"REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)".

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SIMPLIFICADO

5 de agosto de 2020

INDICE

I. RESUMEN EJECUTIVO 3
A. Problemática, objetivo y descripción del PPI 3
B. Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI 5
C. Indicadores de Rentabilidad del PPI 10
II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN 11
A. Diagnóstico de la Situación Actual 11
B. Análisis de la oferta o infraestructura existente 18
C. Análisis de la demanda actual 19
D. Interacción de la oferta – demanda. 21
III. SITUACIÓN SIN EL PPI 25
a) Optimizaciones 25
b) **Análisis de la Oferta o infraestructura existente** 26
c) Análisis de la demanda sin proyecto 27
d) Interacción de la Oferta - Demanda 28
e) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 32
Alternativa 1: 32
Alternativa 2: 37
Alternativa seleccionada 40
IV. SITUACIÓN CON EL PROYECTO DE INVERSIÓN 42
A. Descripción General 42
B. Alineación Estratégica 54
C. Localización Geográfica 55
a. Calendario de Actividades 57
D. Monto Total de la Inversión 58
E. Financiamiento 58
F. Metas del Proyecto 59
G. Capacidad instalada y su evolución en el horizonte de la evaluación 59
H. Vida útil 60
I. Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto 60
Estudios Técnicos. 60
Factibilidad Legal. 61
Factibilidad Ambiental 61
J. Análisis de la oferta considerando la implementación del proyecto de inversión 62
K. Análisis de la demanda con proyecto 63

L. Interacción de la oferta – demanda a lo largo del horizonte de evaluación 64
V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN 71
A. Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto de inversión 71
B. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión 73
C. Cálculo de los indicadores de rentabilidad. 80
D. Análisis de sensibilidad 83
E. Análisis de riesgos 85
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 86
VII. ANEXOS 87
VIII. BIBLIOGRAFÍA 92
IX. Responsables de la Información 93

I. RESUMEN EJECUTIVO

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI	El proyecto tiene como principal objetivo de comunicar a las localidades rurales y brindar mayor capacidad al camino, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios, mediante la REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000, como una vía que permita una mayor conectividad entre las localidades de Santiago Momoxpan, Cholula de Rivadavia, Heroíca Puebla de Zaragoza, Villla Batabia, Amozoc de Mota y Casa Blanca, en los Municipios de San Pedro Cholula, Puebla y Amozoc, en el Estado de Puebla para generar competitividad en la región, con respecto al traslado de personas, bienes y mercancías, para lo cual se pretende ofrecer una vía de comunicación óptima para los usuarios. además, se contribuye al cumplimiento de la estrategia definida en el **Plan Nacional de Desarrollo**: Eje 3: Economía Programa: Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo. El sector público fomentara la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas. De esta manera, el proyecto busca reducir los costos generalizados de viaje. Asimismo, como externalidad positiva, el proyecto contribuiría a la disminución de la emisión de contaminantes en la zona en estudio.
Problemática Identificada	Actualmente las condiciones del PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000, presenta las siguiente condiciones: deterioro de la superficie de rodamiento que presenta ondulaciones transversales (corrugaciones), piel de cocodrilo, baches, deformaciones diferenciales de suelos de cimentación; (la defensa metálica se encuentra en mal estado, así como, la Vialeta reflejante se encuentra dañada y el señalamiento horizontal ya no se distinguen las líneas continua y discontinua) asi como las cunetas se encuentran deterioradas. Actualmente la zona del proyecto es considerada como una vialidad donde transitan una gran cantidad de vehículos que van desde vehículos ligeros (A), autobús foráneo (B) hasta camiones de diferentes ejes (C). Este gran flujo de circulación ha generado que las condiciones físicas de la infraestructura vial existente estén deterioradas de tal forma que ocasionan problemas de congestionamiento vial, reducción de velocidades de circulación, incremento en los tiempos de recorrido, afectando de manera directa los costos de operación vehicular los cuales han ido aumentando , afectando a los

usuarios que utilizan dicha vialidad.

Se pueden concluir como puntos primordiales de la problemática que presenta, los siguientes:

- Bajo nivel de servicio que presenta la infraestructura instalada debido a la carpeta de rodamiento actual,
- Congestionamiento que se da en algunos puntos por el alto volumen vehicular por la baja velocidad al tener que transitar por una carpeta de rodamiento en mal estado,
- Condiciones físicas de la infraestructura vial deterioradas.

Por lo anterior, se dificulta la circulación por las condiciones físicas y geométricas del tramo, haciendo lento el paso de los vehículos, sobre todo el trasporte de personal y de carga, dadas sus dimensiones, por lo que se presentan altos Costos Generalizados de Viaje (CGV), es decir, altos Costos de Operación Vehicular por lo tanto las velocidades de operación son bajas, incrementando así, los tiempos de recorrido.

Breve descripción del PPI

Con la implementación del proyecto REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA), se contará con una rehabilitación de 14.10 km.

Considerando los trabajos de Infraestructura funcional total en los 14.10 km (km 6+600 al km 8+200 y del km 27+520 al km 40+000); 7,012.68 m obras de drenaje (desazolve de cunetas y alcantarillas); 218,960.00 m2 reconstrucción de la carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor; 583.25 m2 conservación de carpeta asfáltica; 124,340.00 m2 conservación de carpeta asfáltica (riego de sello); 127,120.00 m colocación de señalamiento horizontal (raya continua y discontinua de 15 cm); 31,360.00 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad); 212.00 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa); 1,000 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 3 crestas; 700.00 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 2 crestas; 16,805.46 m colocación de señalamiento horizontal (pintura termoplástica) (conservación); 40,768 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad) (conservación); 8,159.00 pza colocación de vialeta reflejante amarilla y/o blanca en dos caras, cuerpo amarillo de 10 x 10 cm

(conservación); 166 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa) (conservación)

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

Tabla. METAS

Componente	Unidad de medida	Cantidad
OBRAS DE DRENAJE (DESAZOLVE DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS)	M	7,012.68
RECONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 CM DE ESPESOR	M2	218,960.00
CONSERVACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA	M2	583.25
CONSERVACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00
COLOCACIÓN DE BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00
COLOCACIÓN DE DEFENSA METALICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000
COLOCACIÓN DE DEFENSA METALICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	M	16,805.46
COLOCACIÓN DE BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	PZA	40,768.00
COLOCACIÓN DE VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	PZA	8,159.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	PZA	166.00

FUENTE: Secretaria de Infraestructura

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación	Horizonte de evaluación es de 21 años (1 de ejecución y 20 años de vida útil).

Descripción de los principales costos del PPI

Los costos identificados corresponden a los de inversión, y mantenimiento.

Costos de inversión

Los costos de inversión corresponden a los recursos necesarios para la ejecución de la obra. En este sentido, el monto de inversión es de 105.99 millones de pesos incluyendo el IVA, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla. Costo de inversión (pesos 2020)

Nombre	Monto (Sin IVA)
REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)	**91,379,297.71**
Subtotal	**91,379,297.71**
Iva 16%	**14,620,687.63**
TOTAL	**105,999,985.34**

FUENTE: Secretaría de Infraestructura

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento corresponden a las erogaciones que deben realizarse para lograr que el sistema seleccionado se mantenga en los niveles establecidos para satisfacer la demanda definida del proyecto. Estos costos tienen considerados los estándares de calidad y servicio eficiente que requiere la demanda de acuerdo con las características del tránsito como densidad y composición. Para el proyecto, se consideran los siguientes costos de mantenimiento:

Tabla. Costos de mantenimiento (pesos)

Concepto[1]	Sin IVA	Periodicidad	$/km/carril	Mant. Total
Mantenimiento Rutinario	34,282	Anual	$/km/carril	1,711,371.92
Mantenimiento Periódico (Bacheo general y regos sello)	119,988	c / 4 años	$/km/carril	5,989,800.96
Mantenimiento Mayor (Tendido de carpeta)	589,655	c / 8 años	$/km/carril	29,435,593.08

Fuente: Costos paramétricos para los trabajos de mantenimiento, Secretaría de

[1] El costo de mantenimiento es lo que se destina a la conservación de la vía con el fin de mantenerla en niveles óptimos de operación, así como su periodicidad indicada en la "Metodología para la Evaluación de Proyectos de Caminos Rurales y Alimentadores". https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21423/Met_Caminos_Rurales_Parte1.pdf

Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla

Costos de Molestias

Para este proyecto se considera costos por molestias los cuales se ven reflejados en la memoria de cálculo. Estos costos se generan a los usuarios de la vialidad al tener que compartir un carril de circulación conforme va avanzando la obra.

Es decir, a lo largo de 400 metros se tendrán señalamiento que permita coordinar el flujo del TDPA. De esta forma se avanzaran los trabajos de la obra. Esta situación hace que el TDPA experimente velocidades de recorrido menores y tiempo de recorrido mayores.

Para este proyecto se considera costos por molestias los cuales se ven reflejados en la memoria de cálculo.

Tabla. Costos de Molestias (mdp)

Costos de Molestias	24.84

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Descripción de los principales beneficios del PPI

El proyecto proporcionará los siguientes beneficios:

Optimizará la movilidad en el flujo de tránsito de personas de las localidades de: Santiago Momoxpan, Cholula de Rivadavia, Heroíca Puebla de Zaragoza, Villla Batabia, Amozoc de Mota y Casa Blanca, así como los desarrollos sociales y económicos en la zona.

Mejorará la oferta vial y propiciará el desarrollo económico de los municipios de San Pedro Cholula, Puebla y Amozoc, al proporcionar una vía con características operativas adecuadas, incrementando las actividades económicas las cuales son:

- **Sector Primario**: Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza
- **Sector Secundario**: Minería, Electricidad y agua, Construcción, Industrias manufactureras,
- **Sector Terciario**: Comercio, Transportes, correos y almacenamiento, Información en medios masivos, entre otros

Adicionalmente se tendrá el beneficio de proveer a la población de los

elementos que permitan transitar con seguridad la carretera, sin embargo estos beneficios no se cuantifican en el presente estudio.

En términos económicos, el proyecto generará los siguientes beneficios cuantificados a partir del año 1, es decir el inicio de operación.

TABLA. Costos Generalizados de Viaje en el horizonte de evaluación.

Horizonte	Sit. Optimizada	Sit. Con PPI	Ahorros
1	508,402,313	488,203,455	20,198,858
2	528,871,231	502,104,144	26,767,087
3	550,188,780	522,331,609	27,857,171
4	572,362,911	543,373,776	28,989,135
5	595,420,684	565,257,061	30,163,623
6	619,398,283	588,016,150	31,382,133
7	644,333,000	611,719,784	32,613,216
8	670,296,673	636,370,899	33,925,774
9	697,294,647	662,005,105	35,289,542
10	725,405,743	688,658,403	36,747,340
11	754,633,907	716,410,752	38,223,156
12	785,016,222	745,267,819	39,748,403
13	816,645,536	775,266,789	41,378,747
14	849,523,417	806,502,639	43,020,778
15	883,748,788	838,970,678	44,778,111
16	919,319,810	872,775,215	46,544,595
17	956,356,499	907,913,086	48,443,413
18	994,908,138	944,489,679	50,418,459
19	1,034,968,207	982,569,515	52,398,692
20	1,076,667,614	1,022,144,574	54,523,040

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Monto total de inversión (con IVA)

El monto de inversión requerido para poder llevar a cabo el proyecto de inversión es de $105,999,985.34 pesos.

Tabla. Monto de inversión total del Proyecto[2]

Componentes	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Monto sin IVA	Monto con IVA
TERRACERÍAS	M2	45,450.00	132.73	6,032,578.50	6,997,791.06
OBRAS DE DRENAJE	M	7,012.68	370.05	2,595,042.23	3,010,248.99
PAVIMENTOS	M2	218,960.00	291.88	63,910,044.80	74,135,651.97
PAVIMENTOS (BACHEO)	M2	583.25	7,764.58431	4,528,693.80	5,253,284.81
PAVIMENTOS (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00	43.54	5,413,763.60	6,279,965.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00	16.55	2,103,836.00	2,440,449.76
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00	32.73	1,026,412.80	1,190,638.85

SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00	2,577.54	546,438.48	633,868.64
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000.00	1,500.40	1,500,400.00	1,740,464.00
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00	866.23	606,361.00	703,378.76
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	**M**	**16,805.46**	**54.56**	916,905.90	1,063,610.84
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**40,768.00**	**32.73**	1,334,336.64	1,547,830.50
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**8,159.00**	**50.03**	408,194.77	473,505.93
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**166.00**	**2,748.73**	456,289.18	529,295.45
			TOTAL	91,379,297.71	105,999,985.34

FUENTE: Memoria de Calculo apartado de ahorros, Secretaria de Infraestructura

Riesgos asociados al PPI

Los principales riesgos asociados al proyecto son: la disponibilidad de la totalidad de los recursos para la conclusión de la obra en el tiempo y forma previsto; la demanda social de obras adicionales al momento de la construcción, así como el retraso en la construcción debido a problemas técnicos, aumento en los costos de construcción y fenómenos inflacionarios.

