22
Tabla 19. CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).	23
Tabla 20. CGV Anual (pesos).	23
Tabla 21. Desglose del mantenimiento para el proyecto propuesto.	25
Tabla 22. Componentes de la Alternativa A	25
Tabla 23. Desglose del mantenimiento para el proyecto alterno.	25
Tabla 24. Componentes de la alternativa B.	26
Tabla 25. Comparación económica a través del VAC y CAE.	26
Tabla 26. Principales Componentes del Proyecto.	28
Tabla 27. Coordenadas Geográficas.	30
Tabla 28. Volumen de tránsito con respecto a la capacidad del Distribuidor Vial.	31
Tabla 29. Metas físicas del Proyecto.	32
Tabla 30. Oferta con Proyecto.	34
Tabla 31. Demanda con Proyecto del TDPA.	35
Tabla 32. Tiempos de recorrido con Proyecto.	36
Tabla 33. Proyección de los CGV (pesos) en la Situación con Proyecto.	36
Tabla 34. Costos de Mantenimiento con Proyecto.	38
Tabla 35. Resumen de los trabajos de mantenimiento.	39
Tabla 36. Resumen de los trabajos de mantenimiento.	40
Tabla 37. Proyección de los Ahorros en los CGV (pesos).	41
Tabla 38. Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto.	43
Tabla 39. Análisis de Riesgos en la Etapa de Ejecución	44



Tabla 40. Análisis de Riesgos en la Etapa de Operación	44
--	----

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de ubicación del Estado de Puebla	9
Ilustración 2. Área de estudio del proyecto	10
Ilustración 3. Grado de rezago social en Puebla, 2020	11
Ilustración 4. Estado actual de la carretera	13
Ilustración 5. Flujos direccionales	16
Ilustración 6. Flujos direccionales	22
Ilustración 7 Sección tipo del proyecto.	27
Ilustración 8. Mapa de ubicación del Estado de Puebla	29
Ilustración 9. Croquis de Macro localización	29
Ilustración 10. Croquis de Microlocalización.	30



Análisis Costo-Beneficio¹

“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLÁN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLÁN - ZAPOTITLÁN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA”.

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El proyecto tiene como objetivo reducir los Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los vehículos que utilizan la carretera interserrana en el tramo del kilómetro 0+000 al 40+548. Por medio de la rehabilitación de la carretera se brinda una mejora en el servicio de comunicación terrestre, conectando entre sí a la población de los municipios aledaños al proyecto, así como el incremento de seguridad vial para los que transitan por esta vialidad.

La rehabilitación ofrece una mayor eficiencia operativa al mejorar las condiciones de la carretera, ya que permite la correcta circulación de los vehículos de todo tipo, disminuyendo el congestionamiento y el riesgo de accidentes viales en el tramo del proyecto.

Problemática Identificada

Actualmente, el estado en que se encuentra el tramo del proyecto es deficiente, ya que se encuentra en mal estado por el desgaste provocado por el uso y las condiciones climáticas. En adición a esto, existe una falta de alumbrado en la vialidad, cuya ausencia genera un mayor riesgo de accidentes viales en este tramo. Por lo que es de vital importancia que la carretera se encuentre en óptimas condiciones para que la

¹Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio y costo-beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones (UI) de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Disponibles en: <https://www.gob.mx/shcp/documentos/formatos-para-facilitar-la-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costo-y-beneficio-de-los-ppl>.

Vía Atlxcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlxcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx

población tenga menores costos generalizados de viaje y mayor seguridad al viajar por esta carretera,

El proyecto consiste en la rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00, entre sus principales componentes se identifican los siguientes:

Breve descripción del PPI

Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.

Rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00	
Componente principal	
40.548 Km de rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico en la Carretera Interserrana	
Subcomponentes	
1.	Terracerías
2.	Pavimento
3.	Obras de drenaje
4.	Señalamiento
5.	Estabilización de talud

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Esta cantidad se considera como área mínima de intervención a cumplir. Para mayor referencia de la descripción de los trabajos, se recomienda consultar el presupuesto de la obra contenida en el Expediente Técnico Simplificado y en los Términos de Referencia.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

Tabla 2. Años en el Horizonte de evaluación y vida útil.

Horizonte de evaluación	Vida útil
31 años	30 años

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024

Descripción de los principales costos del PPI

Los principales costos del PPI que presenta el proyecto son los siguientes:

Tabla 3. Principales Costos del Proyecto

CONCEPTOS	IMPORTE
I TERRACERÍAS	\$ 82,078,568.16
II PAVIMENTOS	\$ 153,492,728.17
III OBRAS DE DRENAJE	\$ 5,152,291.25
IV SEÑALAMIENTO	\$ 5,286,929.47
V ESTABILIZACIÓN DE TALUD	\$ 12,631,367.07
TOTAL	\$ 258,641,884.12
I.V.A 16%	\$ 41,382,701.46
TOTAL	\$ 300,024,585.58

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura. Precios de mercado a 2024 sin I.V.A.



Tabla 4. Principales Costos del Proyecto (millones de pesos).

Costo de inversión	Mtto. rutinario	Mtto. sobrecarpeta
300.024	1.88	28.90

Costos por molestias

259.41

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.
Precios de mercado a 2024 sin I.V.A.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Los efectos directos positivos (beneficios sociales) que generará el proyecto, es la reducción en los Costos Generalizados de Viaje (CGV), mismos que se verán reflejados en el primer año de operación del proyecto como a continuación se muestra:

Tabla 5. Principales Beneficios del Proyecto (millones de pesos).

REHABILITACION DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFALTICO DE LA CARRETERA ZACATLÁN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLÁN - LA CUMBRE (CARRETERA INTERSERRANA), 0+000.00 AL KM 40+548.00

Horizonte de evaluación	Año	COV ahorro	CTR ahorro	Ahorros en CGV
1	2026	26,673,895	45,686,390	72,360,285

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.
Precios de mercado a 2024.

La reducción en los CGV, conlleva a incrementar las velocidades de operación y la reducción en los tiempos de recorrido.

Monto total de inversión (con IVA)

Tabla 6. Monto total de inversión.

Proyecto por realizar	Inversión con I.V.A.
REHABILITACION DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFALTICO DE LA CARRETERA ZACATLÁN LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLÁN LA CUMBRE (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00	\$ 300,024,585.58

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2024.

Riesgos asociados al PPI

Los riesgos que podría presentar el proyecto son:

- Retraso en la contratación del proyecto.
- El incremento en el costo de los materiales y el retraso en la entrega de estos.
- Retraso en la construcción debido a problemas sociales, climáticos y/o técnicos.



- Disminución del nivel de servicio por falta de mantenimiento.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Indicadores de Rentabilidad

Tabla 7. Indicadores de Rentabilidad.

Rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00

Indicador	Valor
Valor Actual Neto Social (VANS)	269,856,464
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	15.20%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	27.25%

Fuente: Elaboración propia con base en el Anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras. Montos sin IVA. Precios a 2024

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

La ejecución de la "Rehabilitación De Pavimento Con Concreto Asfáltico De La Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00, En Las Localidades De Zacatlán, Jicolapa, Atzingo (La Cumbre), Xoxonacatla, Santa Inés Jilotzingo, Jilotzingo, Ahuacatlán, Eloxochitlán (San Marcos), Analco, Cuacuilco Y Tepango De Rodríguez, En Los Municipios De Zacatlán, Ahuacatlán Y Tepango De Rodríguez, En El Estado De Puebla" es rentable y factible, ya que representa significativos ahorros en tiempos de recorrido, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

Con la rehabilitación de la carretera se obtienen múltiples beneficios como el ahorro en los gastos generalizados de viaje, menores tiempos de recorrido, disminución de accidentes viales en el tramo de la obra, fomento en el comercio y turismo, entre otros. Por lo que su elaboración beneficia directamente a la población que vive en las localidades en donde se encuentra la carretera, pero también beneficia a los viajeros y trabajadores que circulan por esta vialidad.



Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual/Problemática

II.1. Antecedentes y conceptualización del Sistema Carretero en Puebla.

El Estado de Puebla es una de las 32 entidades federativas de México con una superficie de 34,251 kilómetros cuadrados y con una población de 6,583,278 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2020, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), siendo el quinto estado más poblado del país. Esta Entidad se localiza al centro-oriental del país, ubicado en un valle cerca de cuatro volcanes, sin tener salida al mar y presenta un relieve sumamente accidentado. El mapa general de la República Mexicana señala que el Estado de Puebla colinda al este con el estado de Veracruz, al poniente con los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Morelos y al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero. Está dividido en 217 municipios, siendo la Ciudad de Puebla su capital, ubicada a 2,160 metros sobre nivel del mar en el centro oriente del territorio mexicano.

Ilustración 1. Mapa de ubicación del Estado de Puebla



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI, 2024.

Actualmente el Estado se divide en 22 regiones socioeconómicas de acuerdo a información del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP)².

Con datos del Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2020, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y datos del Anuario Estadístico Sector Comunicaciones y Transporte, Ediciones 2003-2012, 2019-2021 de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) del Gobierno Federal Mexicano, el Estado de Puebla cuenta con 11,239 kilómetros de la red carretera.

² Disponible en: <http://ceigep.puebla.gob.mx/>

Tabla 8. Red carretera del Estado de Puebla, 2022.

Longitud de la red carretera de Puebla y tipo de vía		
Tipo de camino o vía		Kilómetros
Troncal federal (principal o primaria)	Pavimentada ^{1/}	1,422
	Revestida	4,929
Alimentadoras estatales (carreteras secundarias)	Pavimentada ^{1/}	39
	Revestida	174
Caminos rurales	Pavimentada	4,675
	Revestida	11,239
Total, estatal		

Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en el Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa, Ediciones 2014-2020, INEGI; Anuario Estadístico Sector Comunicaciones y Transporte, Ediciones 2003-2012, 2019-2021 SICT, México.
Nota: 1/ Comprende caminos de dos, cuatro o más carriles.

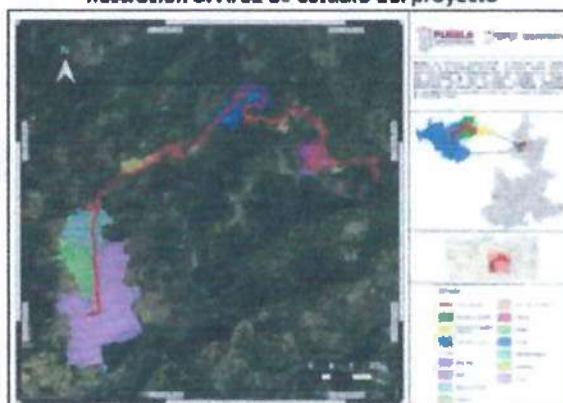
Las carreteras que conectan al Estado de Puebla, sus servicios, operación e infraestructura están básicamente comprendidas de carreteras de vocación económica, pero también carreteras de vocación turística. Ambas son de gran relevancia para los servicios de comunicación terrestre, al ser un aparato en la estructura y composición de los mercados de trabajo, comercio y turismo.

II.2. Carretera Zacatlán-La Cumbre, tramo: Zacatlán-Zapotitlán (Carretera Interserrana)

Puebla es la quinta entidad federativa más poblada de México, esto como consecuencia del crecimiento demográfico que la ciudad y su Área Conurbada han desarrollado en los últimos años, por consiguiente, la concentración de la población ha generado un incremento en la necesidad de infraestructura vial. Esto derivado de la expansión territorial destinada a viviendas, el incremento de entradas y salidas de insumos que se requieren o producen en el estado, el aumento en el turismo, entre otros.

El tramo Zacatlán- Zapotitlán (Carretera Interserrana) de la Carretera Zacatlán-La Cumbre se encuentra en la Sierra Norte del Estado de Puebla, este tramo se encuentra en 3 municipios; Zacatlán, Ahuacatlán y Tepango de Rodríguez. En los 40. 548 kilómetros que abarca el proyecto, se recorren las siguientes localidades: Zacatlán, Jicolapa, Atzingo (La Cumbre), Xoxonacatla, Santa Inés Jilotzingo, Jilotzingo, Eloxochitlán (San Marcos), Analco, Tepango de Rodríguez, Ahuacatlán y Cuacuilco como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 2. Área de estudio del proyecto



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en el Material Cartográfico, SICT 2022
Disponible en: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGP/Atlas/Mapas_2020/PUEBLA-2020.pdf

Vía Atlixcáyoti 1101 Reserva Territorial Atlixcáyoti Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx

Esta carretera surge como una necesidad de infraestructura de comunicación terrestre, para poder mejorar la calidad de las personas que viven en los alrededores de la carretera, incentivando el comercio y el turismo de esta zona. De tal modo que funge como una medida estratégica de conectar a las localidades y municipios del Estado de Puebla. Este camino cuenta con un carril por sentido direccional, por los que se mantiene un flujo continuo de vehículos de todo tipo (A, B, C, etc.).

En el área de estudio entre el tramo Zacatlán- Zapotitlán (Carretera Interserrana), se sitúa en la región 3 "Zacatlán" del Estado de Puebla, ubicada en la Sierra Norte del estado. Esta Región cuenta con 9 municipios los cuales son: Ahuacatlán, Amixtlán, Camocuautla, Coatepec, Hermenegildo Galeana, San Felipe Tepatlán, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla y Zacatlán. En cuanto a las localidades de estudio mencionadas anteriormente en este mismo apartado, se muestra a continuación una tabla con los siguientes datos demográficos:

Tabla 9. Regionalización del tramo Zacatlán- Zapotitlán (Carretera Interserrana).

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Región	Población Total 2020
0001	Ahuacatlán	3	1,275
0009	Analco		476
0004	Atzingo (La Cumbre)		4,226
0028	Cuacuilco		349
0003	Eloxochitlán (San Marcos)		1,176
0014	Tepango de Rodríguez		3,298
0015	Jicolapa		4,614
0016	Jilotzingo		2,297
0080	Santa Inés Jilotzingo		360
0040	Xoxonacatla		2,282
0001	Zacatlán		39,203
Total de población =			59,556

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.

Esta vialidad se ubican los municipios de Ahuacatlán y Zacatlán, pertenecientes a la Región³ 3, teniendo registrados un Índice de Rezago Social (IRS) de 1.408 y -0.288 respectivamente, de acuerdo con datos publicados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), como puede apreciarse en las imágenes 3 y 4.

Ilustración 3. Grado de rezago social en Puebla, 2020



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en el cálculo el Índice de Rezago Social (IRS), CONEVAL, 2020.

Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx

³ La regionalización está sustentada en 22 Regiones por las condiciones de conectividad, encadenamientos productivos y de valor, establecimiento de proyectos viables para el abatimiento de la pobreza y la reducción de los índices de marginación; Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024.
Vía Atlixcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlixcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx



II.3. Problemática central (Área de Influencia).

Partiendo del área de estudio identificada, el diagnóstico de la problemática comenzará a partir de esta parte que será conocida como el área de influencia en donde se determina que existe la necesidad de rehabilitar la carretera existente para mejorar la calidad de vida de la población que se encuentra alrededor del proyecto, así como mejorar la red de comunicación terrestre existente en el Estado de Puebla.

Actualmente la vialidad, presenta un desgaste y daños en el camino a lo largo del tramo que abarca 40.548 kilómetros, esto debido al uso y a las condiciones climáticas. Además, la ausencia de alumbrado en esta carretera genera la urgencia de rehabilitar el camino, puesto que por la ubicación de la misma, se incrementa el riesgo de accidentes viales. Estas situaciones en conjunto provocan que la carretera no opere de manera eficiente, generando retrasos y mayores costos de viaje.

Aunado a este punto relevante, se encuentra la zona de influencia de la vialidad como se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Puntos atractores cercanos al área del proyecto.

No	Bienes y servicios	Zona	X	Y
1	Turismo	Zacatlán de las Manzanas	608781.719	2210927.716

Fuente: Elaboración propia con datos del Mapa INEGI 2023.

Otros factores que agudizan la problemática de esta vialidad que reflejan la carencia de un adecuado servicio que genera la actual infraestructura, son el incremento en el riesgo de accidentes que pueden sufrir las personas al transitar por esta carretera, así como una afectación en el turismo y en el comercio. Así como contaminación en el aire y en los ecosistemas.

Otro problema que se presenta es el retraso en los tiempos de recorrido que genera el mal estado actual de la carretera, generando daños prematuros en los componentes de los vehículos como en el caso de las suspensiones, neumáticos, frenos, entre otros, además del incremento en el consumo de combustible.

Lo anterior (como lo mencionamos anteriormente), da como resultado que se incurran en "altos" costos generalizados de viaje (CGV), derivado especialmente de los "elevados" tiempos de demora y recorrido, aunado a que se han incrementado los accidentes en los últimos años por las actuales condiciones geométricas a nivel.

A continuación, se anexan fotografías que muestran el estado actual de las vialidades ya mencionadas:

Ilustración 4. Estado actual de la carretera



Fuente: Elaboración propia con datos del Informe de Tránsito realizado por la SINFRA, 2024.

De tal manera que, esta situación negativa ocasiona que al existir una saturación vial:

- La población incurra en **“altos” costos generalizados de viaje (CGV)**;
- Existan **elevados** tiempos de demora y recorrido, especialmente para los vehículos de largo itinerario;
- Se presenten **bajas** velocidades de operación;
- Existan **accidentes** de tránsito.

b) Análisis de la Oferta Existente

Se realizó el levantamiento de las características físicas y geométricas de la carretera, identificando tramos o segmentos con características distintas. Para ello, se realizaron

Vía Atlxcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlxcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx



recorridos a fin de identificar las características geométricas tales como longitud, tipo de terreno, número de carriles y existencia de acotamientos. Asimismo, se identificaron las condiciones de operación tiempos de recorrido y niveles de servicio.

Como se describió en el sub-apartado anterior, el bien o servicio que se está analizando es el de comunicación terrestre, por lo que en este tema se abordarán la capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios basados en la infraestructura actual (componentes), considerando su estado físico, espacial y la calidad con la que los bienes y servicios son proporcionados por medio de la **Carretera Zacatlán - La Cumbre, tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), del km 0+000.00 al km 40+548.00.**

Se presentan las siguientes características físicas y de operación:

Tabla 11. Oferta actual.

Características físicas y operativas de la Carretera Situación Actual		
Condiciones de oferta de la red vial relevante.		
Características	Unidad de Medida	
Terreno	Lomerío	Montañoso
Longitud (km)	6.900	32.653
Ancho de carril (m)	3.60	3.60
Numero de sentidos	2.00	2.00
Carriles por sentido	1.00	1.00
Ancho de Sección (promedio)	7.20	7.20
Numero de acotamientos	n/a	n/a
Tipo pavimento	Asfáltico	Asfáltico
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	6.00	6.00
Nivel de Servicio	C	C
Cunetas	Mal estado	Mal estado
Señalización Vertical	Mal estado	Mal estado
Señalización horizontal	Mal estado	Mal estado
Cunetas tramos aislados	Mal estado	Mal estado
Muro Gavión	Mal estado	Mal estado

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo y anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés) en su versión última, el tipo de terreno se clasifica según la pendiente en el tramo acorde con los siguientes criterios: Plano ≤ 2.0 , $2.0 <$ Lomerío ≤ 4.0 , Montañoso >4.0 .

Nota 2/: Velocidades para vehículos ligeros (automóviles tipo A) de acuerdo al proyecto original.

Nota 3/: Las velocidades de operación actuales se obtuvieron con base en trabajo de campo, mediante la metodología de vehículo flotante y la muestra representa a los vehículos ligeros (automóviles tipo A).

Para la evaluación es sustancial informar que, como se mencionó en la nota 3 de la tabla previa, las velocidades de operación actuales y el índice de rugosidad internacional (IRI), se obtuvieron con base en trabajo de campo.

Para determinar las velocidades actuales, se procedió a realizar el **método del vehículo de prueba o vehículo flotante.**



En este procedimiento, el vehículo de prueba (también conocido como vehículo flotante) recorrió varias veces el tramo de vía en estudio a una velocidad "promedio". Esta velocidad promedio se fijó para que el conductor rebasara tantos vehículos como para que lo rebasen a este considerando una velocidad media. Las mediciones de tiempo y pasadas por puntos clave se realizaron a mano. Cuando se trató de determinar las velocidades de autobuses de pasajeros, se utilizó la técnica de persecución; ésta consiste en la selección aleatoria de vehículos de observación, a los cuales se les siguió a lo largo de su recorrido por el tramo de la carretera. Para este caso, los tomadores de información cronometrarón los recorridos sin considerar los tiempos muertos por paradas (ascenso y descenso de pasajeros, tiempo para tomar algún alimento, chequeo en base, etc.) que hizo el servicio. Para los camiones de carga, al igual que los autobuses, se realizó la técnica de persecución, pues estas unidades muestran grandes variaciones dependiendo de la dirección en que transiten.