Tabla. Descripción de riesgos y su mitigación

Descripción	Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Mitigación
Riesgo de obtención de la liberación del derecho de vía.	Bajo	Nula, ya se cuenta con la liberación del derecho de vía	• Pago de indemnizaciones • Construcción de infraestructura básica.
Riesgo en cambios en el diseño del proyecto durante el proceso de construcción.	Alto	Baja	• En un proyecto de Rehabilitación • Validación técnica. • Validación del contratista
Riesgos de sobre costo en la construcción.	Alto	Medio	• Evaluar e integrar los costos por obra adicional (reservas, cambio de uso de suelo, bancos de materiales, programas de protección de flor y fauna)
Riesgos de atrasos en la construcción.	Medio	Media	• Desarrollar programas de obra con frentes y partidas alternas.
Riesgos legales (contractuales, normativa aplicable, cambios en la legislación).	Bajo	Baja	• Diseñar esquemas para obtención de fondos adicionales.
Riesgos por incrementos en costos de operación y mantenimiento.	Medio	Baja	• Diseñar esquemas para obtención de fondos adicionales.
Riesgo de conflicto social.	Alto	Alto	• Instalar u operar una red de gestión y promoción social que trabajará en contacto directo con la población. • Gestión y promoción permanente de la demanda social.

FUENTE: Elaboración propia

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)	130.23 mdp
Tasa Interna de Retorno (TIR)	21.95 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	15.91 %

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Se recomienda la realización del estudio, ya que los indicadores de rentabilidad nos reflejan lo siguiente:

- El VPN es positivo, lo que indica que los beneficios derivados del proyecto serán mayores a los costos en que se incurren.
- La TIR resultante de **21.95 %** es favorable para el proyecto al ser mayor que la tasa social de descuento empleada, representando el costo de oportunidad.
- La TRI al ser de **15.91 %** desde el año uno se considera un momento óptimo para la ejecución del proyecto

Adicionalmente se recomienda el proyecto ya que permitirá proveer los siguientes beneficios sociales:

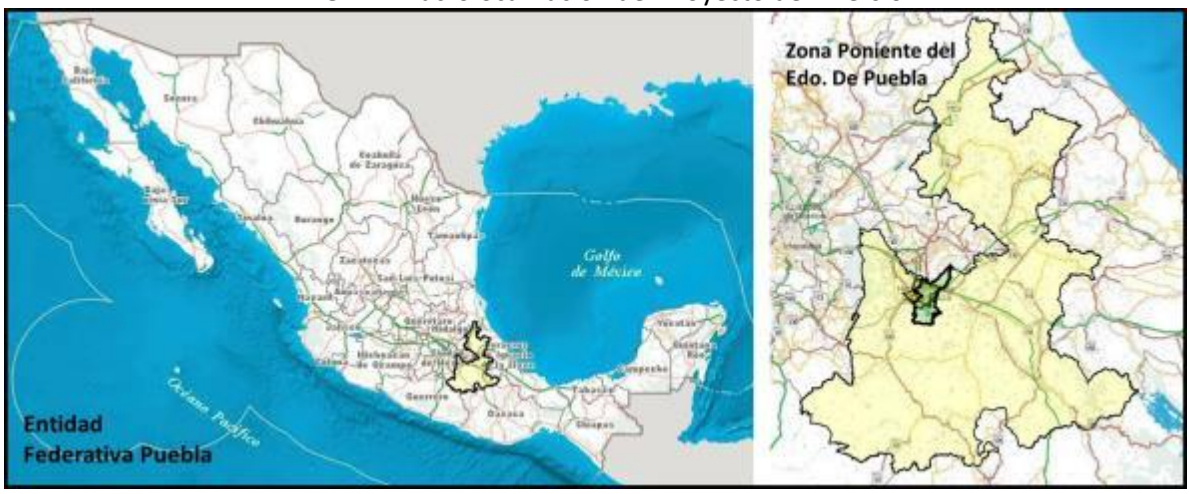
- Mejorar la oferta vial de los municipios conurbados de San Pedro Cholula, Puebla y Amozoc, al proporcionar una vía con características operativas adecuadas
- Optimizar el nivel de servicio de la vía, a partir de la mejora en las características físicas y operativas de la Carretera Estatal y homologar la oferta existente.
- Permitirá eficientar la red carretera estatal, mejorando la movilidad en el flujo de tránsito de personas y mercancías.
- Propiciará el desarrollo económico de los municipios conurbados de San Pedro Cholula, Puebla y Amozoc.

II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

A. Diagnóstico de la Situación Actual

El Estado de Puebla, está ubicado en la región este del país, limitando al norte con Tlaxcala e Hidalgo, al noreste con Veracruz, al sur con Oaxaca, al suroeste con Guerrero y al oeste con Morelos y el estado de México (Imagen). Pertenece a la Región Centro – País, que está integrada por los estados de Puebla, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal. Es considerada como una zona de elevado tránsito vehicular entre regiones y estados, y al ser una zona eminentemente urbana cuenta con una alta densidad de vías de comunicación.

IMAGEN. Macrolocalización del Proyecto de Inversión



FUENTE. Elaboración propia con base en el Imagen Digital de INEGI.

Por su parte 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 ha experimentado una concentración humana, de los servicios y actividad económica a nivel regional, que ha venido viviendo con el tiempo una demanda excesiva de los servicios urbanos básicos.

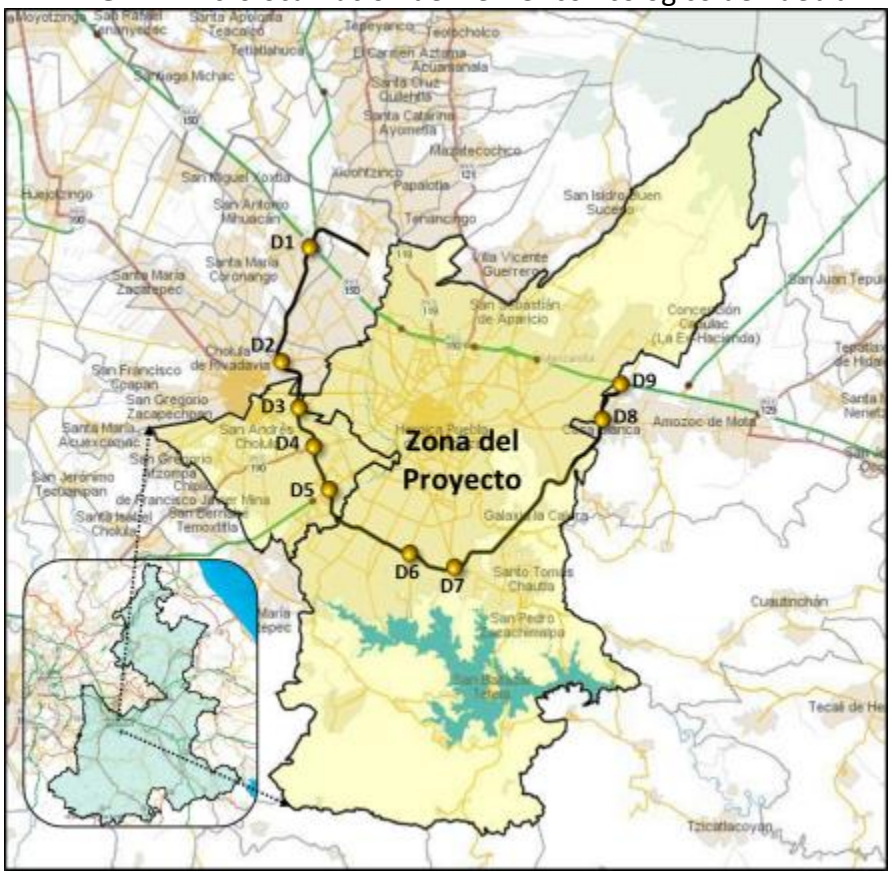
Dentro de la infraestructura vial del municipio de Puebla, en el año 1999 se realiza la construcción del Periférico Ecológico[3] con una área de pavimentación de 40.00 kilómetros, esta es considerada como una vialidad de circunvalación o anillo periférico, que circula alrededor de la ciudad, rodeándola parcialmente, con el principal objetivo de que los vehículos que la transitan, eviten atravesar la ciudad.

El Periférico Ecológico, es una de las principales vías de comunicación urbana que se ubica en el área de influencia directa de la zona metropolitana de Puebla, es un circuito vial que conecta la zona Nor-

[3] Vialidades Urbanas de Jurisdicción Estatal 2017, clave 348. Periódico Oficial del Estado de Puebla.

Poniente con la Nor-Oriente de la ciudad de Puebla y la zona conurbada, su inicio se encuentra ubicado en el kilómetro 115+000 de la Autopista México-Puebla-Orizaba, en forma semicircular tiene el recorrido hacia el sur, conectando a los Municipios de Cuautlancingo, Coronango, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Puebla y Amozoc, y termina en la intercepción con la Carretera Federal Puebla-Tehuacán.

IMAGEN. Microlocalizacion del Periférico Ecológico de Puebla



FUENTE. Elaboración propia con base en el Imagen Digital de INEGI.
http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?s=MTAzMzc4ODU=

El Periférico Ecológico cuenta con 9 distribuidores viales, los cuales se mencionan a continuación:

- D1: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y AUTOPISTA MÉXICO – PUEBLA, esta vialidad conecta con otros municipios como es Coronango, Cuautlancingo y San Pedro Cholula.
- D2: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y FORJADORES, esta vialidad conecta, con municipios importantes como son San pedro Cholula y San Andres Cholula.
- D3: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y RECTA A CHOLULA, esta vialidad conecta, con municipios importantes como son San Andres, San pedro Cholula y Puebla.
- D4: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y CARR. FED. ATLIXCO, esta vialidad conecta con diferentes localidades de Puebla asi como al municipio de Puebla con el municipio de Atlixco.

- D5: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y VÍA ATLIXCAYOTL esta vialidad conecta con diferentes localidades de Puebla, así como al municipio de Puebla con el municipio de Atlixco.
- D6: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y PROLONGACIÓN DE LA 14 SUR, conecta con diversas colonias y del municipio de puebla, además de puntos importantes de la ciudad por ejemplo Ciudad Universitaria y la calle 31 poniente.
- D7: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y PROLONGACIÓN DE LA 24 SUR, conecta con diversas colonias y del municipio de puebla, además de puntos importantes de la ciudad por ejemplo Ciudad Universitaria y el parque ecológico.
- D8: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y FEDERAL A TEHUACÁN, esta da una comunicación más extensa con diversos municipios como lo es Tehuacán y localidades dentro del estado de Puebla.
- D9: PERIFÉRICO ECOLÓGICO Y AUTOPISTA PUEBLA-ORIZABA, esta conecta con otros municipios y estados como es Veracruz dando comunicación vial más extensa.

A lo largo del Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla, se beneficia con infraestructura vial de forma directa a los municipios de Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula, y San Pedro Cholula a poco más de 2.11 millones de habitantes, como se muestra a continuación.

TABLA. Habitantes beneficiados con Periférico

MUNICIPIO	NO. DE HABITANTES
Amozoc	117,244
Coronango	40,949
Cuautlancingo	112,225
Puebla	1,576,259
San Andrés Cholula	137,290
San Pedro Cholula	129,032
Total	**2,112,999**

FUENTE . INEGI información por entidad al 2015
http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=21

De forma particular la situación actual del tramo del presente proyecto, beneficia con infraestructura vial de forma directa a los municipios de San Pedro Cholula, Puebla y Amozoc, a un aproximado de 1.82 millones de habitantes, como se muestra a continuación:

TABLA. Habitantes beneficiados

MUNICIPIO	NO. DE HABITANTES
Puebla	1,576,259
San Pedro Cholula	129,032
Amozoc	117,244
TOTAL	**1,822,535**

PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

En este contexto, en la zona poniente del Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla se tiene una problemática ocasionada por el desgaste físico de la infraestructura vial debido a la gran cantidad de

vehículos que transitan por esta zona, ya que representa una de las principales vías de comunicación en Puebla. Actualmente la capa de rodamiento presenta baches, hoyos, desprendimiento de agregados, ondulaciones transversales, presenta acocodrilamiento de la superficie, además el señalamiento vertical y horizontal se encuentra en malas condiciones y en muchos tramos de esta zona del Periférico Ecológico no existen.

Tramo 1: (Periférico ecológico, en el Dist. Vial Forjadores) del Km 6+600 al km 8+200, NO se intervendrá la carretera ya que cuenta con concreto hidráulico en buen estado, aunado a esto el señalamiento horizontal y vertical se encuentran en mal estado físico considerando que las línea continuas y descontinuas ya no se ven y falta de señalamiento restrictiva, preventiva e informativa, Vialeta y reductores de velocidad.