Mientras que para determinar el IRI, éste fue interpretado a la experiencia del personal técnico que visitó el lugar, por medio del recorrido por ambos sentidos con el propósito de identificar vibraciones y desbalanceo en el vehículo al circular por la vía, así como auscultación con paradas en diferentes puntos.

c) Análisis de la Demanda Actual

Por tratarse de un bien o servicio de comunicación terrestre, la demanda del servicio estará determinada específicamente por los vehículos que presentan diferentes movimientos direccionales que circulan por la carretera objeto de estudio para trasladarse entre un origen y un destino; siendo así que, la demanda la constituye el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), ya que este aforo vehicular es importante al reflejar la demanda o importancia de dicha vialidad.

Para obtener el Tránsito Diario Promedio Anual se consultaron los Datos viales del año 2024 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de donde se tomaron los datos correspondientes a la estación T.C. Apizaco-Tejocotal ubicada en las coordenadas 19.955303,-97.961843, la cual se encuentra sobre la carretera Zacatlán-Zapotitlán que presenta la siguiente clasificación vehicular:

Tabla 12. TDPA de la Carretera Zacatlán-Zapotitlán

TRAMO: ZACATLÁN - LA CUMBRE (CARRETERA INTERSERRANA)				
Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) Lomerío				
Movimiento	TDPA	A	B	C
ZACATLAN - JILOTZINGO (Lomerío)	4,683	89.80%	0.90%	9.30%
Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) Montañoso				
Movimiento	TDPA	A	B	C
JILOTZINGO - ZAPOTITLAN (Montañoso)	3,423	89.80%	0.90%	9.30%

Fuente: Elaboración propia con datos de la SICT (Datos viales).

Disponible en: <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>

Nota 1/: El cálculo de las Tasas de Crecimiento se realizó con base en la información oficial de publicaciones de Datos Viales y se realizó la proyección para el año 2025.
<https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/tasas-de-crecimiento/>

Esta muestra realizada por la SCT permite generalizar el comportamiento de los usuarios por esta carretera. El proyecto presenta un carril por sentido, es decir, un carril con dirección de Zacatlán a Zapotitlán y otro con sentido de Zapotitlán a Zacatlán, esto a través de la siguiente ruta:

Ilustración 5. Flujos direccionales



Fuente: Elaboración propia con datos del Informe de Tránsito realizado por la SINPRA, 2025.

Para continuar con el análisis, es necesario conocer las tasas de ocupación vehicular, que es el número promedio de pasajeros u ocupantes que viajan en cada uno de los tipos de vehículos sobre los tramos antes mencionados, se obtuvieron con base en los datos que publica el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), teniendo como referencia la Publicación Técnica del año 2024 Notas número 207. Lo anterior resulta importante para poder cuantificar el costo del tiempo de los pasajeros e incluirlo en el cálculo de los CGV (Ver Tabla 13).

Tabla 13. Tasa de ocupación vehicular.

Tasas de ocupación vehicular	
Tipo de vehículo	Tasa (pasajeros por vehículo)
A	2.9
B	20.5
C	1.5

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos por el IMT, 2024.



d) Interacción de la Oferta-Demanda

Derivado de los análisis de oferta y demanda actuales se obtiene la siguiente interacción para los servicios de comunicación terrestre, los cuales se reflejan en el **Costo Generalizado de Viaje (CGV)**, el cual se define como el costo en el que incurren los usuarios del camino, carretera o vialidad. Éste incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido (CTR), y el costo de operación de los vehículos (COV) en que se realizan dichos viajes (incluyendo combustibles, neumáticos, lubricantes, etc.).

Para el cálculo de los CGV se toma en cuenta la Publicación Técnica No. 838⁴ publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV, para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la Nota Técnica No. 208⁵, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) 105.59 pesos por hora para viajes por trabajo y 63.36 pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2025, con el propósito de calcular los CTR, tanto para el operario como para los pasajeros; así como los datos del camino y costos por operación vehicular.

Con estos datos y parámetros, se realizó el cálculo de los CGV, que corresponden a la suma de los COV más los CTR, ejemplificándolo de la siguiente manera:

Tabla 14. CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).

CGV Unitario por tipo de vehículo (por km)			
Tipo de vehículo	A	B	C
CGV Lomerío	8.95	27.08	25.96
CGV Montañoso	9.98	33.20	32.52

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Posteriormente, se procedió a calcular los costos generalizados de viaje anuales, utilizando la siguiente formula:

$$CGV \text{ Anual} = (CGV \text{ Unitario}) * (No. \text{ de vehículos por tipo}) * (Longitud \text{ del camino}) * (365 \text{ días})$$

Con base en esta metodología utilizada para obtener los efectos directos ("altos" CGV) que incurren los usuarios por el consumo de los servicios de comunicación terrestre que oferta la carretera Zacatlán-Zapotitlán en el tramo del proyecto, se muestran los COV y CTR anuales del total de todos los tipos de vehículos y el CGV total actual en el que incurren los vehículos por circular en el tramo del proyecto.

⁴ Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

⁵ Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=598&IdBoletin=208>

Tabla 15. CGV Anual (pesos).

Costos Generalizados de Viaje (CGV) Situación Actual				
Año	COV	CTR	CGV	
0 2025	126,139,459	56,151,242	182,290,700	

Costos Generalizados de Viaje (CGV) Situación Actual				
Año	COV	CTR	CGV	
0 2025	501,193,100	246,532,337	747,725,436	

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2025.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de los cifras.

Las condiciones actuales de la carretera en los últimos años se han ido convirtiendo en un riesgo constante para los usuarios tanto de largo recorrido como de los locales, ya que el incremento de los daños en el camino representa un mayor riesgo de que sufran un accidente vial.

Por último, el nivel de servicio⁶ que presentan esta carreta considerando los flujos y el tiempo de demora en el recorrido, corresponde a un nivel tipo "C", por lo que es necesario considerar soluciones para mejorar el nivel del servicio.

II. Situación sin el PPI

Para no atribuirle beneficios que no le corresponden al proyecto se requiere determinar si existen acciones de menor costo que permitan mejorar la situación actual.

Esto es, en evaluación socioeconómica de proyectos, que se deben proponer medidas de tipo administrativo o inversiones "menores" que eliminen obvias ineficiencias de la situación actual analizada, con el propósito de optimizarla, es decir, el objetivo es mejorar la capacidad operativa existente. Es necesario conocer los beneficios que aporta una situación actual optimizada, para no atribuirle beneficios ilegítimos al proyecto.

La situación sin proyecto en este caso será la situación hipotética de qué es lo que pasaría en la carretera de la zona o área de influencia al realizar las medidas de optimización. Estas medidas mejorarían la operatividad de los servicios de comunicación terrestre, disminuirían los tiempos de recorrido e incrementarían las velocidades de operación; lo que conlleva también a reducir el IRI que presentan los tramos analizados, impactando en los CGV.

a) Optimizaciones

Con base en las condiciones que actualmente presenta la carretera Zacatlán - Zapotitlán, se propone llevar a cabo trabajos de mejoramiento de la superficie, debiéndose realizar en el tramo analizado. Con estas acciones, se espera incrementar marginalmente las velocidades de operación.

⁶ 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. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt525.pdf>.



Se han identificado los siguientes trabajos que mejoran la situación actual:

Tablas 16. Costos de las optimizaciones para los Tramos 1, 2 y 3.

Optimizaciones				
Concepto	U.M.	Cantidad	P.U.	Importe sin IVA
Preliminares	M2	105,080.00	8.27	869,011.60
Bacheo asfáltico	M3	4,883.18	4,466.96	21,812,969.73
Señalamiento horizontal (raya continua y discontinua de 15 cm)	M	121,644.00	15.71	1,911,027.24
Señalamiento vertical	Pza.	150.00	3,165.87	474,880.50
Vialetas reflejantes	Pza.	650.00	57.25	37,212.50
Subtotal				25,105,101.57
IVA (16%)				4,016,816.25
TOTAL				29,121,917.82

Fuente: Elaboración propia. Precios de mercado a 2024.

Llevando a cabo estas medidas de optimización las cuales se proyectarían a lo largo del horizonte de evaluación y por un costo total de \$29,121,917.82 con I.V.A. que representa menos del 10% del monto total de inversión, se lograría que suban las velocidades de operación marginalmente, se disminuiría el tiempo de recorrido, y por consiguiente los costos generalizados de viaje bajan. Sin embargo, la carretera podría seguir presentando baja resistencia a la fatiga en la estructura del pavimento con carpeta asfáltica (desgaste), aunado a las condiciones climatológicas y topográficas en la que se encuentra la carretera, contribuirá a su fisuración afectando su desempeño.

b) Análisis de la Oferta sin Proyecto

Se realizó el levantamiento de las características físicas y geométricas de la carretera, identificando tramos o segmentos con características distintas. Para ello, se realizaron recorridos a fin de identificar las características geométricas tales como longitud, tipo de terreno, número de carriles y existencia de acotamientos. Asimismo, se identificaron las condiciones de operación tiempos de recorrido y niveles de servicio.

Como se describió en el sub-apartado anterior, el bien o servicio que se está analizando es el de comunicación terrestre, por lo que en este tema se abordarán la capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios basados en la infraestructura actual (componentes), considerando su estado físico, espacial y la calidad con la que los bienes y servicios son proporcionados por medio de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), del km 0+000.00 al km 40+548.00.

Se presentan las siguientes características físicas y de operación:

Tabla 17. Oferta actual.

Características físicas y operativas de la Carretera		Situación Sin Proyecto
Condiciones de oferta de la red vial relevante.		
Características	Unidad de Medida	
Terreno	Lomerío	Montañoso
Longitud (km)	6.900	32.653
Ancho de carril (m)	3.60	3.60
Numero de sentidos	2.00	2.00
Carriles por sentido	1.00	1.00
Ancho de Sección (promedio)	7.20	7.20
Numero de acotamientos	n/a	n/a
Tipo pavimento	Asfáltico	Asfáltico
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	4.00	4.00
Nivel de Servicio	C	C
Cunetas	Regular Estado	Regular Estado
Señalización Vertical	Regular Estado	Regular Estado
Señalización horizontal	Regular Estado	Regular Estado
Cunetas tramos aislados	Regular Estado	Regular Estado
Muro Gavión	Regular Estado	Regular Estado

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo y anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés) en su versión última, el tipo de terreno se clasifica según la pendiente en el tramo acorde con los siguientes criterios: Plano ≤ 2.0 , 2.0 < Lomerío ≤ 4.0 , Montañoso > 4.0 .

Nota 2/: Velocidades para vehículos ligeros (automóviles tipo A) de acuerdo al proyecto original.

Nota 3/: Las velocidades de operación actuales se obtuvieron con base en trabajo de campo, mediante la metodología de vehículo flotante y la muestra representa a los vehículos ligeros (automóviles tipo A).