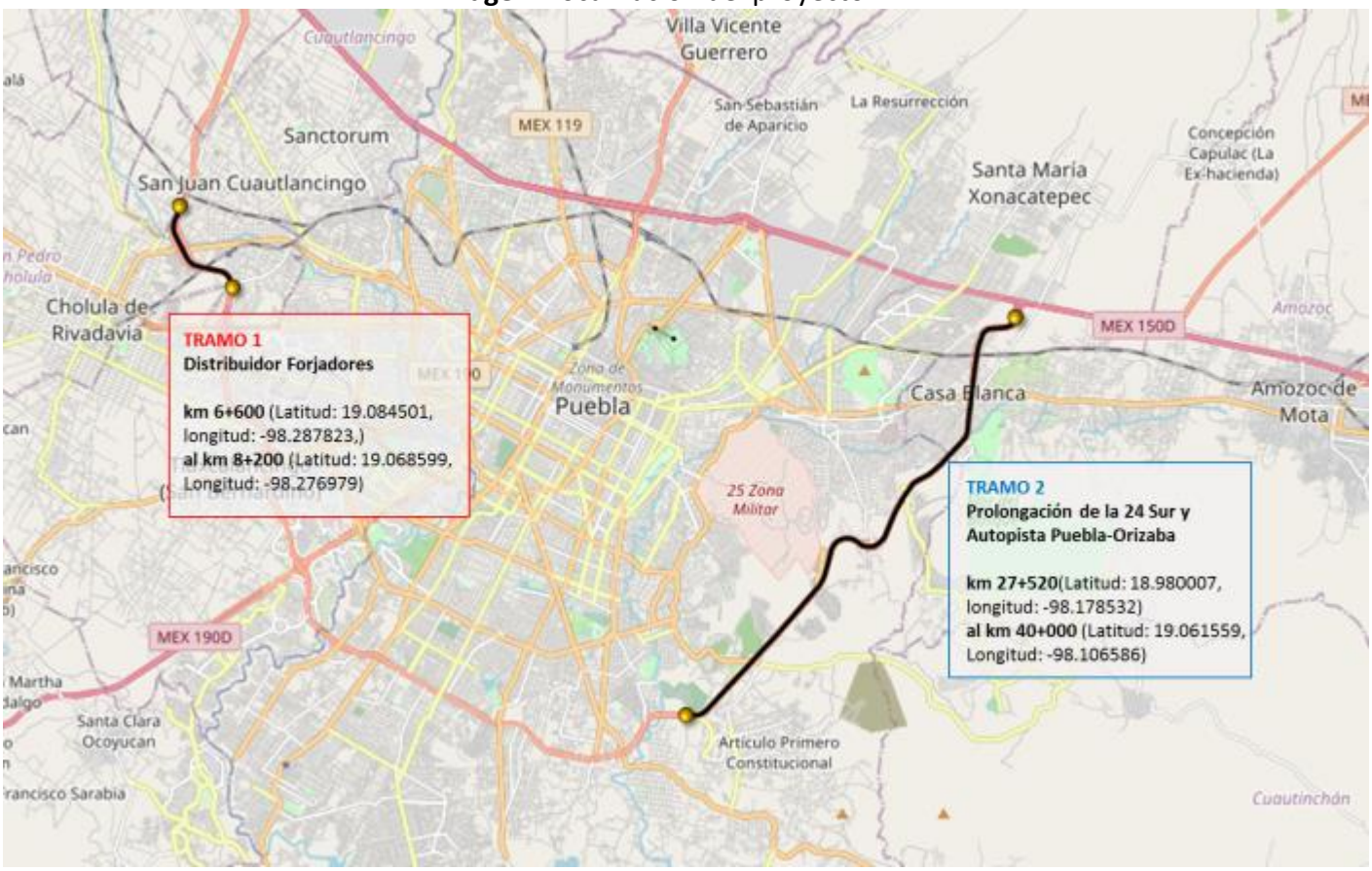
Tramo 2: (Periférico ecológico, entre Prolongación de la 24 Sur y Autopista Puebla-Orizaba) del Km 27+520 al km 40+000, actualmente la superficie de rodamiento presenta baches, hoyos, desprendimiento de agregados, ondulaciones transversales, presenta acocodrilamiento de la superficie, además el señalamiento vertical y horizontal, como se muestra en el reporte fotográfico.

Aunado a las condiciones de transitabilidad antes descritas se suma la problemática de la dificultad de transporte de víveres y personas de las poblaciones aledañas, así como el acceso a bienes y servicios básicos (salud, educación, etc.), lo cual afecta de manera importante la calidad de vida de los pobladores.

Por lo anterior, se identificó la siguiente problemática y necesidades a cubrir:

- Optimizar el nivel de servicio de la vía, a partir de la mejora en las características físicas y operativas de la Carretera.
- Contribuir en mejorar la oferta vial de los municipios conurbados.
- Como consecuencia de los puntos anteriores, se busca reducir los costos generalizados de viaje (CGV) actuales generados por los altos tiempos de recorrido (TR) y los costos de operación vehicular (COV) para la población que utiliza esta vía.
- Proveer de mayor seguridad a los usuarios que transitan la vialidad al proporcionar una vía con características operativas adecuadas

Imagen. Localización del proyecto



FUENTE. Elaboración propia con información del Proyecto Ejecutivo e INEGI. LINK:
http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?s=ODcwMDIyMg==

Reporte Fotográfico del tramo 2 27+520 al 40+000

Imagen donde se muestra problemas de desgaste de la superficie de rodamiento km 27+520	Imagen donde se muestra problemas de desgaste de la superficie de rodamiento km 29+800
Imagen donde se muestra problemas de desgaste de la superficie de rodamiento km 33+500	Imagen donde se muestra problemas de desgaste de la superficie de rodamiento km 37+200

Se observa que las cunetas existentes se encuentran azolvadas, además del agrietamiento existente en la carpeta actual km 38+300	Se observa que las cunetas existentes se encuentran azolvadas, además del agrietamiento existente en la carpeta actual 39+500

B. Análisis de la oferta o infraestructura existente

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En este contexto, en la zona poniente del Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla se tiene una problemática ocasionada por el desgaste físico de la infraestructura vial debido a la gran cantidad de vehículos que transitan por esta zona, ya que representa una de las principales vías de comunicación en Puebla. Actualmente la capa de rodamiento presenta baches, hoyos, desprendimiento de agregados, ondulaciones transversales, presenta acocodrilamiento de la superficie, además el señalamiento vertical y horizontal se encuentra en malas condiciones y en muchos tramos de esta zona del Periférico Ecológico no existen.

Tramo 1: (Periférico ecológico, en el Dist. Vial Forjadores) del Km 6+600 al km 8+200, **NO** se intervendrá la carretera ya que cuenta con concreto hidráulico en buen estado, aunado a esto el señalamiento horizontal y vertical se encuentran en mal estado físico considerando que las línea continuas y descontinuas ya no se ven y falta de señalamiento restrictiva, preventiva e informativa, Vialeta y reductores de velocidad.

Tramo 2: (Periférico ecológico, entre Prolongación de la 24 Sur y Autopista Puebla-Orizaba) del Km 27+520 al km 40+000, actualmente la superficie de rodamiento presenta baches, hoyos, desprendimiento de agregados, ondulaciones transversales, presenta acocodrilamiento de la superficie, además el señalamiento vertical y horizontal.

En la siguiente tabla se puede observar las características de la carretera de la oferta.

Tabla. Características de la situación actual

Características	Tramo 1 (6+600 al 8+200)	Tramo 2 (27+520 al 40+000)
Terreno	Plano	Plano
Cadenamiento	6+600 al 8+200	27+520 al 40+000
Longitud (m)	1,600	12,480
Ancho de carril (m)	3.50	3.40
Numero de sentidos	2	2
Carriles a trabajar	3	2
Ancho de Corona (promedio)	21.00	13.60
Tipo pavimento	Concreto Hidráulico	Asfaltico
Estado del pavimento	Buen Estado	Mal estado
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	4	6
Nivel de Servicio	A	A
Cunetas	Buen Estado	Mal estado
Señalización Vertical	Mal estado	Mal estado
Señalización horizontal	Mal estado	Mal estado
Reductor de Velocidad	Mal estado	Mal estado
Vialeta Reflejante	Mal estado	Mal estado

FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura

C. Análisis de la demanda actual

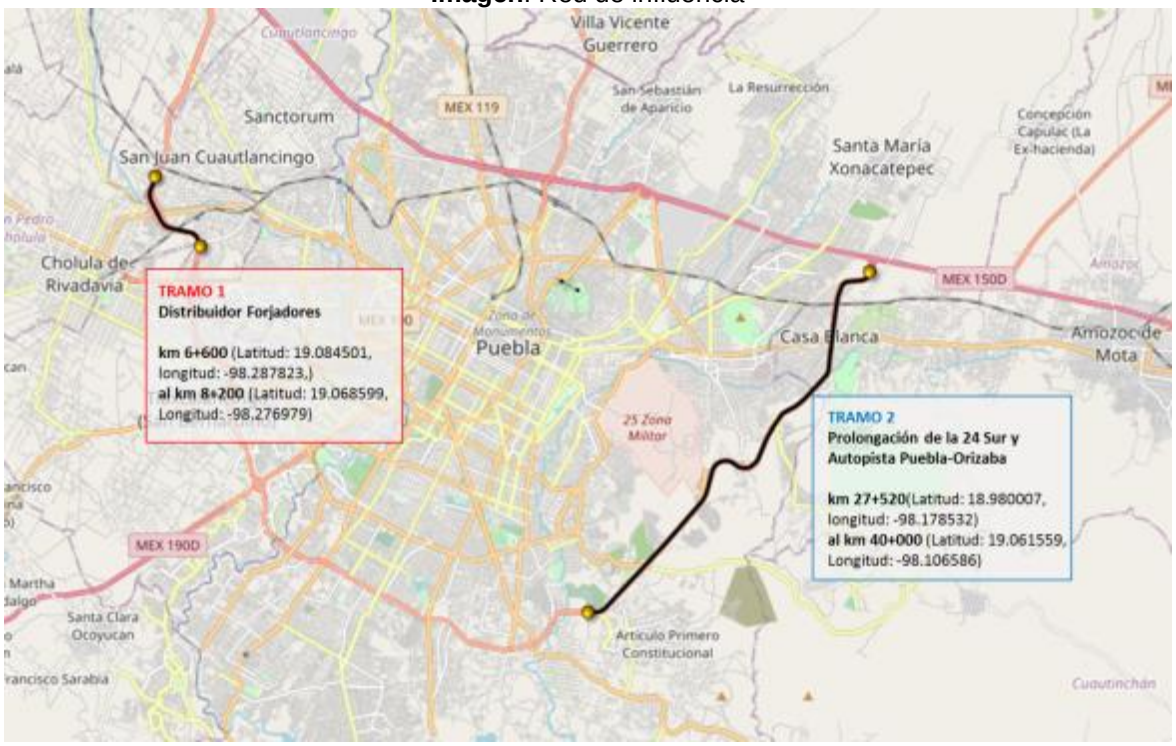
La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta carretera para trasladarse desde un origen a un destino como enlace entre las localidades de Santiago Momoxpan, Cholula de Rivadavia, Heroíca Puebla de Zaragoza, Villla Batabia, Amozoc de Mota y Casa Blanca, mediante esta vía de comunicación.

Para el análisis de la demanda se consideraron 2 tramos para el presente proyectos, sin embargo para la presente evaluación solo se considera el tramo a rehabilitar (TRAMO 2) en donde la cantidad de vehículos cambia debido a las incorporaciones o desincorporaciones existente a lo largo del tramo los cuales se presentan a continuación:

- Tramo 1: (Periférico ecológico, en el Dist. Vial Forjadores) del Km 6+600 al km 8+200, NO se intervendrá la carretera ya que cuenta con concreto hidráulico en buen estado.

- Tramo 2: (Periférico ecológico, entre Prolongación de la 24 Sur y Autopista Puebla-Orizaba) del Km 27+520 al km 40+000.

Imagen. Red de influencia



Fuente: Elaboración propia con información del mapa digital de INEGI.

Composición vehicular

Se llevó a cabo el aforo del tránsito vehicular del Periférico Ecológico, acción realizada con personal estratégicamente ubicado en cada punto considerado durante un lapso de tres días seguidos.

En la tabla siguiente se puede observar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) a lo largo del Periférico Ecológico.

Tabla. Demanda del proyecto por estación, 2020

TRAMOS	LONGITUD (Km)	TPDA	COMPOSICIÓN (A,B,C) %		
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	12.48	10,024	9,712	92	220
TOTAL	**12.48**	**10,024**			

FUENTE: Memoria de Cálculo. ***Ver Anexo A.***

La composición del flujo vehicular es de importancia para el diseño de las obras físicas, con el objeto de determinar la composición vehicular y para estimar los costos generalizados de viaje pues estos varían según el tipo de vehículo, también es importante el conocimiento de la clasificación y la nomenclatura vehicular de los mismos utilizada en este estudio, que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla. Clasificación y nomenclatura vehicular[4]

Nomenclatura	Tipo de vehículo
A	Autos
B	Autobuses (B2 a B4)
C	Camiones tipo C2, C3, T2-S1, T2-S2, T3S2 Y T3S3

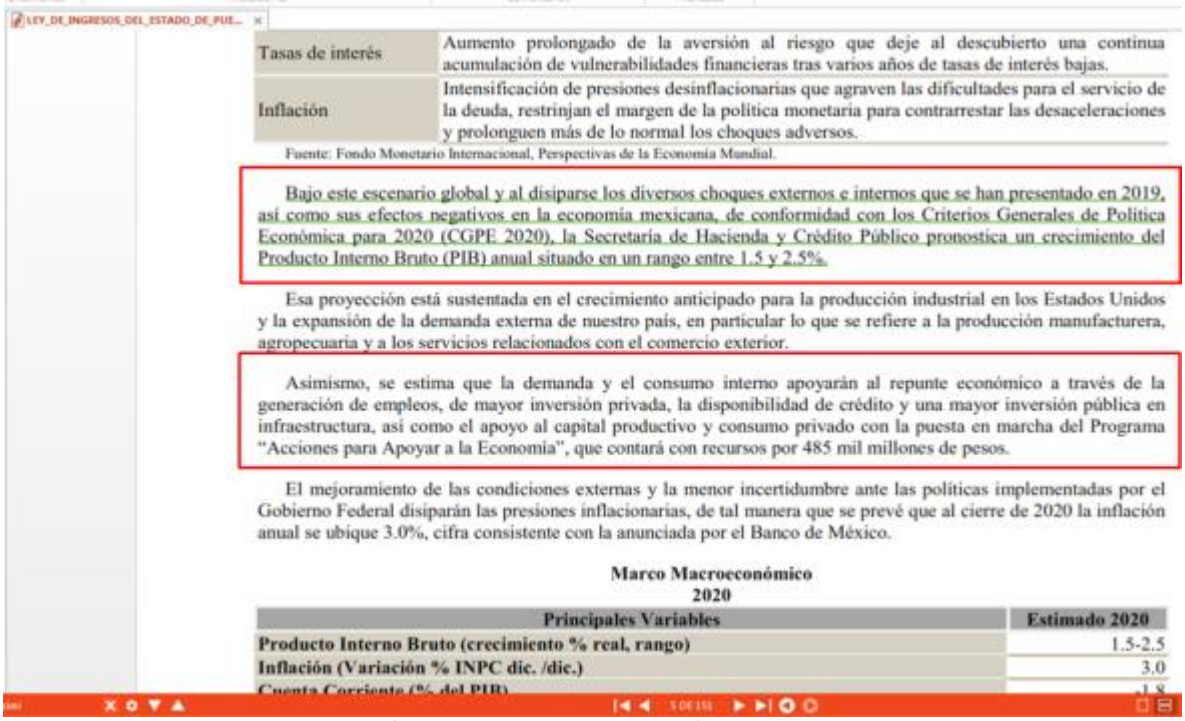
FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