Para la evaluación es sustancial informar que, como se mencionó en la nota 3 de la tabla previa, las velocidades de operación actuales y el índice de rugosidad internacional (IRI), se obtuvieron con base en trabajo de campo.

Para determinar las velocidades actuales, se procedió a realizar el **método del vehículo de prueba o vehículo flotante**.

En este procedimiento, el vehículo de prueba (también conocido como vehículo flotante) recorrió varias veces el tramo de vía en estudio a una velocidad "promedio". Esta velocidad promedio se fijó para que el conductor rebasara tantos vehículos como para que lo rebasen a este considerando una velocidad media. Las mediciones de tiempo y pasadas por puntos clave se realizaron a mano. Cuando se trató de determinar las velocidades de autobuses de pasajeros, se utilizó la técnica de persecución; ésta consiste en la selección aleatoria de vehículos de observación, a los cuales se les siguió a lo largo de su recorrido por el tramo de la carretera. Para este caso, los tomadores de información cronometraron los recorridos sin considerar los tiempos muertos por paradas (ascenso y descenso de pasajeros, tiempo para tomar algún alimento, chequeo en base, etc.) que hizo el servicio. Para los camiones de carga, al igual que los autobuses, se realizó la técnica de persecución, pues estas unidades muestran grandes variaciones dependiendo de la dirección en que transiten.



Mientras que para determinar el IRI, éste fue interpretado a la experiencia del personal técnico que visitó el lugar, por medio del recorrido por ambos sentidos con el propósito de identificar vibraciones y desbalanceo en el vehículo al circular por la vía, así como auscultación con paradas en diferentes puntos.

c) Análisis de la Demanda sin Proyecto

Por tratarse de un bien o servicio de comunicación terrestre, la demanda del servicio estará determinada específicamente por los vehículos que presentan diferentes movimientos direccionales que circulan por la carretera objeto de estudio para trasladarse entre un origen y un destino; siendo así que, la demanda la constituye el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), ya que este aforo vehicular es importante al reflejar la demanda o importancia de dicha vialidad.

Para obtener el Tránsito Diario Promedio Anual se consultaron los Datos viales del año 2024 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de donde se tomaron los datos correspondientes a la estación T.C. Apizaco-Tejocotal ubicada en las coordenadas 19.955303,-97.961843, la cual se encuentra sobre la carretera Zacatlán-Zapotitlán que presenta la siguiente clasificación vehicular:

Tabla 18. TDPA de la Carretera Zacatlán-Zapotitlán

TRAMO: ZACATLÁN - LA CUMBRE (CARRETERA INTERSERRANA)				
Transito Diario Promedio Anual (TDPA) Lomerío				
Movimiento	TDPA	A	B	C
ZACATLAN - JILOTZINGO (Lomerío)	4,683	89.80%	0.90%	9.30%
Transito Diario Promedio Anual (TDPA) Montañoso				
Movimiento	TDPA	A	B	C
JILOTZINGO - ZAPOTITLAN (Montañoso)	3,423	89.80%	0.90%	9.30%

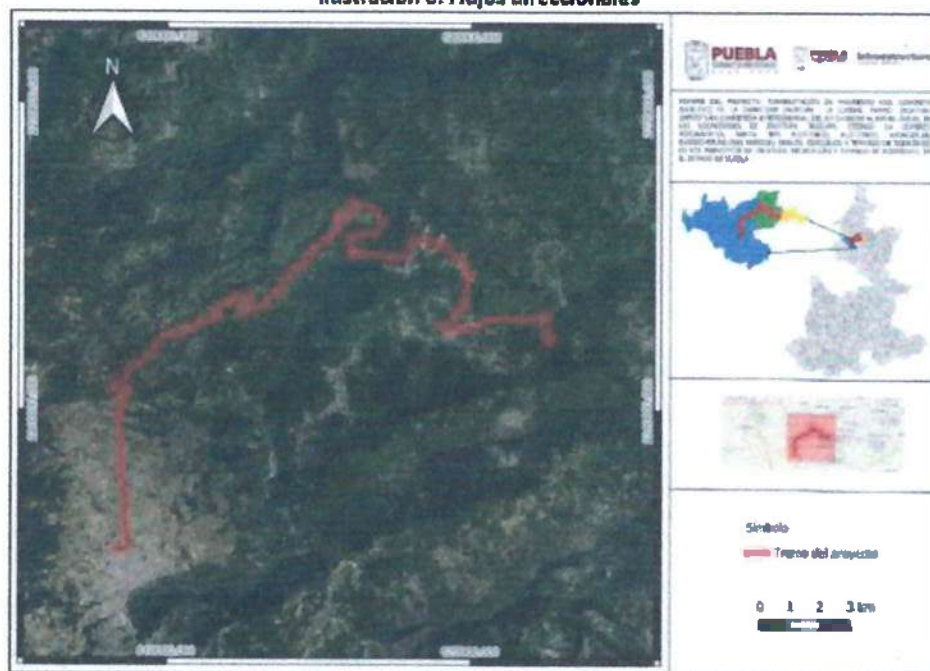
Fuente: Elaboración propia con datos de la SICT (Datos viales).

Disponible en: <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>

Nota 1/: El cálculo de las Tasas de Crecimiento se realizó con base en la información oficial de publicaciones de Datos Viales y se realiza la proyección para el año 2025.
<https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/tasas-de-crecimiento/>

Esta muestra realizada por la SCT permite generalizar el comportamiento de los usuarios por esta carretera. El proyecto presenta un carril por sentido, es decir, un carril con dirección de Zacatlán a Zapotitlán y otro con sentido de Zapotitlán a Zacatlán, esto a través de la siguiente ruta:

Ilustración 6. Flujos direccionales



Fuente: Elaboración propia con datos del Informe de Tránsito realizado por la SINTRA, 2024.

Para continuar con el análisis, es necesario conocer las tasas de ocupación vehicular, que es el número promedio de pasajeros u ocupantes que viajan en cada uno de los tipos de vehículos sobre los tramos antes mencionados, se obtuvieron con base en los datos que publica el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), teniendo como referencia la Publicación Técnica del año 2024 Notas número 207. Lo anterior resulta importante para poder cuantificar el costo del tiempo de los pasajeros e incluirlo en el cálculo de los CGV (Ver Tabla 18).

Tabla 19. Tasa de ocupación vehicular.

Tasas de ocupación vehicular	
Tipo de vehículo	Tasa (pasajeros por vehículo)
A	2.9
B	20.5
C	1.5

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos por el IMT, 2024.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Derivado de los análisis de oferta y demanda actuales se obtiene la siguiente interacción para los servicios de comunicación terrestre, los cuales se reflejan en el **Costo Generalizado de Viaje (CGV)**, el cual se define como el costo en el que incurren los usuarios del camino, carretera o vialidad. Éste incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de

recorrido (CTR), y el costo de operación de los vehículos (COV) en que se realizan dichos viajes (incluyendo combustibles, neumáticos, lubricantes, etc.).

Para el cálculo de los CGV se toma en cuenta la Publicación Técnica No. 838⁷ publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV, para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la Nota Técnica No. 208⁸, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) 105.59 pesos por hora para viajes por trabajo y 63.36 pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2025, con el propósito de calcular los CTR, tanto para el operario como para los pasajeros; así como los datos del camino y costos por operación vehicular.

Con estos datos y parámetros, se realizó el cálculo de los CGV, que corresponden a la suma de los COV más los CTR, ejemplificándolo de la siguiente manera:

Tabla 20. CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).

CGV Unitario por tipo de vehículo (por km)			
Tipo de vehículo	A	B	C
CGV Lomerío	8.38	26.19	24.71
CGV Montañoso	9.42	32.22	31.2

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Posteriormente, se procedió a calcular los costos generalizados de viaje anuales, utilizando la siguiente formula:

$$CGV \text{ Anual} = (CGV \text{ Unitario}) * (No. \text{ de vehículos por tipo}) * (Longitud \text{ del camino}) * (365 \text{ días})$$

Con base en esta metodología utilizada para obtener los efectos directos ("altos" CGV) que incurren los usuarios por el consumo de los servicios de comunicación terrestre que oferta la carretera Zacatlán-Zapotitlán en el tramo del proyecto, se muestran los COV y CTR anuales del total de todos los tipos de vehículos y el CGV total actual en el que incurren los vehículos por circular en el tramo del proyecto.

Tabla 21. CGV Anual (pesos).

Costos Generalizados de Viaje (CGV) Situación Sin Proyecto			
Año	COV	CTR	CGV
0 2025	119,941,980	55,061,693	175,003,673

⁷ Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023, IMT 2023. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

⁸ Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?idArticulo=598&idBoletin=208>



Costos Generalizados de Viaje (CGV) Situación Sin Proyecto

Año	COV	CTR	CGV
0 2025	480,537,758	245,271,125	725,808,883

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Las condiciones actuales de la carretera en los últimos años se han ido convirtiendo en un riesgo constante para los usuarios tanto de largo recorrido como de los locales, ya que el incremento de los daños en el camino representa un mayor riesgo de que sufran un accidente vial.

Por último, el nivel de servicio⁹ que presentan esta carreta considerando los flujos y el tiempo de demora en el recorrido, corresponde a un nivel tipo "C", por lo que es necesario considerar soluciones para mejorar el nivel del servicio.

e) Alternativas de solución

Identificación de alternativas de solución.

Con la finalidad de atender la problemática del proyecto, sobre la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), del Km 0+000.00 al Km 40+548.00, se precedió a considerar las alternativas de solución para determinar la mejor opción para el bien común de la población.

En virtud de lo anterior, se optaron por dos alternativas de solución a la problemática planteada en base a los siguientes criterios:

1. Viabilidad técnica
2. Capacidad de resolver la problemática
3. Viabilidad económica

Por lo tanto, estas se describen a continuación:

Alternativa A.

El proyecto se trata de la propuesta inicial "Rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00", esta busca reparar los daños que se presentan a lo largo de los más de 40 kilómetros que abarca el proyecto con materiales convencionales. El tiempo de la vida del proyecto es de 30 años, además de un año de construcción.

- El costo de inversión de la alternativa: \$ 258,641,884.12 pesos sin IVA.
- Costos de mantenimiento de manera general:

⁹ 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. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/ptS25.pdf>.



Tabla 22 Desglose del mantenimiento para el proyecto propuesto.

Tipo de Mantenimiento	Costo	Años
Conservación rutinaria.	\$ 1,876,390	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29 y 30.
Periódico.	\$ 3,903,111	4, 8, 14, 18, 24 y 26.
Sobrecarpeta	\$ 28,897,505	10, 20 y 28

Fuente: Configuración de Costos de Conservación de la Secretaría de Infraestructura con datos de la SICT.
Montos sin I.V.A. Precios de mercado a 2024.

Tabla 23. Componentes de la Alternativa A

CONCEPTOS	IMPORTE
TERRACERÍAS	\$82,078,568.18
PAVIMENTO	\$153,482,728.17
OBRAS DE DRENAJE	\$5,152,291.25
SEÑALAMIENTO	\$5,286,929.47
ESTABILIZACIÓN DE TALUD	\$12,631,367.07
TOTAL	\$258,641,884.12
I.V.A. 16%	\$41,382,701.46
TOTAL	\$300,024,585.58

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2025
Montos sin I.V.A. Precios de mercado a 2024

• Alternativa B.

El proyecto contempla la pavimentación con concreto hidráulico en todo el tramo, sin considerar la ampliación de calzada y corona de la carretera, manteniendo un ancho de 7.20 m., teniendo de manera general trabajos de construcción tales como: subrasante de 20 cm de espesor, base hidráulica de 15.0 cm de espesor, carpeta de concreto hidráulico de 14 cm. de espesor, señalamiento horizontal que consiste en línea central para separar carriles, líneas laterales, señalamiento vertical que consiste en letreros informativos y restrictivos, obras de drenaje que consisten en cunetas, así como muros de contención.

- Tiempo de vida: 30 años. Tiempo de construcción: 1 año.
- El costo de la propuesta: \$ 661,866,077.66 pesos sin IVA.
- Costos de mantenimiento:

Tabla 24 Desglose del mantenimiento para el proyecto alterno.

Tipo de Mantenimiento	Costo	Año
Rutinario: Conservación normal.	2,017,738	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 y 30.
Periódico: Reparación y reconstrucción superficial de losas de concreto.	28,248,325	8, 16, 24.

Fuente: Configuración de Costos de Conservación de la Secretaría de Infraestructura con datos de la SICT.
Montos sin I.V.A. Precios de mercado a 2024.



Se utiliza el supuesto de que los costos de mantenimiento y de molestias se elevan alrededor de un 156% de los costos originales debido al costo de los materiales utilizados en la construcción.

:

Tabla 25. Componentes de la alternativa B

CONCEPTOS	IMPORTE
TERRACERÍAS	\$198,523,008.00
PAVIMENTO HIDRAULICO	\$437,818,400.00
OBRAS DE DRENAJE	\$7,508,373.12
SEÑALAMIENTO	\$5,286,929.47
ESTABILIZACIÓN DE TALUD	\$12,631,367.07
TOTAL	\$661,866,077.66
I.V.A. 16%	\$105,898,572.43
TOTAL	\$767,764,650.09

*Fuente: Elaboración propia con datos de proyectos similares
Montos sin I.V.A. Precios de mercado a 2024.*

Con base en una revisión técnica, aunado con la **comparación económica** a través de los indicadores Valor Actual de los Costos (VAC) y del Costo Anual Equivalente (CAE), la presente evaluación concluye que la alternativa de solución propuesta -Alternativa A- siendo ésta totalmente viable, por lo tanto, se rechaza la Alternativa B ya que representa una medida muy costosa en cuanto a inversión y costos por molestias.

Tabla 26 Comparación económica a través del VAC y CAE.

Alternativa A: Proyecto Propuesto Carpeta de concreto asfáltico		Alternativa B: Materiales diferentes Carpeta de concreto hidráulico	
Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Inversión sin IVA (mdp)	258.64	Inversión sin IVA (mdp)	661.87
Vida útil del pavimento (años)	30	Vida útil del pavimento (años)	30
Costos de mantenimiento (Rutinaria) (mdp)	1.88	Costos de mantenimiento (Rutinaria) (mdp)	2.02
Costos de Mantenimiento (sobre carpeta) (mdp)	28.9	Costos de Mantenimiento (sobre carpeta) (mdp)	28.2
Tasa Social de Descuento	10%	Tasa Social de Descuento	10%
VAC (mdp)	555.66	VAC (mdp)	960.91
CAE (mdp)	58.94	CAE (mdp)	101.93

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura. Precios de mercado a 2024.

III. Descripción general

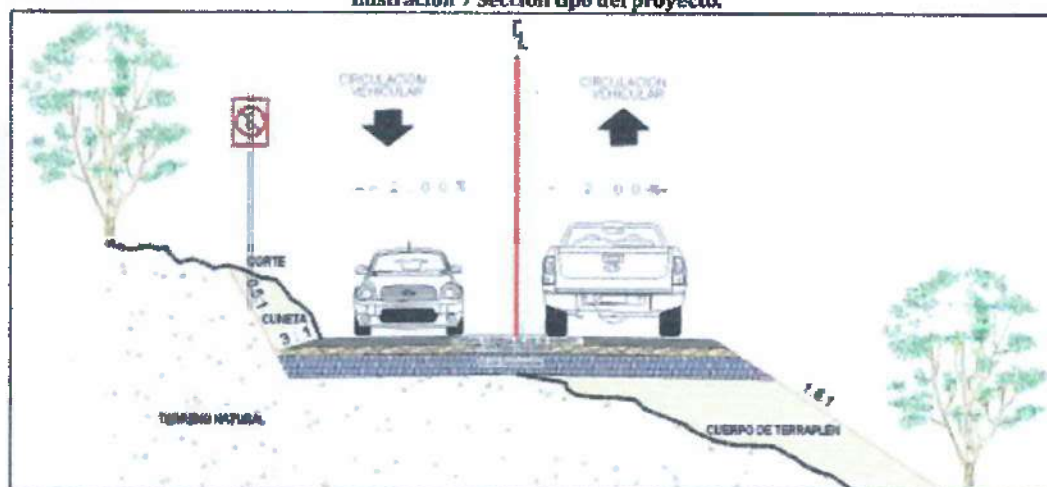
Tipo de PPI	
Proyecto de Infraestructura económica	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de Inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>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

El proyecto se trata de una Rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00, la cual contará con:

- Terracerías
- Pavimento
- Obras de drenaje
- Señalamiento
- Estabilización de talud

Con el propósito de realizar una descripción únicamente esquemática, en virtud de que las características detalladas se indicarán en el proyecto ejecutivo (diseño arquitectónico e Ingeniería de detalle); a continuación, se presenta una ilustración general del proyecto:

Ilustración 7 Sección tipo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia con base en información del anteproyecto de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla, 2025.



Tabla 27 Principales Componentes del Proyecto.

Componente	Tipo	Cantidad ^{1/}	Principales Características
Pavimentación	Rehabilitación	40,548 km	Pavimento con concreto asfáltico, terracerías, obras de drenaje, señalamientos y estabilización de talud.

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Esta cantidad se considera como área mínima de intervención a cumplir. Para mayor referencia de la descripción de los trabajos, se recomienda consultar el presupuesto de la obra contenido en el Expediente Técnico Simplificado y en los Términos de Referencia

a) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024:

La obra se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 a través de la Directriz 3. Desarrollo económico incluyente, y se vincula con el objetivo 3.6. Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024:

El presente proyecto se alinea con el 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.

Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024:

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2019-2024 del Estado de Puebla, establece como base de la planeación el Desarrollo Estratégico Regional a través de los Ejes de Gobierno y los Enfoques Transversales, los cuales contienen objetivos, estrategias y líneas de acción orientados a alcanzar el equilibrio regional.

EJE 3

Desarrollo Económico para Todas y Todos

Objetivo

Impulsar el desarrollo económico sostenible en todas las regiones del estado, con un enfoque de género, identidad e interseccionalidad.

Estrategia Transversal Infraestructura

Mejorar los sistemas de transporte e infraestructura carretera y productiva que fomenten el desarrollo económico con un enfoque sostenible.

Líneas de Acción:

1. Ampliar la red carretera para incrementar la conectividad y el acceso a rutas comerciales y de servicios en y entre las regiones.
3. Aumentar y mejorar la infraestructura productiva y el equipamiento para el impulso de los sectores económicos.

b) Localización geográfica

El Estado de Puebla se localiza en la parte central del país, ubicado en un valle cerca de cuatro volcanes. El mapa general de la República Mexicana señala que el estado de Puebla colinda al este con el estado de Veracruz, al poniente con los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y Morelos y al sur con los estados de Oaxaca y Guerrero. Está dividido en 217 municipios, siendo la Ciudad de Puebla su capital, está a 2,160 metros sobre nivel del mar en el centro oriente del territorio mexicano.

Ilustración 8. Mapa de ubicación del Estado de Puebla



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en INEGI, (2025).

Ilustración 9. Croquis de Macro localización



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en INEGI, (2020).

La Rehabilitación de pavimento con concreto asfáltico de la Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00 tiene las siguientes coordenadas de inicio y fin:



Tabla 28 Coordenadas Geográficas.

Coordenadas UTM de ubicación		
Carretera	Inicio	Fin
PUE-D	608202 2205381	622672 2212488

Fuente: Elaboración propia con datos de seguimiento por GPS montados en Google Earth (marca registrada de Google Inc.) e información de Mapa INEGI, 2020.

Ilustración 10. Croquis de Microlocalización.



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en INEGI, (2020) y CEIGEP, (2024).

c) Calendario de actividades

CALENDARIO DE EJECUCIÓN						
AVANCE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
FINANCIERO (%)	10.58%	13.68%	33.47%	20.45%	20.80%	1.02%
FINANCIERO (\$)	31,737,046.37	41,055,458.55	100,405,980.10	61,342,740.87	62,416,940.62	3,066,419.07
			TOTAL			300,024,585.58

d) Monto total de inversión

MONTO TOTAL DE LA INVERSIÓN		
No.	Descripción	Importe
I	TERRACERÍAS	\$82,078,568.16
II	PAVIMENTOS	\$153,492,728.17
III	OBRAS DE DRENAJE	\$5,152,291.25
IV	SEÑALAMIENTO	\$5,286,929.47
V	ESTABILIZACIÓN DE TALUD	\$12,631,367.07
	TOTAL	\$258,641,884.12
	I.V.A 16%	\$41,382,701.46
	TOTAL	\$300,024,585.58

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras. Precios de mercado a 2024.

Nota: Para mayor referencia de la descripción de los trabajos, se recomienda consultar el presupuesto de la obra contenido

Vía Atlixcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlixcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx



en el Expediente Técnico Simplificado y en los Términos de Referencia.

e) Fuentes de financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales	--	--	--
2. Estatales	Estatad 2025	\$ 300,024,585.58	100 %
3. Municipales	--	--	--
4. Otros	--	--	--
Total		\$ 300,024,585.58	100.00%

*Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2024.*

f) Capacidad instalada

Con base en el análisis de la carretera y del TDPA, ésta presentaría un nivel de servicio "B" durante una gran parte del horizonte de evaluación.