TASA DE CRECIMIENTO

Para el cálculo de la tasa de crecimiento se considera lo establecido en la GUÍA GENERAL PARA LA PREPARACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS CARRETEROS, publicados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), indicado el apartado 2.3 inciso f) Proyección del aforo vehicularen el indica: *Debido a que los proyectos carreteros presentan beneficios crecientes en el tiempo, se deberá realizar una proyección a lo largo del tiempo del aforo vehicular o TDPA. La SCT generalmente dispone de tasas de crecimiento vehicular o bien, se puede hacer una estimación haciendo crecer el TDPA base, tomando como base las estimaciones del Producto Interno Bruto (PIB) nacional o estatales.* [5]

[4] http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Normas_Oficiales_Mexicanas/NOM-012-SCT-2-2014_sct_14nov14.pdf
[5] https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/guia_proyectos_carreteros.pdf

Considerando lo indicado en párrafo anterior la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, pronostica un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), con un rango entre 1.5 y 2.5, la cual se considera para este proyecto de 2.0%[6]



Tasas de interés	Aumento prolongado de la aversión al riesgo que deje al descubierto una continua acumulación de vulnerabilidades financieras tras varios años de tasas de interés bajas.
Inflación	Intensificación de presiones desinflacionarias que agraven las dificultades para el servicio de la deuda, restrinjan el margen de la política monetaria para contrarrestar las desaceleraciones y prolonguen más de lo normal los choques adversos.

Fuente: Fondo Monetario Internacional, Perspectivas de la Economía Mundial.

Bajo este escenario global y al disiparse los diversos choques externos e internos que se han presentado en 2019, así como sus efectos negativos en la economía mexicana, de conformidad con los Criterios Generales de Política Económica para 2020 (CGPE 2020), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público pronostica un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) anual situado en un rango entre 1.5 y 2.5%.

Esa proyección está sustentada en el crecimiento anticipado para la producción industrial en los Estados Unidos y la expansión de la demanda externa de nuestro país, en particular lo que se refiere a la producción manufacturera, agropecuaria y a los servicios relacionados con el comercio exterior.

Asimismo, se estima que la demanda y el consumo interno apoyarán al repunte económico a través de la generación de empleos, de mayor inversión privada, la disponibilidad de crédito y una mayor inversión pública en infraestructura, así como el apoyo al capital productivo y consumo privado con la puesta en marcha del Programa "Acciones para Apoyar a la Economía", que contará con recursos por 485 mil millones de pesos.

El mejoramiento de las condiciones externas y la menor incertidumbre ante las políticas implementadas por el Gobierno Federal disiparán las presiones inflacionarias, de tal manera que se prevé que al cierre de 2020 la inflación anual se ubique 3.0%, cifra consistente con la anunciada por el Banco de México.

Marco Macroeconómico 2020

Principales Variables	Estimado 2020
Producto Interno Bruto (crecimiento % real, rango)	1.5-2.5
Inflación (Variación % INPC dic. /dic.)	3.0
Cuenta Corriente (% del PIB)	-1.8

FUENTE: Elaboración propia con base en información de la Ley de Ingresos del Estado de Puebla.

D. Interacción de la oferta – demanda.

Para poder realizar el análisis de la interacción de la oferta y la demanda se consideraron los siguientes supuestos:

- Tasa social de descuento del 10%,[7]
- Horizonte de evaluación de 21 años (1 ejecución y 20 de vida útil).
- La tasa de crecimiento del TDPA de 2.00% anual.

Dependiendo de las características de oferta de la carretera, así como el flujo vehicular que por ella circula, la interacción entre la oferta y la demanda se ve representada a través de la velocidad de circulación, los tiempos de recorrido, reflejados en los costos generalizados de viaje en que incurren dichos vehículos.

[6] Ley de Ingresos del Estado de Puebla 2020
[7] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23409/oficio_tasa_social_de_descuento.pdf

A continuación, se muestra el comportamiento de las variables de velocidad (km/hr), costos de operación vehicular (COV), costos de tiempo de recorrido (CTR) y los costos generalizados de viaje (CGV) diferenciados para cada uno de los tramos aforados, y proyectado en su conjunto a lo largo del horizonte de evaluación.

Velocidades de circulación

La velocidad del Periférico Ecológico que considera del km 27+520 al 40+000, está determinada por el mal estado físico actual de la superficie de rodamiento, a continuación, se muestran las velocidades promedio actuales para los tramos en estudio:

Tabla. Velocidades de Operación vehicular por Flujos de circulación, situación actual

Velocidades				
	AÑO	A	B	C
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	50.75	46.94	34.86
PROMEDIO		50.75	46.94	34.86

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Costos de Operación Vehicular

Los costos de operación vehicular (COV) consideran los costos de consumo de combustibles, de consumo de lubricantes, de consumo de llantas, de salario de tripulantes, de mantenimiento vehicular, de depreciación del vehículo, entre otros factores importantes. Los COV son medidos en pesos por kilómetro recorrido en un día en que incurren los usuarios en cada uno de los flujos de origen destino.

Los COV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda, como se muestra a continuación:

Tabla. Costos de Operación Vehicular (COV) por Flujos de circulación, situación actual

	AÑO	A	B	C	TOTAL COV
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	318,971,138	11,093,005	25,464,479	355,528,623
TOTAL		**318,971,138**	**11,093,005**	**25,464,479**	**355,528,623**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Tiempo de Recorrido

Los costos por tiempo de recorrido (CTR) consideran los costos del TDPA de acuerdo a la velocidad de recorrido, considerando los parámetros del valor del tiempo del chofer y de los pasajeros, en cada uno de los flujos de origen destino.

Para determinar los CTR se consideraron los parámetros establecidos en la ingeniería de transito de las velocidades registradas en los días más representativos. Asimismo, se consideró el valor social del tiempo del año 2020 para viajes de trabajo y de placer establecido para el estado de Puebla publicado por el Instituto Mexicano del Transporte.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los parámetros considerados en el modelo relacionados con el tiempo.

Parámetros Considerados para el estado de Puebla.

CONFIGURACIÓN VALOR DEL TIEMPO		
Valor del tiempo viaje de trabajo	60.00	$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	36.00	$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo	60%	
Número de pasajeros auto	2.86	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor tiempo de la carga	15.00	$/hr/ton
Toneladas promedio	19.37	ton/veh
Tasa de Descuento	10%	

Fuente: Boletín técnico 182 Instituto Mexicano del Transporte. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, para el estado de Puebla 2020 (https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182)

Los CTR se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda, como se muestra a continuación:

Tabla. Costos Tiempo de Recorrido, situación actual

CTR					
Tramos	AÑO	A	B	C	Total CTR
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	125,698,030	9,219,868	8,352,637	143,270,535
TOTAL		**125,698,030**	**9,219,868**	**8,352,637**	**143,270,535**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Generalizados de Viaje

Los costos generalizados de viaje (CGV) se definen como el costo en el que incurren los usuarios del camino. Este incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido (CTR), u el COV en que se realizan dichos viajes (incluyendo: combustible, neumáticos, lubricantes, entre otros)

Los CGV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda, como se muestra a continuación:

Tabla. Costos Generalizados de Viaje, situación actual.

CGV					
Tramos	AÑO	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	444,669,168	20,312,873	33,817,116	498,799,158
TOTAL		**444,669,168**	**20,312,873**	**33,817,116**	**498,799,158**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

III. SITUACIÓN SIN EL PPI

Sin la ejecución del proyecto, tomando en cuenta el crecimiento del TPDA, para efectos de este análisis se considera la disminución de la Velocidad Promedio de Circulación directamente proporcional al aumento del Tránsito Diario Promedio Anual, la vialidad se volvería una vialidad insuficiente para el flujo vehicular, ocasionando a lo largo del periodo del horizonte de evaluación, los usuarios realicen su recorrido en un mayor tiempo.

Asimismo, no se podrá rescatar la red vial de la condición en que se encuentra, por lo que, de acuerdo al nivel de servicio, la carretera continuará sin ofrecer comodidad, seguridad y sobre todo eficaz para la demanda actual y futura del flujo vehicular, limitando el incremento de la competitividad de los sectores productivos, por lo que continuará:

- Elevados costos generalizados de viaje
- Prolongados tiempos de traslado
- Diminución en la velocidad de circulación.

a) Optimizaciones

Para no atribuirle beneficios que no le corresponden al proyecto, se requiere determinar si existen alternativas de menor costo que permitan mejorar la situación actual de acuerdo a lo señalado en los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Las acciones de optimización son acciones administrativas, técnicas u operativas en caso de que no se lleve a cabo el proyecto de inversión. Los trabajos de la medida de optimización consideran trabajos de hasta el 10% del monto total de la inversión.[8]

En este sentido, las medidas que se proponen para la optimización de la situación actual, son: “rehabilitación de pavimento en tramos aislados a lo largo de los 14,080 metros del PERIFÉRICO ECOLÓGICO, el mejoramiento de la señalización horizontal y de la señalización vertical”.

La inversión para la ejecución de las medidas de optimización, se muestra en la siguiente tabla.

[8] Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. DOF 30 de diciembre de 2013.

Tabla. Inversión en la medida de optimización (Cifras en pesos)

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Importe S/IVA
TERRACERÍAS	M2	8,725.00	92.73	809,069.25
PAVIMENTOS (BACHEO)	M2	24,340.00	200.36	4,876,762.40
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	63,560.00	16.55	1,051,918.00
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	15,680.00	32.72	513,049.60
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	106.00	2,577.54	273,219.24
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	M	8,402.73	54.56	458,452.95
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	PZA	20,384.00	32.73	667,168.32
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	PZA	4,079.00	50.03	204,072.37
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	PZA	83.00	2,748.74	228,145.42
			Subtotal	9,081,857.55
			Iva 16%	1,453,097.21
			TOTAL	10,534,954.76

FUENTE: Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla.

b) **Análisis de la Oferta o infraestructura existente**

La oferta en la situación sin proyecto al igual que en la situación actual presenta las siguientes características físicas de las vialidades.

Tabla. Características de la situación optimizada

Características	Tramo 1 (6+600 al 8+200)	Tramo 2 (27+520 al 40+000)
Terreno	Plano	Plano
Cadenamiento	6+600 al 8+200	27+520 al 40+000
Longitud (m)	1,600	12,480
Ancho de carril (m)	3.50	3.40
Numero de sentidos	2	2
Carriles por sentido	3	2
Ancho de Corona (promedio)	21.00	13.60
Tipo pavimento	Concreto Hidráulico	Asfaltico
Estado del pavimento	Buen Estado	Mal estado
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	4	5
Nivel de Servicio	A	A
Cunetas	Buen Estado	Buen Estado
Señalización Vertical	Regular Estado	Regular Estado
Señalización horizontal	Regular Estado	Regular Estado
Reductor de Velocidad	Regular Estado	Regular Estado

FUENTE: Elaboración propia con información de la Secretaria de Infraestructura

c) Análisis de la demanda sin proyecto

Para el análisis de la demanda en la situación optimizada, se considera los aforos realizados en el periodo señalado. Asimismo, la tasa de crecimiento utilizada será la señalada de acuerdo a la tasa de crecimiento de la situación actual de 2.00%.

Composición vehicular

En la tabla siguiente se puede observar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) que realizar el recorrido en el tramo de circulación identificada.

Tabla. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) del año 0 (2020), situación sin proyecto.

TRAMOS	LONGITUD (Km)	TPDA	COMPOSICIÓN (A,B,C) %		
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	12.48	10,024	9,712	92	220
TOTAL	**12.48**	**10,024**			

FUENTE. Elaboración propia con base en el Proyecto Ejecutivo (Cifras redondeados sin decimales)

En la situación optimizada, se estima que el comportamiento del TPDA a lo largo del horizonte de evaluación pasa de 10,024 vehículos promedio al año 20 de 14,895, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla. TPDA a lo largo del horizonte de evaluación en la situación sin el proyecto

Horizonte de Evaluación	A	B	C	TOTAL
0	9,712	92	220	10,024
1	9,906	94	224	10,224
2	10,104	96	229	10,429
3	10,306	98	233	10,638
4	10,513	100	238	10,850
5	10,723	102	243	11,067
6	10,937	104	248	11,289
7	11,156	106	253	11,514
8	11,379	108	258	11,745
9	11,607	110	263	11,980
10	11,839	112	268	12,219
11	12,076	114	274	12,464
12	12,317	117	279	12,713
13	12,564	119	285	12,967
14	12,815	121	290	13,226
15	13,071	124	296	13,491
16	13,332	126	302	13,761
17	13,599	129	308	14,036
18	13,871	131	314	14,317
19	14,149	134	320	14,603
20	14,432	137	327	14,895

FUENTE. Elaboración propia con base en el Proyecto Ejecutivo (Cifras redondeados sin decimales)

d) Interacción de la Oferta - Demanda

Para poder realizar el análisis de la interacción de la oferta y la demanda se consideraron los siguientes supuestos:

- Tasa social de descuento del 10%,[9]
- Horizonte de evaluación de 21 años (1 ejecución y 20 de vida útil).
- La tasa de crecimiento del TDPA de 2.00% anual.