Tabla 29 Volumen de tránsito con respecto a la capacidad.

CAPACIDAD INSTALADA DE LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00		
Horizonte de evaluación	Año	Aforo vehicular de los movimientos Nte-Sur y Sur Nte
0	2025	2,958,690
1	2026	2,991,236
2	2027	3,024,139
3	2028	3,057,405
4	2029	3,091,036
5	2030	3,125,038
6	2031	3,159,413
7	2032	3,194,167
8	2033	3,229,302
9	2034	3,264,825
10	2035	3,300,738
11	2036	3,337,046
12	2037	3,373,753
13	2038	3,410,865
14	2039	3,448,384
15	2040	3,486,316
16	2041	3,524,666
17	2042	3,563,437
18	2043	3,602,635
19	2044	3,642,264
20	2045	3,682,329
21	2046	3,722,835
22	2047	3,763,786
23	2048	3,805,187
24	2049	3,847,044
25	2050	3,889,362
26	2051	3,932,145

Vía Atlixcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlixcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx



27	2052	3,975,398
28	2053	4,019,128
29	2054	4,063,338
30	2055	4,108,035

Fuente: Elaboración propia con datos de la SICT y SINFRA 2012-2025.

g) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la Rehabilitación De Pavimento Con Concreto Asfáltico De La Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana), Del Km 0+000.00 Al Km 40+548.00, En Las Localidades De Zacatlán, Jicolapa, Atzingo (La Cumbre), Xoxonacatla, Santa Inés Jilotzingo, Jilotzingo, Ahuacatlán, Eloxochitlán (San Marcos), Analco, Cuacuilco Y Tepango De Rodríguez, En Los Municipios De Zacatlán, Ahuacatlán Y Tepango De Rodríguez, En El Estado De Puebla, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 30 Metas físicas del Proyecto.

Metas físicas totales		
Proyecto por realizar	Meta (m2)	Inversión con I.V.A.
REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA	284,781.60 M2	\$ 300,024,585.58

Fuente: Elaboración propia con base al anteproyecto elaborado por SINFRA, 2025.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Precios de mercado a 2023.

h) Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años (Construcción)	30 años



i) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Se cuenta con el proyecto ejecutivo, el cual, está en proceso de elaboración de acuerdo con la normatividad estatal y de la SICT vigentes, así como con los estudios geológicos y geotécnicos.

No obstante, se cuenta con el anteproyecto elaborado por la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla, el cual se encuentra con un avance del **100%**.

El avance de la factibilidad técnica a detalle (proyecto ejecutivo) es del **100%**.

Estudios legales

En el Periódico Oficial del Estado de Puebla de fecha 10 de mayo de 2019 se publicó El Acuerdo de la Secretaría de Infraestructura, Movilidad y Transportes del Gobierno del Estado, por el que se dan a conocer las Vialidades de Jurisdicción Estatal.

En el cual se considera los caminos, carreteras y puentes cuya conservación está a cargo del Gobierno del Estado de conformidad con lo establecido por los artículos 2, 8 y 16 fracción I de la Ley General de Bienes del Estado.

El acuerdo señala que las carreteras están numeradas con el folio 108 PUEBLA - ZACATLAN-LA CUMBRE, TRAMO ZACATLAN-ZAPOTITLAN (Carretera Interserrana) con un total de km de 66.50, realizándose los trabajos de rehabilitación en 40.548 km.

El Gobierno del Estado está facultado para realizar los trabajos que comprende el presente proyecto.

Esta factibilidad se encuentra al **100%**.

Estudios ambientales

La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, se encuentra en proceso para ser presentada ante la Secretaría de Medio Ambiente en el presente año. Con la evaluación de impacto ambiental es posible establecer la factibilidad ambiental del proyecto y determinar, en caso de que se requiera, las condiciones para su ejecución, así como las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio y la salud humana.



Estudios de mercado

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

Estudios Específicos

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

j) Análisis de la Oferta con Proyecto

Con la puesta en operación del proyecto se tendrán beneficios significativos para los usuarios, lo cual conlleva a una mayor competitividad de la región, al contar con una carretera de altas especificaciones que permitirá mejorar la movilidad de la zona y el movimiento de mercancías de manera eficiente.

Se presentan las siguientes características físicas y de operación:

Tabla 31 Oferta con Proyecto.

Características físicas y operativas de la Carretera Situación Con Proyecto

Condiciones de oferta de la red vial relevante.

Características	Unidad de Medida	
Terreno	Lomerío	Montañoso
Longitud (km)	6.900	32.653
Ancho de carril (m)	3.60	3.60
Numero de sentidos	2.00	2.00
Carriles por sentido	1.00	1.00
Ancho de Sección (promedio)	7.20	7.20
Numero de acotamientos	n/a	n/a
Tipo pavimento	Asfáltico	Asfáltico
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	2.00	2.00
Nivel de Servicio	C	C
Cunetas	Buen Estado	Buen Estado
Señalización Vertical	Buen Estado	Buen Estado
Señalización horizontal	Buen Estado	Buen Estado
Cunetas tramos aislados	Buen Estado	Buen Estado
Muro Gavión	Buen Estado	Buen Estado

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo y anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés) en su versión última, el tipo de terreno se clasifica según la pendiente en el tramo acorde con los siguientes criterios: Plano ≤ 2.0 , $2.0 <$, Lomerío ≤ 4.0 , Montañoso > 4.0 .

Nota 2/: Velocidades para vehículos ligeros (automóviles tipo A) de acuerdo al proyecto propuesto.

Nota 3/: Las velocidades de operación representan a los vehículos ligeros (automóviles tipo A).

k) Análisis de la Demanda con Proyecto

La demanda en la situación con proyecto se conforma exclusivamente por el tránsito asignado (TA, obtenido de los aforos vehiculares), y su valor en el tiempo, por el crecimiento normal de tránsito (CNT, véase determinación de la TCMA del tramo en el inciso c del apartado II de este documento); es decir, no se considera en la asignación de tránsito los que por producto del tránsito generado (TG) o



desarrollado (TD) se creen. Así entonces, la demanda en la situación con proyecto asume el mismo comportamiento que el de las situaciones previas. Recuérdese que se alude por demanda a la intensidad horaria (In) obtenida en la situación actual.

La composición vehicular en la situación con proyecto a partir del año uno y a lo largo de la proyección en su aforo máximo (considerando que representa a la demanda que se quiere atender), tendrá una tasa de crecimiento del 1.10%, por lo que la siguiente proyección muestra el aforo en el tiempo:

Tabla 32 Demanda con Proyecto del TDPA.

CAPACIDAD INSTALADA DE LA REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00		
Horizonte de evaluación	Año	Aforo vehicular de los movimientos Nte-Sur y Sur Nte
0	2025	
1	2026	2,991,236
2	2027	3,024,139
3	2028	3,057,405
4	2029	3,091,036
5	2030	3,125,038
6	2031	3,159,413
7	2032	3,194,167
8	2033	3,229,302
9	2034	3,264,825
10	2035	3,300,738
11	2036	3,337,046
12	2037	3,373,753
13	2038	3,410,865
14	2039	3,448,384
15	2040	3,486,316
16	2041	3,524,666
17	2042	3,563,437
18	2043	3,602,635
19	2044	3,642,264
20	2045	3,682,329
21	2046	3,722,835
22	2047	3,763,786
23	2048	3,805,187
24	2049	3,847,044
25	2050	3,889,362
26	2051	3,932,145
27	2052	3,975,398
28	2053	4,019,128
29	2054	4,063,338
30	2055	4,108,035

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la SICT, SINPRA 2025.

I) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Con la ejecución del proyecto: "REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN -

Vía Atlxcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlxcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx

ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA" se generarán ahorros en costos de operación vehicular, se disminuirá de manera considerable el tiempo de recorrido y se incrementarán las velocidades de operación, como se muestra a continuación:

Tabla 33 Tiempos de recorrido con Proyecto.

Tiempos de recorrido Situación con Proyecto			
Tramo	Velocidad (Km/h) ^{1/}	Distancia (Km)	Tiempo (minutos) ^{2/}
Tramo urbano en HV	58.23	40.548	86.16

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo y anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota 1/: Velocidades promedio considerando los tres tipos de vehículos.

Nota 2/: Tiempos de recorrido promedio considerando los tres tipos de vehículos.

Se procedió nuevamente a calcular los costos generalizados de viaje, utilizando ahora los nuevos parámetros de velocidades e IRI con proyecto, dando como resultado en el año uno lo siguiente.

Realizando la proyección de los CGV durante el horizonte de evaluación, se presenta su evolución con el propósito de pronosticar su comportamiento futuro considerando la ejecución del proyecto propuesto.

Tabla 34 CGV Anual (pesos) Ambos tramos.

Costos Generalizados de Viaje (CGV) Situación con Proyecto			
Año	COV	TIEMPO	CGV
0 2024			
1 2025	573,805,843	254,646,428	828,452,271
2 2026	586,499,002	260,258,521	846,757,523
3 2027	599,472,946	265,990,791	865,463,737
4 2028	612,733,887	271,834,513	884,568,400
5 2029	626,288,174	277,830,159	904,118,332
6 2030	640,142,294	283,951,166	924,093,460
7 2031	654,302,882	290,192,273	944,495,155
8 2032	668,776,716	296,587,468	965,364,185
9 2033	683,570,726	303,122,915	986,693,641
10 2034	698,691,994	309,781,962	1,008,473,956
11 2035	714,147,759	316,615,337	1,030,763,096
12 2036	729,945,422	323,577,690	1,053,523,112
13 2037	746,092,545	330,689,539	1,076,782,084
14 2038	762,596,858	337,975,586	1,100,572,444
15 2039	779,466,263	345,400,089	1,124,866,352
16 2040	796,708,836	352,981,885	1,149,690,721



17	2041	814,332,832	360,748,506	1,175,081,339
18	2042	832,346,689	368,669,305	1,201,015,994
19	2043	850,759,030	376,793,804	1,227,552,834
20	2044	869,578,671	385,079,120	1,254,657,791
21	2045	888,814,620	393,565,528	1,282,380,148
22	2046	908,476,089	402,229,680	1,310,705,768
23	2047	928,572,488	411,050,977	1,339,623,465
24	2048	949,113,440	420,109,510	1,369,222,950
25	2049	970,108,779	429,330,916	1,399,439,694
26	2050	991,568,555	438,786,604	1,430,355,159
27	2051	1,013,503,043	448,429,518	1,461,932,561
28	2052	1,035,922,744	458,312,151	1,494,234,895
29	2053	1,058,838,391	468,387,815	1,527,226,206
30	2054	1,082,260,955	478,714,791	1,560,975,746

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Con respecto al nivel de servicio, éste podrá alcanzar un nivel tipo "A".