A continuación, se muestra el comportamiento de las variables de velocidad (km/hr), costos de operación vehicular (COV), costos de tiempo de recorrido (CTR) y los costos generalizados de viaje (CGV) diferenciados para cada uno de los tramos aforados, y proyectado en su conjunto a lo largo del horizonte de evaluación.

Velocidades de circulación

En la siguiente tabla se observa el comportamiento de las velocidades, resultado de la puesta en marcha de la medida de optimización. Con ella se tendrán incrementos marginales de las velocidades, sin embargo, dado el deterioro de la carpeta asfáltico, los incrementos son en el corto plazo.

Tabla. Velocidades de Operación vehicular por Flujos de circulación, situación sin proyecto

Sit. Optimizada				
	AÑO	A	B	C
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	51.11	47.23	35.12
PROMEDIO		51.11	47.23	35.12

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo las cuales se presentan en función del año 0 (cifras año 0).

Tabla. Velocidades de Operación vehicular promedio a lo largo del horizonte de evaluación

AÑO	A	B	C
0	51.11	47.23	35.12
1	50.10	46.30	34.43
2	49.12	45.39	33.75
3	48.16	44.50	33.09
4	47.22	43.63	32.44
5	46.29	42.77	31.80
6	45.38	41.93	31.18
7	44.49	41.11	30.57
8	43.62	40.30	29.97
9	42.76	39.51	29.38
10	41.92	38.74	28.80
11	41.10	37.98	28.24
12	40.29	37.24	27.69
13	39.50	36.51	27.15
14	38.73	35.79	26.62

[9] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23409/oficio_tasa_social_de_descuento.pdf

AÑO	A	B	C
15	37.97	35.09	26.10
16	37.23	34.40	25.59
17	36.50	33.73	25.09
18	35.78	33.07	24.60
19	35.08	32.42	24.12
20	34.39	31.78	23.65

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo

Costos de Operación Vehicular

Con la medida de optimización los costos de operación vehicular (COV) disminuirán, lo anterior derivado a la disminución del desgaste del vehículo, del consumo de combustibles, de consumo de lubricantes, de menor desgaste de llantas, de mantenimiento vehicular, y de depreciación del vehicular, entre otros factores importantes.

En la siguiente tabla se muestran los COV, medidos en pesos por kilómetro recorrido en un día en que incurren los usuarios en cada uno de los flujos de origen destino, resultado de la puesta en marcha de la medida de optimización.

Tabla. Costos de Operación Vehicular por Flujos de circulación, situación sin proyecto

Sit. Optimizada					
	AÑO	A	B	C	Total
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	310,565,519	10,925,374	24,938,353	346,429,246
TOTAL		**310,565,519**	**10,925,374**	**24,938,353**	**346,429,246**

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo las cuales se presentan en función del año 0 (cifras año 0).

Tabla. Costos de Operación Vehicular a lo largo del horizonte de evaluación, situación sin proyecto.

AÑOS	Sit. Optimizada			
	A	B	C	TOTAL
0	310,565,519	10,925,374	24,938,353	346,429,246
1	323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988
2	336,166,105	11,825,976	26,994,076	374,986,157
3	349,747,216	12,303,745	28,084,636	390,135,598
4	363,877,004	12,800,817	29,219,256	405,897,076
5	378,577,635	13,317,970	30,399,714	422,295,318
6	393,872,171	13,856,016	31,627,862	439,356,049
7	409,784,607	14,415,799	32,905,628	457,106,033
8	426,339,905	14,998,197	34,235,015	475,573,117
9	443,564,037	15,604,124	35,618,110	494,786,271
10	461,484,024	16,234,531	37,057,081	514,775,636
11	480,127,979	16,890,406	38,554,187	535,572,572
12	499,525,149	17,572,778	40,111,777	557,209,704
13	519,705,965	18,282,719	41,732,292	579,720,976
14	540,702,086	19,021,340	43,418,277	603,141,703
15	562,546,450	19,789,803	45,172,375	627,508,628
16	585,273,327	20,589,311	46,997,339	652,859,977

AÑOS	Sit. Optimizada			
	A	B	C	TOTAL
17	608,918,369	21,421,119	48,896,032	679,235,520
18	633,518,671	22,286,532	50,871,432	706,676,635
19	659,112,826	23,186,908	52,926,637	735,226,371
20	685,740,984	24,123,659	55,064,874	764,929,516

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Tiempo de Recorrido

Los usuarios experimentarán en el corto plazo un aumento marginal en los tiempos de recorrido con la medida de optimización. Los ahorros (CTR) consideran los costos del TPDA de acuerdo a la velocidad de recorrido, considerando los parámetros del valor del tiempo del chofer y de los pasajeros, en cada uno de los flujos de origen destino.

En la siguiente tabla se muestran los CTR, resultado de la puesta en marcha de la medida de optimización.

Tabla. Costos por Tiempo de Recorrido por Flujos de circulación, situación sin proyecto

	Sit. Optimizada				
	AÑO	A	B	C	Total
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	124,824,871	9,163,256	8,290,801	142,278,928
TOTAL		**124,824,871**	**9,163,256**	**8,290,801**	**142,278,928**

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo las cuales se presentan en función del año 0 (cifras año 0)
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales).

Tabla. Costos por Tiempo de Recorrido a lo largo del horizonte de evaluación, situación sin proyecto.

	Sit. Optimizada			
	A	B	C	TOTAL
0	124,824,871	9,163,256	8,290,801	142,278,928
1	129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325
2	135,005,974	9,911,180	8,967,920	153,885,074
3	140,419,655	10,306,782	9,326,745	160,053,182
4	146,045,351	10,719,808	9,700,676	166,465,835
5	151,889,685	11,148,501	10,087,181	173,125,366
6	157,959,261	11,593,274	10,489,700	180,042,235
7	164,260,635	12,057,455	10,908,877	187,226,967
8	170,839,320	12,538,858	11,345,378	194,723,556
9	177,667,319	13,041,172	11,799,885	202,508,376
10	184,795,123	13,561,880	12,273,105	210,630,107
11	192,190,510	14,105,066	12,765,760	219,061,335
12	199,860,088	14,667,836	13,278,594	227,806,518
13	207,862,547	15,254,709	13,807,304	236,924,560
14	216,157,832	15,866,763	14,357,119	246,381,714
15	224,810,937	16,500,444	14,928,779	256,240,160
16	233,775,768	17,161,034	15,523,031	266,459,833
17	243,124,254	17,849,700	16,147,026	277,120,980
18	252,873,516	18,562,080	16,795,907	288,231,503

	Sit. Optimizada			
	A	B	C	TOTAL
19	262,966,990	19,304,335	17,470,510	299,741,836
20	273,488,705	20,077,714	18,171,679	311,738,098

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Generalizados de Viaje

En la siguiente tabla se muestran los ahorros que experimentaran los usuarios medidos por los costos generalizados de viaje. Se observan los totales de ahorros para los diferentes flujos.

Tabla. Costos Generalizados de Viaje por Flujos de circulación, situación sin proyecto

		Sit. Optimizada			
	AÑO	A	B	C	Total
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	0	435,390,390	20,088,630	33,229,155	488,708,174
TOTAL		**435,390,390**	**20,088,630**	**33,229,155**	**488,708,174**

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo las cuales se presentan en función del año 0 (cifras año 0)
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales).

En la siguiente tabla se muestra la interacción de la Oferta-Demanda, estimando el TPDA, los Costos Generalizados de Viaje a lo largo del horizonte de evaluación:

Tabla. Costos Generalizados de Viaje a lo largo del horizonte de evaluación, situación sin proyecto.

	Sit. Optimizada			
	A	B	C	TOTAL
0	435,390,390	20,088,630	33,229,155	488,708,174
1	452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313
2	471,172,080	21,737,156	35,961,995	528,871,231
3	490,166,871	22,610,528	37,411,381	550,188,780
4	509,922,355	23,520,625	38,919,931	572,362,911
5	530,467,319	24,466,470	40,486,895	595,420,684
6	551,831,432	25,449,290	42,117,562	619,398,283
7	574,045,241	26,473,254	43,814,505	644,333,000
8	597,179,225	27,537,056	45,580,393	670,296,673
9	621,231,356	28,645,296	47,417,995	697,294,647
10	646,279,147	29,796,411	49,330,186	725,405,743
11	672,318,488	30,995,472	51,319,947	754,633,907
12	699,385,237	32,240,614	53,390,370	785,016,222
13	727,568,512	33,537,428	55,539,596	816,645,536
14	756,859,918	34,888,103	57,775,396	849,523,417
15	787,357,387	36,290,247	60,101,154	883,748,788
16	819,049,095	37,750,345	62,520,370	919,319,810
17	852,042,623	39,270,818	65,043,058	956,356,499
18	886,392,187	40,848,611	67,667,339	994,908,138
19	922,079,816	42,491,243	70,397,148	1,034,968,207
20	959,229,689	44,201,373	73,236,552	1,076,667,614

FUENTE. Elaboración propia con base a memoria de cálculo (Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

e) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para la "REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)", las autoridades del Gobierno Estatal han analizado diversas alternativas de solución para su implementación. Dichas alternativas consideran aspectos económicos, técnicos y operativos fundamentalmente.

En este sentido, con el fin de contribuir a solucionar la problemática señalada y disminuir los costos de operación, la Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla, identificó dos **ALTERNATIVAS TÉCNICAS** para la rehabilitación; la primera alternativa con superficie de pavimento asfáltico y la segunda alternativa con pavimento hidráulico.

Cabe señalar que ambas alternativas de solución son viables técnica y económicamente, y se describen a continuación.

Alternativa 1:
REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA), con **CONCRETO ASFALTICO** en caliente.

-Descripción de la alternativa-

Considerando los trabajos de Infraestructura funcional total en los 14.080 m (km 6+600 al km 8+200 y del km 27+520 al km 40+000); 45,450.00 m2 de terracerías, 7,012.68 m obras de drenaje (desazolve de cunetas y alcantarillas); 218,960.00 m2 reconstrucción de la carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor; 583.25 m2 conservación de carpeta asfáltica; 124,340.00 m2 conservación de carpeta asfáltica (riego de sello); 127,120.00 m colocación de señalamiento horizontal (raya continua y discontinua de 15 cm); 31,360.00 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad); 212.00 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa); 1,000 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 3 crestas; 700.00 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 2 crestas; 16,805.46 m colocación de señalamiento horizontal (pintura termoplástica) (conservación); 40,768 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad) (conservación); 8,159.00 pza colocación de vialeta reflejante amarilla y/o blanca en dos caras, cuerpo amarillo de 10 x 10 cm

(conservación); 166 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa) (conservación)

-Monto de inversión-

El monto de inversión considerado para la alternativa es de $105,999,985.34 (ciento cinco millones novecientos noventa y nueve mil novecientos ochenta y cinco pesos 34/100 M.N.) pesos IVA incluido.

En la siguiente tabla se señalan los costos de inversión, de la alternativa 1.

TABLA. Monto de Inversión, Alternativa 1 (Pesos 2020).

Componentes	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Monto sin IVA	Monto con IVA
TERRACERÍAS	M2	45,450.00	132.73	6,032,578.50	6,997,791.06
OBRAS DE DRENAJE	M	7,012.68	370.05	2,595,042.23	3,010,248.99
PAVIMENTOS	M2	218,960.00	291.88	63,910,044.80	74,135,651.97
PAVIMENTOS (BACHEO)	M2	583.25	7,764.58431	4,528,693.80	5,253,284.81
PAVIMENTOS (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00	43.54	5,413,763.60	6,279,965.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00	16.55	2,103,836.00	2,440,449.76
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00	32.73	1,026,412.80	1,190,638.85
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00	2,577.54	546,438.48	633,868.64
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000.00	1,500.40	1,500,400.00	1,740,464.00
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00	866.23	606,361.00	703,378.76
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	**M**	**16,805.46**	**54.56**	916,905.90	1,063,610.84
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**40,768.00**	**32.73**	1,334,336.64	1,547,830.50
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**8,159.00**	**50.03**	408,194.77	473,505.93
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**166.00**	**2,748.73**	456,289.18	529,295.45
			TOTAL	91,379,297.71	105,999,985.34

FUENTE: Componentes proporcionados del Proyecto ejecutivo otorgado por la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla.[10]

[10] Costos integrados al Catálogo de Conceptos del Estado de Puebla, así como cada uno de los componentes está soportado por el Proyecto Ejecutivo El Gobierno del Estado tiene conocimiento de sujetarse a paramétricos de la SHCP

-Costos por molestias-

Los cálculos de los costos por molestia son aquellos que se generan durante la ejecución de la obra, siendo el resultando de la diferencia del costo generalizado de viaje durante la ejecución incluyendo los efectos de la congestión, menos el costo generalizado de viaje de la situación con proyecto para el mismo periodo de construcción, multiplicado por el número de vehículos que transitan en el tramo.

En este contexto, el proyecto considera costos por molestias, es decir, costos generalizados de viaje (CGV's) adicionales que experimenta el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión.[11] Los costos son percibidos por los usuarios, en el TDPA, por disminución de velocidades de recorrido, aumento en los tiempos de traslado, lo cual se refleja en mayores costos de operación y de tiempo de recorrido.

Finalmente, los costos en que incurre el TDPA en el momento de la inversión se registra como la diferencia de los CGV's entre la situación actual y situación optimizada, es decir, los costos adicionales en que incurre el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión, como se muestra a continuación.

TABLA. COSTOS POR MOLESTIAS DE LA ALTERNATIVA 1:

Costos	Monto (mdp)
Costos por molestias	24.84

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

-Costos de Mantenimiento-

Los costos consideraros para el proyecto de inversión contemplan los trabajos de: mantenimiento Rutinario; mantenimiento Periódico (Bacheo general y regos sello); y mantenimiento Mayor (Tendido de carpeta). En la siguiente tabla se muestra los costos unitarios por kilómetro para un carril, así como el monto anual estimado en función de la periodicidad del mantenimiento.

Los costos de mantenimientos considerados para esta alternativa son los siguientes:

TABLA. Monto de Mantenimiento, Alternativa 1 (Pesos 2020).

Concepto[12]	Sin IVA	Periodicidad	$/km/carril	Mant. Total
Mantenimiento Rutinario	34,282	Anual	$/km/carril	1,711,371.92
Mantenimiento Periódico (Bacheo general y regos sello)	119,988	c / 4 años	$/km/carril	5,989,800.96
Mantenimiento Mayor (Tendido de carpeta)	589,655	c / 8 años	$/km/carril	29,435,593.08

[11] CEPE Apuntes sobre Evaluación social de proyectos. (2008) Costos por Molestias, pag 13) .https://www.cepep.gob.mx/.

[12] El costo de mantenimiento es lo que se destina a la conservación de la vía con el fin de mantenerla en niveles óptimos de operación, así como su periodicidad indicada en la "Metodología para la Evaluación de Proyectos de Caminos Rurales y Alimentadores". https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21423/Met_Caminos_Rurales_Parte1.pdf

Fuente: Costos paramétricos para los trabajos de mantenimiento, Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla[13]

-Flujo de costos-

Para estimar los indicadores de eficiencia de la alternativa de construcción con pavimento asfáltico, se consideró una vida útil de 20 años, así como los montos de inversión y mantenimiento señalados anteriormente.

Para expresar los costos futuros en valor presente, se aplicó una tasa social de descuento del 10%.

En la siguiente tabla se muestra los flujos del proyecto de la alternativa 1.

TABLA. Flujo de costos correspondientes a la Alternativa 1. (Pesos 2020).

Alternativa 1 (PROYECTO) ASFALTICO					
Horizonte	Inversión (sin iva)	costo por molestia	Costos de Mantenimiento	Flujo	VAN
0	**91.38**	**24.84**		116.22	
1			1.71	1.71	117.77
2			1.71	1.71	119.19
3			1.71	1.71	120.47
4			5.99	5.99	124.56
5			1.71	1.71	125.63
6			1.71	1.71	126.59
7			1.71	1.71	127.47
8			29.44	29.44	141.20
9			1.71	1.71	141.93
10			1.71	1.71	142.59
11			1.71	1.71	143.19
12			5.99	5.99	145.10
13			1.71	1.71	145.59
14			1.71	1.71	146.04
15			1.71	1.71	146.45
16			29.44	29.44	152.86
17			1.71	1.71	153.20
18			1.71	1.71	153.50
19			1.71	1.71	153.78
20			5.99	5.99	154.67

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

-Indicador del CAE-

A partir del flujo que se presenta en la tabla anterior, se estimaron los indicadores de eficiencia del proyecto, consistentes en el Valor Actual de los Costos (VAC) y en el Costo Anual Equivalente (CAE), aplicando la tasa de descuento del 10%. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente.

TABLA. Indicadores de eficiencia correspondientes a la Alternativa 1.

Indicador	Valor (mdp 2020)
Valor Actual de los Costos (VAC)	154.67
Costo Anual Equivalente (CAE)	18.17

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Alternativa 2:

REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA), con **CONCRETO HIDRÁULICO**

-Descripción de la alternativa-

Considerando los trabajos de Infraestructura funcional total en los 14,080 m (km 6+600 al km 8+200 y del km 27+520 al km 40+000); 262,080.00 m2 de terracerías, 7,012.68 m obras de drenaje (desazolve de cunetas y alcantarillas); 262,080.00 m2 reconstrucción de la carpeta de concreto hidráulico de 25 cm de espesor; 127,120.00 m colocación de señalamiento horizontal (raya continua y discontinua de 15 cm); 31,360.00 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad); 212.00 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa); 1,000 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 3 crestas; 700.00 m colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 2 crestas; 16,805.46 m colocación de señalamiento horizontal (pintura termoplástica) (conservación); 40,768 pza colocación de boton reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad) (conservación); 8,159.00 pza colocación de vialeta reflejante amarilla y/o blanca en dos caras, cuerpo amarillo de 10 x 10 cm (conservación); 166 pza colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa) (conservación)

-Monto de inversión-

El monto de inversión considerado para la alternativa es de $ 168,232,558.56 pesos (cientos sesenta y ocho millones doscientos treinta y dos mil quinientos cincuenta y ocho pesos 56/100 M.N.) pesos IVA incluido.

En la siguiente tabla se señalan los costos de inversión, de mantenimiento a la vialidad.

TABLA. Monto de Inversión, Alternativa 2 (Pesos 2020).

Conceptos	Unidad	Cantidad	PU	Monto Sin IVA	Monto con IVA
TERRACERÍAS	M2	262,080.00	23.02	6,033,081.60	6,998,374.66
OBRAS DE DRENAJE	M	7,012.68	370.05	2,595,042.23	3,010,248.99
PAVIMENTOS (CONCRETO HIDRÁULICO)	M2	262,080.00	486.50	127,501,920.00	147,902,227.20
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00	16.55	2,103,836.00	2,440,449.76
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO	PZA	31,360.00	32.73	1,026,412.80	1,190,638.85

Conceptos	Unidad	Cantidad	PU	Monto Sin IVA	Monto con IVA
(REDUCTOR DE VELOCIDAD)					
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00	2,577.54	546,438.48	633,868.64
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	949.53	1,580.15	1,500,399.79	1,740,463.75
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00	866.22	606,354.00	703,370.64
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	**M**	**16,805.46**	54.56	916,905.90	**1,063,610.84**
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**40,768.00**	32.73	1,334,336.64	**1,547,830.50**
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**8,159.00**	50.03	408,194.77	**473,505.93**
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**166.00**	2,748.74	456,290.84	**529,297.37**
			TOTAL	**145,029,213.05**	**168,233,887.14**

FUENTE: Componentes paramétricos proporcionados por la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla.[14]

-Costos por molestias-

Los cálculos de los costos por molestia son aquellos que se generan durante la ejecución de la obra, siendo el resultando de la diferencia del costo generalizado de viaje durante la ejecución incluyendo los efectos de la congestión, menos el costo generalizado de viaje de la situación con proyecto para el mismo periodo de construcción, multiplicado por el número de vehículos que transitan en el tramo.

En este contexto, el proyecto considera costos por molestias, es decir, costos generalizados de viaje (CGV's) adicionales que experimenta el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión.[15] Los costos son percibidos por los usuarios, en el TDPA, por disminución de velocidades de recorrido, aumento en los tiempos de traslado, lo cual se refleja en mayores costos de operación y de tiempo de recorrido.

Finalmente, los costos en que incurre el TDPA en el momento de la inversión se registra como la diferencia de los CGV's entre la situación actual y situación optimizada, es decir, los costos adicionales en que incurre el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión, como se muestra a continuación.

TABLA. COSTOS POR MOLESTIAS DE LA ALTERNATIVA 2:

Costos	Monto (mdp)
Costos por molestias	24.84

[14] Costos integrados al Catálogo de Conceptos del Estado de Puebla, así como cada uno de los componentes está soportado por el Proyecto Ejecutivo El Gobierno del Estado tiene conocimiento de sujetarse a paramétricos a dicho catálogo.

- [15] CEPE Apuntes sobre Evaluación social de proyectos. (2008) Costos por Molestias, pag 13) .https://www.cepep.gob.mx/.

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

-Costos de Mantenimiento-

Los costos consideraros para el proyecto de inversión contemplan los trabajos de: conservación normal; reparación mayor; y reconstrucción parcial. En la siguiente tabla se muestra los costos unitarios por kilómetro para un carril, así como el monto anual estimado en función de la periodicidad del mantenimiento.

Los costos de mantenimientos considerados para esta alternativa son los siguientes:

TABLA. Monto de Mantenimiento, Alternativa 2 (Pesos 2020).

Distancia (km)	12.48 km		
Tipo de pavimento	HIDRÁULICO		
	Monto		**periodicidad**
Conservación normal	205,694 $/km/carril	5,134,115.75	anual
Reconstrucción Parcial	719,928 $/km/carril	17,969,402.88	c 10 /años

Fuente: Costos paramétricos para los trabajos de mantenimiento, Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla

-Flujo de costos-

Para estimar los indicadores de eficiencia de la alternativa de construcción con pavimento hidráulico, se consideró una vida útil de 30 años, así como los montos de inversión y mantenimiento señalados anteriormente.

Para expresar los costos futuros en valor presente, se aplicó una tasa social de descuento del 10%.

En la siguiente tabla se muestra los flujos del proyecto de la alternativa 2.

TABLA. Flujo de costos correspondientes a la Alternativa 2. (Pesos 2020).

Horizonte	inversión	costo por molestia	Costos de Mantenimiento	Flujo	VAN
0	**145.03**	**24.84**		169.87	
1			5.13	5.13	174.53
2			5.13	5.13	178.78
3			5.13	5.13	182.63
4			5.13	5.13	186.14
5			5.13	5.13	189.33
6			5.13	5.13	192.23
7			5.13	5.13	194.86
8			5.13	5.13	197.26
9			5.13	5.13	199.43
10			17.97	17.97	206.36
11			5.13	5.13	208.16

Horizonte	inversión	costo por molestia	Costos de Mantenimiento	Flujo	VAN
12			5.13	5.13	209.80
13			5.13	5.13	211.28
14			5.13	5.13	212.64
15			5.13	5.13	213.86
16			5.13	5.13	214.98
17			5.13	5.13	216.00
18			5.13	5.13	216.92
19			5.13	5.13	217.76
20			17.97	17.97	220.43
21			5.13	5.13	221.12
22			5.13	5.13	221.76
23			5.13	5.13	222.33
24			5.13	5.13	222.85
25			5.13	5.13	223.32
26			5.13	5.13	223.75
27			5.13	5.13	224.15
28			5.13	5.13	224.50
29			5.13	5.13	224.83
30			17.97	17.97	225.86

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

-Indicador del CAE-

A partir del flujo que se presenta en la tabla anterior, se estimaron los indicadores de eficiencia del proyecto, consistentes en el Valor Actual de los Costos (VAC) y en el Costo Anual Equivalente (CAE), aplicando la tasa de descuento del 10%. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente.

TABLA. Indicadores de eficiencia correspondientes a la Alternativa 2.

Indicador	Valor (mdp 2020)
Valor Actual de los Costos (VAC)	225.86
Costo Anual Equivalente (CAE)	23.96

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Alternativa seleccionada

A partir del cálculo de indicadores de eficiencia que se presenta en el apartado anterior, se puede concluir que resulta más conveniente REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000, con una longitud de 14.10 Kilómetros, con **CONCRETO ASFÁLTICO**" considerando que se lleva a cabo la construcción de la alternativa 1, según se muestra en la tabla siguiente.

TABLA. Ahorros estimados al implementarse la alternativa de obra más eficiente.

Indicador	Alternativa		Ahorro al seleccionar la Alternativa 1
	Alternativa 1 (PROYECTO) ASFALTICO	Alternativa 2 (ALTERNATIVA) HIDRÁULICO	
Valor Actual de los Costos (VAC)	154.67	225.86	71.18
Costo Anual Equivalente (CAE)	18.17	23.96	5.79

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Con base en las anteriores consideraciones, se elige la alternativa 1 en virtud de que se obtiene el mismo resultado (beneficios) a un menor costo, menor tiempo de realización y mayores ventajas| operativas como las que se señalan a continuación.

TABLA. Comparativa entre las alternativas.

ALTERNATIVA 1 (PAVIMENTOS ASFÁLTICOS)	ALTERNATIVA 2 (CONCRETO HIDRÁULICO)
Menor Costo de inversión: 105.99 mdp	Mayor Costo de inversión: 168.23 mdp
Menor gasto de conservación en superficie de rodamiento (carpeta asfáltica).	Mayor gasto conservación en superficie de rodamiento (concreto hidráulico).
Soluciona la problemática, a un bajo costo.	Soluciona la problemática con un costo mayor
Es factible financiera y socialmente.	No es factible financieramente y presenta un alto costo de inversión
Soluciona la problemática, a un bajo costo.	Soluciona la problemática con un costo mayor
Corte de la superficie de rodamiento (0.15 m) escarificado	Corte de la superficie de rodamiento a nivel de subrasante (0.25 m)
Calendario de ejecución: 4 meses	Calendario de ejecución: 4 meses
Estos pavimentos no tienen una durabilidad como los de concreto	Costo inicial (construcción), para uso en carreteras de tráfico medio y pesado, es normalmente igual o menor al de los flexibles
Requieren plantas de asfalto y equipo especializado	Facilidad de construcción. Pueden ser ejecutados con equipos convencionales

FUENTE: Elaboración propia

IV. SITUACIÓN CON EL PROYECTO DE INVERSIÓN

De acuerdo a los Lineamientos[16] el presente proyecto de inversión e encuentra catalogado en el tipos de programas y proyectos de inversión de "Proyectos de infraestructura económica", al tratar inversión física de construcción de activos en los sectores de comunicaciones.