IV. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

A continuación, se desglosan los costos de la obra de forma anual y total, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos por su tipo son los siguientes:

a) Costos de inversión:

La REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA, tiene un costo total por \$258,641,884.12 pesos sin IVA.

b) Costos de mantenimiento:

Los costos de mantenimiento corresponden a las erogaciones necesarias para mantener las características físicas de la infraestructura durante el periodo de análisis. Para ello, se diseñó un programa de conservación y mantenimiento a lo largo del horizonte de evaluación. Los costos para los diferentes tipos de acción se determinaron utilizando precios índices con datos de la publicación: *Tabulador de precios referenciales a costo directo para la construcción, modernización y conservación de obras para la infraestructura carretera 2023*, de la Secretaría de



Infraestructura, Comunicaciones y Transportes del Gobierno Federal Mexicano (SICT), en función del tipo de vialidad, tipo de terreno y tipo de acción, de acuerdo con la política de conservación, a precios de 2023.

La tabla 40 muestra el costo y el periodo de aplicación del plan de mantenimiento en a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 35 Costos de Mantenimiento con Proyecto.

Año	Tipo de mantenimiento	Costo total (\$)
0	-	-
1	Rutinario	1,876,390
2	Rutinario	1,876,390
3	Rutinario	1,876,390
4	Periódico	3,903,111
5	Rutinario	1,876,390
6	Rutinario	1,876,390
7	Rutinario	1,876,390
8	Periódico	3,903,111
9	Rutinario	1,876,390
10	Sobrecarpeta	28,897,505
11	Rutinario	1,876,390
12	Rutinario	1,876,390
13	Rutinario	1,876,390
14	Periódico	3,903,111
15	Rutinario	1,876,390
16	Rutinario	1,876,390
17	Rutinario	1,876,390
18	Periódico	3,903,111
19	Rutinario	1,876,390
20	Sobrecarpeta	28,897,505
21	Rutinario	1,876,390
22	Rutinario	1,876,390
23	Rutinario	1,876,390
24	Periódico	3,903,111
25	Rutinario	1,876,390
26	Periódico	3,903,111
27	Rutinario	1,876,390
28	Sobrecarpeta	28,897,505
29	Rutinario	1,876,390
30	Rutinario	1,876,390

*Puente: Elaboración propia con datos de la publicación: Tabulador de precios referenciales a costo directo para la construcción, modernización y conservación de obras para la infraestructura carretera 2024, de la SICT.
Montos sin IVA. Precios a 2024.*

Vía Atlixcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlixcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscan.infraestructura@puebla.gob.mx





En el año cero, se considera la inversión sin IVA y los costos por molestias.

A continuación, se describe el tipo de costo de mantenimiento:

La conservación rutinaria se refiere a los trabajos que se realizan de manera continua durante todos los años para seguridad de los usuarios, y funcionalidad hidráulica de la carretera. Algunos ejemplos son el bacheo aislado, la limpieza y desazolve de cunetas, chapeo del derecho de vía, limpieza y reposición de señales, repintado de marcas de pavimento, y limpieza de alcantarillas.

La conservación periódica se entiende como las acciones planeadas y previstas en el diseño cada determinado tiempo, con el objetivo de proteger la estructura del pavimento, o rescatar la calidad de rodamiento. Las acciones típicas son los tratamientos superficiales, como es el caso del riego de sello.

Los trabajos de sobrecarpeta consiste en acciones típicas como son los tratamientos superficiales, las microcarpetas, la recuperación en caliente, el fresado superficial, la texturización, etc. Estos trabajos son necesarios cuando la estructura de pavimento requiere un refuerzo mediante la colocación de una nueva capa de carpeta asfáltica.

La reconstrucción, como su nombre lo indica, implica volver a construir parcial o totalmente la sección estructural del pavimento, a fin de que cuente con la capacidad estructural adecuada para resistir el tránsito por acumularse, sin que existan modificaciones geométricas en la sección transversal. Acciones típicas son el "white-topping" (recubrimiento de un pavimento asfáltico), la recuperación, la modificación de materiales, la estabilización, la transformación en concreto compactado, etc. Pare el caso en estudio, estos trabajos no se consideran en el proyecto, en virtud de que, con estas acciones, se abriría un nuevo ciclo de vida, tratándose en evaluación socioeconómica, de un nuevo proyecto.

Tabla 36 Resumen de los trabajos de mantenimiento.

Tipo de mantenimiento	Descripción
Conservación normal (rutinaria)	Limpieza de la superficie de rodadura; eliminación de objetos sólidos y materiales pulverulentos.
Conservación periódica	Aplicación de riego de material asfáltico en forma sincronizada, compactando con rodillos metálicos.
Sobrecarpeta	Tendido y compactación de carpeta asfáltica con mezcla en caliente, incluye riegos de impregnación y riegos de liga.

Fuente: Configuración de Costos de Conservación de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla y la SICT.

c) Costos por Molestias:

Los costos por molestias son costos sociales adicionales producidos por la ejecución del proyecto, es decir, la disminución de carriles o el cierre temporal de secciones por la realización de las obras durante su ejecución en el año cero; por el proceso constructivo de la carretera, afectando a los usuarios de la carretera, el cual es valorado:

- Tramo urbano en el cruce con entre el CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00 \$ 261,490,347

Con base en las metodologías que aporta el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), estos costos se ven reflejados en el incremento del CGV de los vehículos que transitan en la vialidad o en las vialidades aledañas **durante su construcción**, pues al existir mayor nivel de tránsito, se tiene mayores costos de operación vehicular y se destina más tiempo para el traslado. Para este análisis y de manera conservadora, los costos por molestias se presentan únicamente sobre la misma vialidad, cuantificándose por el número de vehículos afectados y se valoran mediante la diferencia entre los CGV asociados a la Situación Actual y Situación con Proyecto como a continuación se muestra:

Tabla 37 Resumen de los trabajos de mantenimiento.

Año	CGV Situación Actual	CGV durante la Construcción	Diferencia
0 2025	930,016,137	670,601,453	259,414,684

Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología del CEPEP y de la SICT.
Montos sin IVA. Precios a 2024.

Otro aspecto importante para este cálculo, se considera que, al momento de ejecutar los trabajos, al levantar la sub-base y base, sus condiciones de operatividad bajan hasta un IRI de 8%, lo que conlleva a una reducción en las velocidades de operación, aunado a que se deben cerrar carriles durante el proceso constructivo.

d) Costos por externalidades e intangibles:

Se identificaron las siguientes externalidades:

- Accidentes automovilísticos a causa del exceso de velocidad por los usuarios al contar con una mejor vialidad.
- Aumento de contaminación debido a los vehículos que circularán por la carretera.

Estas externalidades son de difícil cuantificación y valoración.

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

Los beneficios del proyecto fueron medidos en ahorros generados en Costos Generalizados de Viaje (CGV), como resultado de la disminución del tiempo de viaje y la disminución de costos de operación, considerando que al año cero no se generarán ahorros por no estar en operación el proyecto. Se realiza la comparación de los CGV de la Situación sin Proyecto (SSP) y los de la Situación con Proyecto (SCP).

El CGV se realizó con base en la información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de la composición vehicular. La proyección se realizó a 30 años para el con una tasa de crecimiento del 1.10% para el presente cruce en el tramo urbano de la carretera.

Para el cálculo de los CGV, se utilizaron como referencia y apoyo la **Publicación Técnica No. 838** publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV; para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la **Nota Técnica No. 208**, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) **105.59** pesos por hora para viajes por trabajo y **63.36** pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2025 que tienen como base el modelo computacional VOC-MEX 3.0.

Los beneficios se derivan directamente de los ahorros en el Costo Generalizado de Viaje por la implementación del proyecto. La tabla 37 muestra los Ahorros en los CGV por la implementación del proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 38 Proyección de los Ahorros en los CGV (pesos).

TOTAL AHORROS EN CGV DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00

Horizonte de evaluación	Año	CGV Ahorros totales (\$)
0	2025	0
1	2026	72,360,285
2	2027	73,930,421
3	2028	75,565,269
4	2029	77,224,411
5	2030	78,932,355
6	2031	80,655,816
7	2032	82,413,811
8	2033	84,234,034
9	2034	86,058,536
10	2035	87,976,578



11	2036	89,888,195
12	2037	91,888,416
13	2038	93,912,511
14	2039	95,980,489
15	2040	98,098,926
16	2041	100,307,907
17	2042	102,497,236
18	2043	104,801,174
19	2044	107,100,630
20	2045	109,479,818
21	2046	111,878,527
22	2047	114,372,334
23	2048	116,912,015
24	2049	119,498,321
25	2050	122,145,907
26	2051	124,839,701
27	2052	127,577,348
28	2053	130,409,436
29	2054	133,244,547
30	2055	136,159,744

*Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2025.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.*

Existen otras externalidades, las cuales se identificaron como beneficios sociales:

- Se reducen los accidentes vehiculares y peatonales.
- Se podrá tener una movilidad fluida y segura.

Estas externalidades son de difícil cuantificación y valoración.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Una vez determinados los costos totales del proyecto, integrados por los costos de inversión y los costos de mantenimiento, así como de los beneficios esperados del proyecto, integrados por los ahorros en el Costo Generalizado de Viaje, se procede a calcular el costo-beneficio del proyecto. Dicho cálculo consiste básicamente en la determinación de los indicadores de rentabilidad económica, esto es el Valor Actual Neto Social (VANS), la Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), en donde se ha considerado para este proyecto una Tasa Social de Descuento (TSD) del 10%.

Se asume que este tipo de proyectos tiene una demanda y beneficios crecientes en el tiempo. Por lo que el VANS y la TIRS serán más rentables conforme se amplíe el horizonte de evaluación.

Es de destacar que, el **momento óptimo**, analizando los resultados con respecto al TRI, ésta muestra un superior valor a la TSD del 10%, por lo que el momento óptimo



de que entrara en operación el proyecto ya pasó, por lo que se sugiere que su ejecución se comience a la brevedad.

La siguiente tabla muestra los indicadores de rentabilidad que presenta el proyecto de la **"REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA"**.

Tabla 39 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto.