Tabla. Tipo de Proyecto

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

A. Descripción General

El proyecto de "REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)" consiste en la implementación del proyecto, se contará con una reconstrucción de 14.10 km.

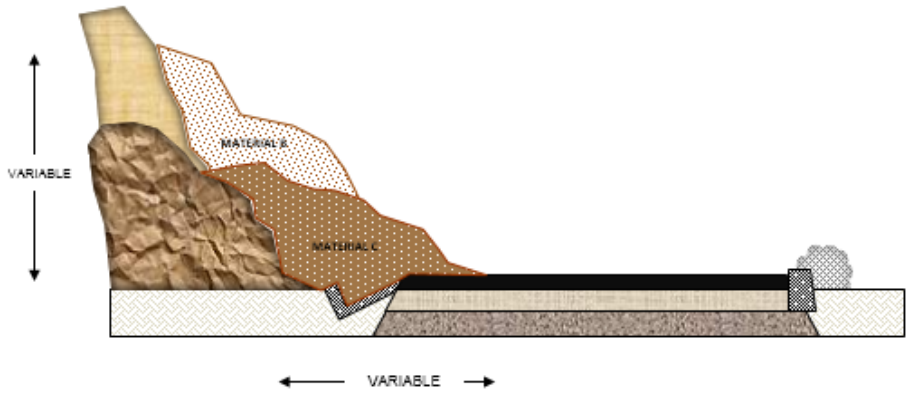
A continuación, se describen los trabajos que se realizaran para contar con los componentes del presente proyecto de inversión.

TERRACERÍAS:

Se considera la cantidad de 45,450.00 m2, se llevará cabo deshierbe en zonas de vegetación media Del km 27+520 al km. 40+000, en tramos aislados se ejecutarán los siguientes trabajos como la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, canales y áreas que se destinen a instalaciones, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. También en el mismo kilometraje se harán cortes (extracción de derrumbes y formación de taludes) con objeto de preparar y formar la sección de la obra.

[16] Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2013.

Imagen. Corte



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

OBRAS DE DRENAJE

Del km 27+520 al km. 34+514.68 se llevará a cabo el desazolve de alcantarilla y cunetas de 7,012.68 metros, donde se presente azolve, vegetación, basura o fragmentos de roca.

Imagen. Desazolve de Cunetas

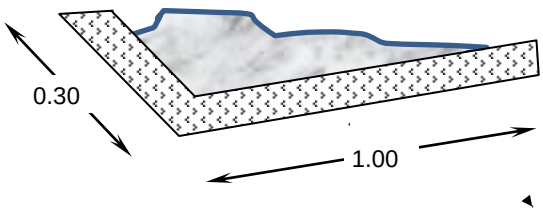
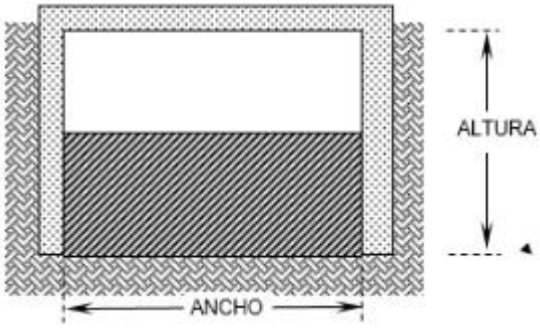


Imagen. Desazolve de Alcantarilla



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - Evita la permeabilidad hacia la estructura del pavimento es decir que el agua no dañe el interior y no se hagan baches en el camino. La cuneta conduce a todas las aguas pluviales sin que afecte la estructura del pavimento evitando así que se acumule el agua en el camino.

Beneficios de naturales. - Las cunetas son los elementos de drenaje que se ubican en los costados de la carretera y tienen por objeto facilitar la salida del agua que pueda estar presente en la plataforma y taludes. La cuneta debe conducir el agua hacia puntos de desfogue o alcantarillas. Las aguas evacuadas transversalmente deben ser conducidas hacia las cunetas laterales, las mismas que, dependiendo de la pendiente, pueden ser revestidas. El agua que circula a través de las cunetas es, finalmente, llevada a cauces existentes, los que atraviesan la carretera mediante alcantarillas.

RECONSTRUCCIÓN DE CARPETA CON CONCRETO ASFÁLTICO (PAVIMENTOS)

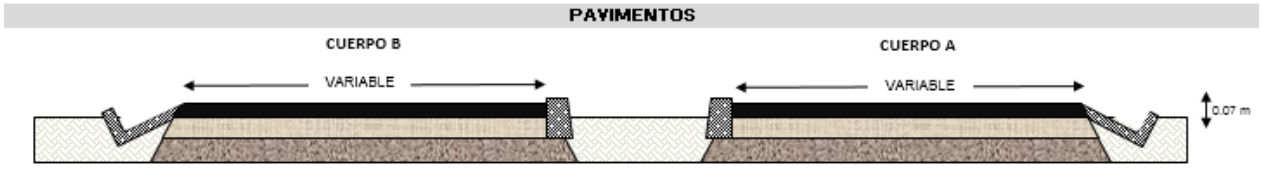
A lo largo de la carretera del km 27+520 al 37+200 se realizarán 218,960.00 m2 de pavimentos donde los trabajos consisten en la construirá una carpeta de concreto asfáltico en caliente de 7 cm compactos de espesor, utilizando material pétreo tamaño máximo de ¾", totalmente triturado del banco de préstamo; en la proporción que se determine en el estudio de Diseño Marshall, compactada al 95% de esta prueba. en las localidades de Santiago Momoxpan, Cholula De Rivadavia, Heroica Puebla De Zaragoza, Villa Batabia, Amozoc De Mota Y Casa Blanca, en el Estado de Puebla.

Se construirá la capa de Base Hidráulica, con material producto de banco, con un espesor compacto de 20.0 cm. uniforme y compactación como mínimo del 100% de su P.V.S. Max., posteriormente estando exenta de partículas extrañas (barrida), se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica para impregnar de tipo ECI–60 a razón de 1.4 a 1.7 lt/m², en función de la textura del pavimento. Para proteger el riego de impregnación se recomienda, una vez fraguado el riego de emulsión asfáltica aplicar un poreo con arena cribada por la malla No. 8 a razón de 4 a 6 lt/m2.

Sobre la base, impregnada y libre de material suelto (barrida), se procederá a aplicar el riego de liga para la carpeta, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido del tipo ECR-65 a razón de 0.5 a 0.7 lt/m². Una vez alcanzado el rompimiento de la emulsión asfáltica del riego de liga, se procederá al tendido de la carpeta de concreto asfáltico, con mezcla elaborada en planta estacionaria en caliente, utilizando agregado pétreo a tamaño máximo de ¾", debiendo tener un espesor compacto de 5.0 cm. al 95% como mínimo de su Peso Volumétrico Máximo Marshall.

Cabe resaltar que para alcanzar los parámetros de calidad de la carpeta asfáltica, se debe cuidar que el equipo que se utilice en todo el proceso, se encuentre en buenas condiciones de operación, además de que sea el adecuado para cada etapa, principalmente en lo que respecta a la compactación de la mezcla, donde será necesario contar con un rodillo metálico liso tipo tándem con peso de 4.0 a 6.0 ton, para estar en condiciones de iniciar la compactación entre los 100° y 110°c.

Imagen. Pavimentos, Corte Transversal.



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - Subsanar las deficiencias de la carpeta asfáltica, así como baches y piel de cocodrilo.

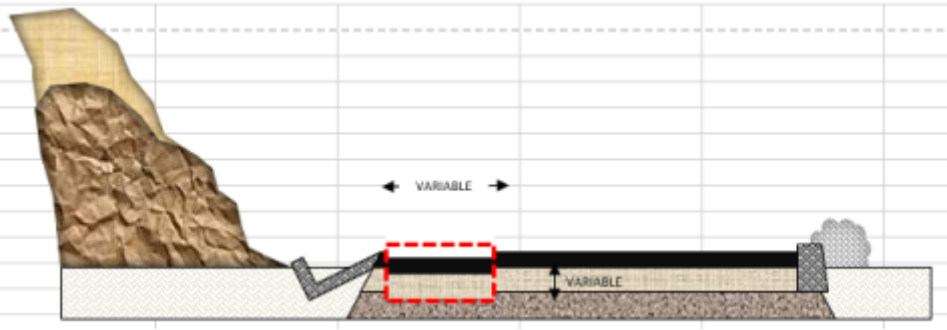
Beneficio para el TDPA.- Se tendrán ahorros en los costos de operación vehicular, además de ahorros en los tiempos de traslado y con una superficie de rodamiento que tenga un IRI de 4.

Beneficios de Sociales. - Se contará de una vía de comunicación en buen estado que permita el acceso a servicios básicos, dando seguridad de traslado a los usuarios.

RECONSTRUCCIÓN DE CARPETA CON CONCRETO ASFÁLTICO (BACHEO)

Se realizaran 583.25 m2 de trabajos de bacheo del tramo 37+200 al 40+000 previo a la ejecución a los trabajos se realizará un recorrido identificando y corroborando las necesidades de la vialidad en conjunto con la supervisión de obra, una vez realizado se procederá a realizar dichos trabajos, marcando y cajeando la superficie a tratar, en los lugares donde se realice el bache profundo se trabajaran las terracerías y capas del pavimento de acuerdo a la normativa una vez realizado estos trabajos se realizara un riego de liga en una proporción de 1.2 lt/m2, para posteriormente colocar la carpeta nueva compactada al 98% de Diseño Marshall de acuerdo a la normativa.

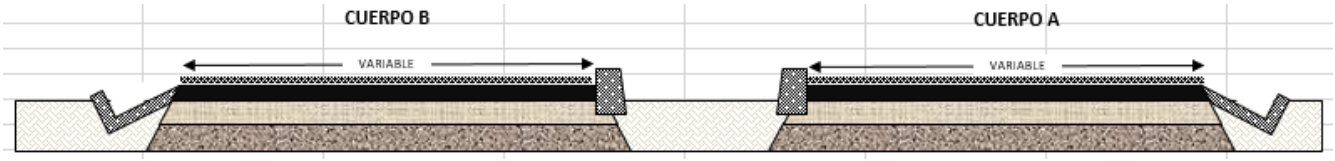
Imagen. Bacheo de caja.



RECONSTRUCCIÓN DE CARPETA CON CONCRETO ASFÁLTICO (RIEGO DE SELLO)

Del 37+200 al km. 40+000 en tramos aislados en 124,340.00 m2 se colocará el riego de sello, en los subtramos donde la evaluación recomiende aplicar un riego de sello sobre la carpeta asfáltica del lugar con el fin de protegerla y darle una textura antiderrapante y antirreflejante. Tomando en consideración las condiciones climáticas para la realización de los trabajos: Sobre la superficie de la carpeta asfáltica existente, se aplicará un barrido enérgico con equipo mecánico, para eliminar todas las partículas de material extraño; enseguida se colocará el sello de 3-A premezclado con polímeros en caliente.

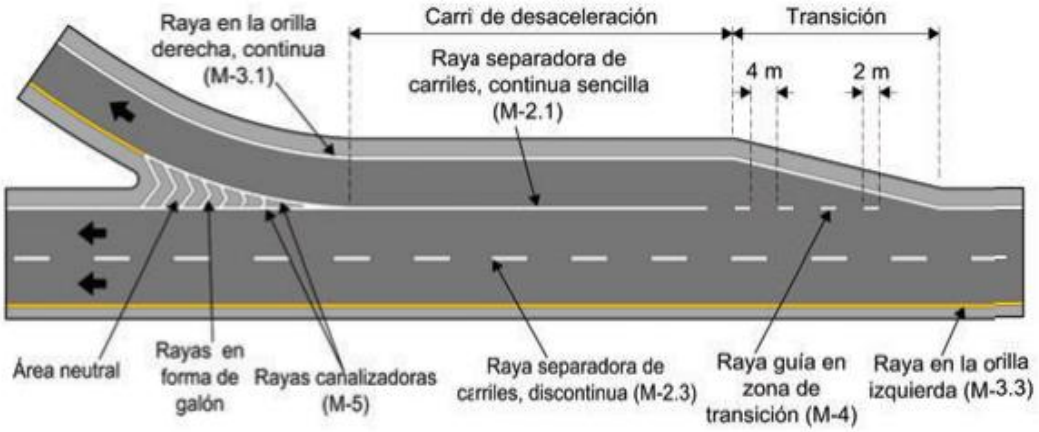
Imagen. Riego de sello premezclado.



SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA DE RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)

A lo largo de la superficie de pavimento se tendrá 127,120.00 m de pintura de raya continua y discontinua con un acho de la línea de 15 centímetros.
Es importante resaltar que los trabajos de reconstrucción deberán realizarse por alas, para no interrumpir totalmente la operación del camino, exigiendo a la ejecutora la instalación de un adecuado y suficiente señalamiento diurno y nocturno, para evitar percances de tránsito durante todo el tiempo que dure la reconstrucción.