Indicadores de la REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00	
Indicador	Valor
Valor Actual Neto Social (VANS)	269,856,464
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	15.20%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	27.25%

Fuente: Elaboración propia con base en el CEPEP, SHCP.

*Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de los cifras.
Montos sin IVA. Precios a 2024.*

d) Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
VANS-Costo de Inversión	Incremento del 105 %	Reducción del VANS de 269.86 mdp a -1.72 mdp (menor a 0)
TIRS-Costo de Inversión	Incremento del 105 %	Reducción de la TIRS de 15.20% a 9.98% (menor a la TSD)
VANS-TIRS-Costo de mto.	Incremento del 110 %	Aunque se presentara este cambio, el proyecto seguiría siendo rentable: Reducción del VANS de 269.86 mdp a 228.50 mdp (positivo) Reducción de la TIRS de 15.20% a 14.47% (mayor a la TSD)
VANS-TIRS-Beneficios (demanda)	Reducción del 33 %	Reducción del VANS de 269.86 mdp a -2.56 mdp (menor a 0) Reducción de la TIRS de 15.20% a 9.95% (menor a la TSD)

e) Análisis de riesgos

Se han identificado, de los dos tipos de riesgos fundamentales, riesgos en la etapa de construcción y riesgos en la etapa de operación, lo siguiente:

Vía Atlxcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlxcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx

Etapas de ejecución:

Tabla 40. Análisis de Riesgos en la Etapa de Ejecución

IDENTIFICACIÓN	CUANTIFICACIÓN		JERARQUIZACIÓN	DEFINICIÓN DE MEDIDAS
Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Nivel de riesgo	Medidas de prevención y mitigación
Incremento en los costos por aumento en el precio de los materiales debido a la inflación.	0.5	Medio	0.5	<ul style="list-style-type: none"> Realización de un estudio de mercado en los bancos de materiales cercanos a la zona, a fin de asegurar la adquisición y entrega de los insumos en las mejores condiciones.
Impedimento en la construcción debido a presiones sociales y/o daños ocasionados por interferencias de terceros	0.75	Alto	0.8	<ul style="list-style-type: none"> Realizar mesas de trabajo y establecer diálogos, detallando con claridad y total transparencia, los beneficios y costos relevantes que tendrá el proyecto.
Retrasos en la ejecución de las actividades programadas para la construcción debido a la falta de disponibilidad de la totalidad de los insumos en tiempo y forma.	0.4	Medio	0.5	<ul style="list-style-type: none"> Realización de un estudio de mercado en los bancos de materiales cercanos a la zona, a fin de asegurar la adquisición y entrega de los insumos en las mejores condiciones.
Retrasos en la ejecución de las actividades programadas para la construcción debido a la falta de disponibilidad de los recursos financieros en tiempo y forma.	0.5	Alto	0.8	<ul style="list-style-type: none"> Conformar un equipo de enlace de la Secretaría de Infraestructura y los ayuntamientos, para la programación periódica de reuniones con personal de la Secretaría de Finanzas para conciliar y verificar el avance en el ejercicio de los recursos. Reprogramación de la entrega de anticipos y estimaciones a la Secretaría de Finanzas para su respectivo pago y ministración.

Fuente: Elaboración propia, SINPRA 2024

Etapas de operación:

Tabla 41. Análisis de Riesgos en la Etapa de Operación

IDENTIFICACIÓN	CUANTIFICACIÓN	JERARQUIZACIÓN	DEFINICIÓN DE MEDIDAS
----------------	----------------	----------------	-----------------------

Vía Atlixcáyotl 1101 Reserva Territorial Atlixcáyotl Col. Concepción Las Lajas (CIS) Edificio Sur 3er. Piso
Puebla, Pue. C.P. 72190 Tel. (222) 3 03 46 00 Ext. 291443 oficioscon.infraestructura@puebla.gob.mx



Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Nivel de riesgo	Medidas de prevención y mitigación
Disminución del nivel de servicio.	0.4	Media	0.5	<ul style="list-style-type: none">• Que la Secretaría de Infraestructura y los ayuntamientos lleven a cabo un programa de supervisión periódico para constatar el estado de la carretera.• Que la Secretaría de Infraestructura y los ayuntamientos contemplen un programa anual de mantenimiento, aunado a la gestión paralela de recursos federales y/o estatales para su implementación.
Obstrucciones climáticas.	0.3	Bajo	0.1	<ul style="list-style-type: none">• Realizar el programa de mantenimiento antes y después del periodo de lluvias.
Catástrofes Naturales.	0.2	Bajo	0.1	<ul style="list-style-type: none">• Solicitud de recursos al Fondo de Desastres Naturales en su caso.• Llevar periódicamente inspecciones y supervisiones constantes de elementos estructurales e instalaciones.
Impedimento en la construcción debido a presiones sociales y/o daños ocasionados por interferencias de terceros	0.75	Alto	0.8	<ul style="list-style-type: none">• Solicitar el apoyo de las instituciones de seguridad pública para garantizar la seguridad de los usuarios en sitio y en las zonas aledañas.

Fuente: Elaboración propia, SINFRA 2024.



V. Conclusiones y Recomendaciones

La "REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO CON CONCRETO ASFÁLTICO DE LA CARRETERA ZACATLAN - LA CUMBRE, TRAMO: ZACATLAN - ZAPOTITLAN (CARRETERA INTERSERRANA), DEL KM 0+000.00 AL KM 40+548.00, EN LAS LOCALIDADES DE ZACATLÁN, JICOLAPA, ATZINGO (LA CUMBRE), XOXONACATLA, SANTA INÉS JILOTZINGO, JILOTZINGO, AHUACATLÁN, ELOXOCHITLÁN (SAN MARCOS), ANALCO, CUACUILCO Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN LOS MUNICIPIOS DE ZACATLÁN, AHUACATLÁN Y TEPANGO DE RODRÍGUEZ, EN EL ESTADO DE PUEBLA", es factible desde el punto de vista social, bajo los supuestos expuestos en el estudio, ya que representa significativos ahorros en tiempos de recorrido, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

Con la construcción del proyecto se permitirá mejorar las condiciones de circulación del tránsito de largo itinerario y local, además, se traerá beneficios para más de 7,000 vehículos que en resumen se traducen en:

- Reducción en el costo generalizado de viaje (CGV) de los diferentes tipos de vehículos.
- Reducción en el tiempo de recorrido.
- Contribuye al desarrollo regional y atención del sector productivo.
- Disminución de accidentes vehiculares y peatonales.

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos del Análisis Costo - Beneficio (ACB), puede decirse que los indicadores de rentabilidad económica estimados son favorables para el proyecto. Es decir, los beneficios que resultan por la realización de la rehabilitación de la carretera "Carretera Zacatlán - La Cumbre, Tramo: Zacatlán - Zapotitlán (Carretera Interserrana)", en los municipios de Zacatlán, Ahuacatlán y Tepango de Rodríguez, son suficientes para compensar las erogaciones requeridas para su ejecución y mantenimiento; ya que se obtiene un **VANS positivo** para el proyecto de \$ 269,856,464 una **TIRS** de 15.20% y una **TRI** de 27.25% aunado a que, en la evaluación de alternativas.

Es de destacar nuevamente que, analizando los resultados con respecto a la TRI, ésta muestra un superior valor a la TSD del 10%, por lo que el **momento óptimo** de que entrará en operación el proyecto ya pasó, por lo que se sugiere que su ejecución se comience a la brevedad.

No obstante, debe reforzarse el análisis, investigando más información con respecto a los aspectos técnicos del proyecto, con un programa completo de construcción, acorde al tamaño de lo que se desea resolver, elaborar todos los planes y programas de obras totalmente listos y terminados, de modo que el programa de trabajo se vaya



cumpliendo punto a punto, con el propósito de que los beneficios netos del proyecto sean los mayores posibles.

VI. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Se cuenta con el Informe de Tránsito y anteproyecto elaborados por la Secretaría de Infraestructura (SINFRA) del Gobierno del Estado de Puebla, y con el estudio de aforos vehiculares incluido en los Datos Viales de la SICT.
Anexo B	Estudios Técnicos	Únicamente se cuenta con el anteproyecto.
Anexo C	Estudios Legales	Se cuenta con el Acuerdo Conjunto, por el que dan a conocer las Vialidades de Jurisdicción Estatal, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Puebla.
Anexo D	Estudios Ambientales	Se cuenta con la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional
Anexo E	Estudios de Mercado	No se cuenta con ningún otro estudio.
Anexo F	Estudios Específicos	No se cuenta con ningún otro estudio.
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Se anexa la evaluación económica (hojas de cálculo).
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	Se anexa la evaluación económica (hojas de cálculo).



VII. Bibliografía

1. 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, 30 de diciembre 2013. Disponible en: [www.shcp.gob.mx/; https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-para-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costo-y-beneficio-de-los-programas-y-proyectos-de-inversion](http://www.shcp.gob.mx/https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-para-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costo-y-beneficio-de-los-programas-y-proyectos-de-inversion).
2. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP). Disponible en: <http://ceigep.puebla.gob.mx/>.
3. Plan Nacional de Desarrollo 2024-2030 (<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/966672/pnd-completo-2025-2030.pdf>); Plan de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024 (<http://giep.puebla.gob.mx/Documentos/2018/trtrrt/PlanEstataldeDesarrollo2019-2024.pdf>)
4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Principales resultados por localidad (ITER) 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
6. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, (2020). Índice de Rezago Social (IRS) 2020. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx
7. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>.
8. Sistema de información geográfica Google Earth (marca registrada). Disponible en: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>.
9. Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024, Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2024. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>
10. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://www.imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=598&IdBoletin=208>
11. Libro de Datos Viales de la de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) del Gobierno Federal Mexicano. Disponible en: <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>.
12. Guía General para la presentación de Evaluaciones Costo y Beneficio de Programas y Proyectos de Inversión, 2018, Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/es/CEPEP>; [https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_\(CEPEP\).pdf](https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_(CEPEP).pdf).
13. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Información, metodologías y guías para la evaluación socioeconómica. Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/en/CEPEP/Materiales>.



Responsables de la Información

Ramo: Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Entidad: Puebla.

Área Responsable: Dirección de Caminos, Carreteras, Puentes y Vialidades Urbanas de la Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla; Dirección de Planeación de la Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla.

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

Responsable de la Información:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Gustavo Salomón Lara Torres	Director de Caminos, Carreteras, Puentes y Vialidades Urbanas de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla		14 de febrero del 2025

Responsable de la Evaluación Socioeconómica:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Norman Adrián Torres Alcaraz	Director de Planeación de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla		14 de febrero del 2025

Versión

6.0

Fecha

14 de febrero del 2025

*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.