Imagen. Señalamiento horizontal



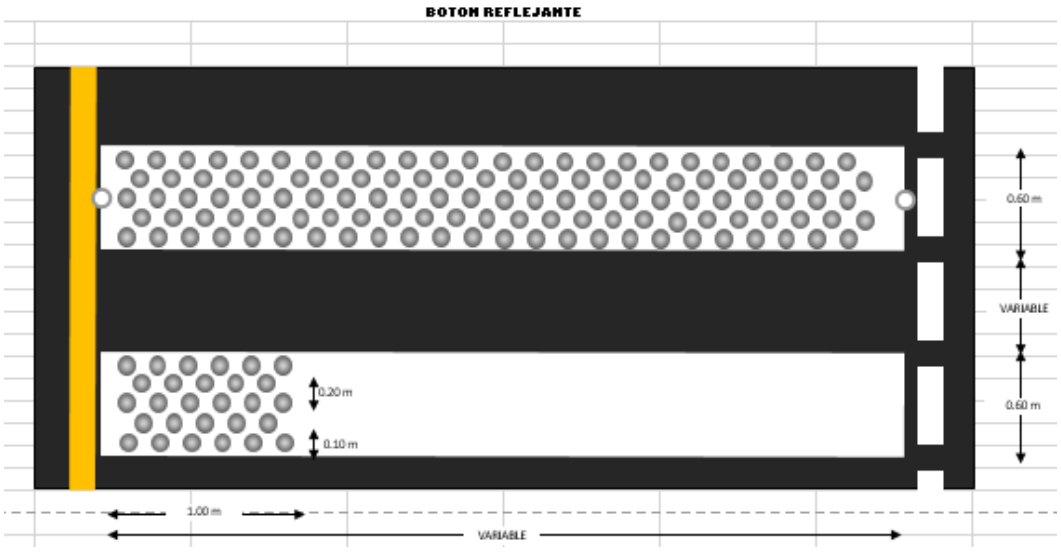
FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - delimitar los carriles, delimitar el hombro del camino, contar con señalamiento direccional de circulación en los EC con la Autopista y el EC carretera.

BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)

Los botones son dispositivos que se utilizan como complemento de las rayas con espaciamiento logarítmico (M9) y como vibradores para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con el ferrocarril, en carreteras secundarias antes de un entronque con otro de mayor

importancia o en algún otro sitio en el que, a criterio del proyectista, sean necesarios. En este proyecto se hará la colocación de 31,360.00 piezas.



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

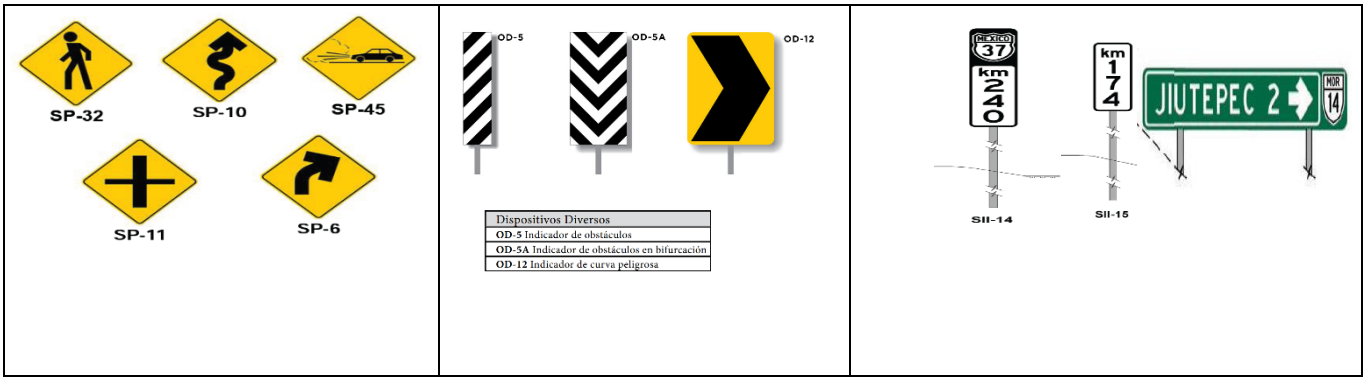
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑAL PREVENTIVA, RESTRICTIVA, E INFORMATIVA)

Colocación de 212 piezas de Señalamiento vertical en tramos aislados del km 27+520 al km 40+000:

SEÑAL PREVENTIVA SP DE 1.17 X 1.17 M.	48	PZA
SEÑAL RESTRICTIVA SR DE 1.17 X 1.17 M.	36	PZA
SEÑAL PREVENTIVA DE 0.45 X 0.45 M. INDICA CURVA PELIGROSA	100	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO OD-5 BIFURCACIÓN DE 61 X 122 CM LAMINA GALVANIZADA CAL. 16 FONDO, TEXTO Y GRAFISMO EN VINIL REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD INCL POSTE PTR GALVANIZADO DE 2X2 DE 2.00M (CARAMELO DOBLE)	5	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO OD-5 BIFURCACIÓN DE 30 X 122 CM LAMINA GALVANIZADA CAL. 16 FONDO, TEXTO Y GRAFISMO EN VINIL REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD INCL POSTE PTR GALVANIZADO DE 2X2 DE 2.00M (CARAMELO)	3	PZA
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACION SII-14 DE 0.30 X 1.20 M.	4.	PZA
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACION SII-15 DE 0.30 X 0.76 M.	16	PZA
TOTAL	**212**	

Imagen. Señalamiento Vertical

Preventivo	Restrictivo	Informativo



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas. Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado.

Se emplearán en forma secuencial de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar debido y confirmar la correcta selección del destino.

DEFENSA METÁLICA DE LÁMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS

Las defensas son dispositivos de seguridad que se instalan en uno o ambos lados de una carretera, en los lugares donde exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otros, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto. Normalmente son metálicas.

Una vez ubicados los sitios donde se colocarán los postes de soporte y donde se aterrizarán las defensas, se realizará una excavación para su colocación y anclaje, conforme a las dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

Se colocarán 1,000 ml de defensa metálica de lámina galvanizada tipo AASTHOM-180 incluyendo accesorios de 3 crestas, las cuales se ubicarán en los tramos comprendidos, en los kilómetros del 37+600 al 37+80027 ambos cuerpos, del km 35+100 al 35+400 y del km 28+800 al 29+100.

Imagen. Defensa Metálica

FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura, Movilidad y Transportes

Beneficios infraestructura. - Su funcionalidad es de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto

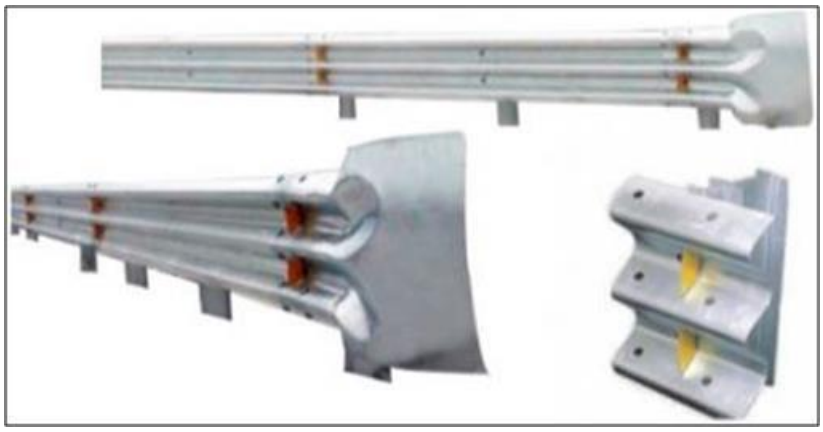
DEFENSA METÁLICA DE LÁMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS

Las defensas son dispositivos de seguridad que se instalan en uno o ambos lados de una carretera, en los lugares donde exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otros, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto. Normalmente son metálicas.

Una vez ubicados los sitios donde se colocarán los postes de soporte y donde se aterrizarán las defensas, se realizará una excavación para su colocación y anclaje, conforme a las dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

Se colocarán 700 ml de defensa metálica de lámina galvanizada tipo AASTHOM-180 incluyendo accesorios de 3 crestas, las cuales se ubicarán en los tramos comprendidos, en los kilómetros del 28+000 al 28+700

Imagen. Defensa Metálica



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura, Movilidad y Transportes

Beneficios infraestructura. - Su funcionalidad es de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto

CONSERVACIÓN DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA)

A lo largo de la superficie de pavimento se tendrá 13,367.26 m termoplástica en concreto hidráulico SCT color blanco o amarillo para raya continua y descontinua de 15 cm de ancho y 2mm de espesor por raya efectiva, incluye microesfera.

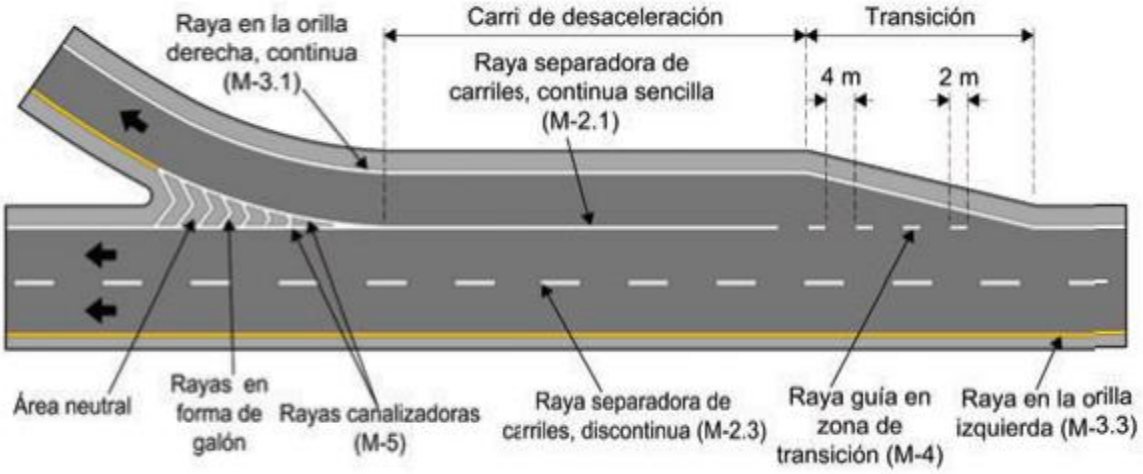
De Raya en zona lateral con pintura termoplástica serán 1,586.20 m (en forma de diagonal, color blanco retro reflejante, de 20 cm de ancho (longitud efectiva). Conforme a la norma n.str.car..1.07.001/00 de acuerdo a su especificación particular.

De Raya en zona neutral con pintura termoplástica serán 396.00 ml (en forma de galón, color blanco retro reflejante, de 20 cm de ancho (longitud efectiva). Conforme a la norma n.str.car..1.07.001/00 de acuerdo a su especificación particular.

Y por último 1,456.00 ml de m-9 rayas con espaciamiento logarítmico, de 60 cm de ancho (longitud efectiva) marcada con recubrimiento de pintura termoplástica color blanco y microesferas.

Es importante resaltar que los trabajos de reconstrucción deberán realizarse por alas, para no interrumpir totalmente la operación del camino, exigiendo a la ejecutora la instalación de un adecuado y suficiente señalamiento diurno y nocturno, para evitar percances de tránsito durante todo el tiempo que dure la reconstrucción.

Imagen. Señalamiento horizontal

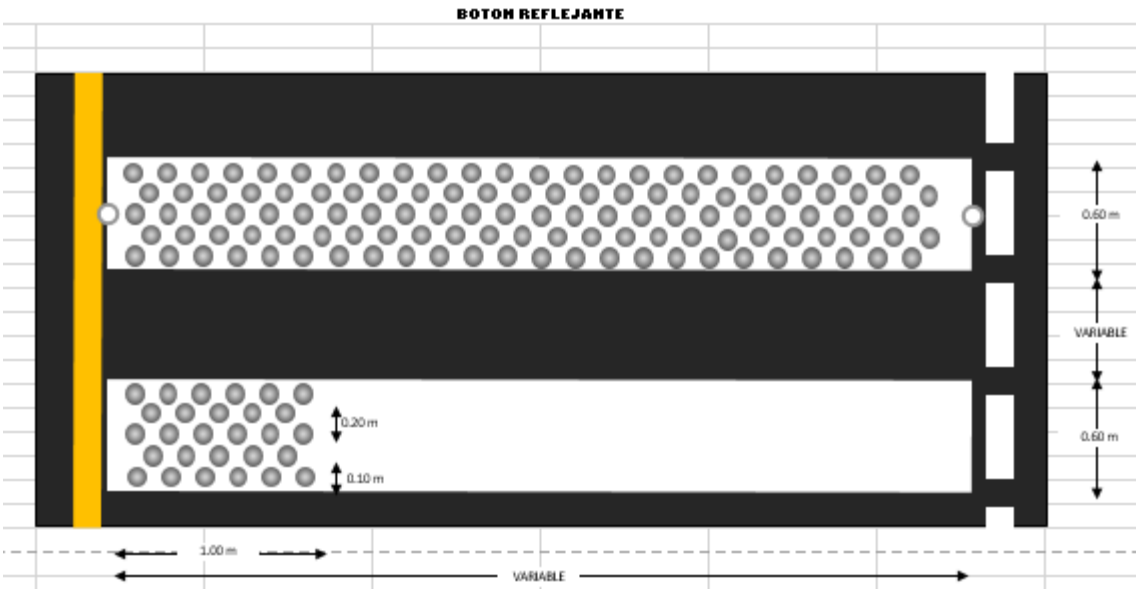


FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - delimitar los carriles, delimitar el hombro del camino, contar con señalamiento direccional de circulación en los EC con la Autopista y el EC carretera.

BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)

Los botones son dispositivos que se utilizan como complemento de las rayas con espaciamiento logarítmico (M9) y como vibradores para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con el ferrocarril, en carreteras secundarias antes de un entronque con otro de mayor importancia o en algún otro sitio en el que, a criterio del proyectista, sean necesarios. En este proyecto se hará la colocación de 40,768.00 piezas.



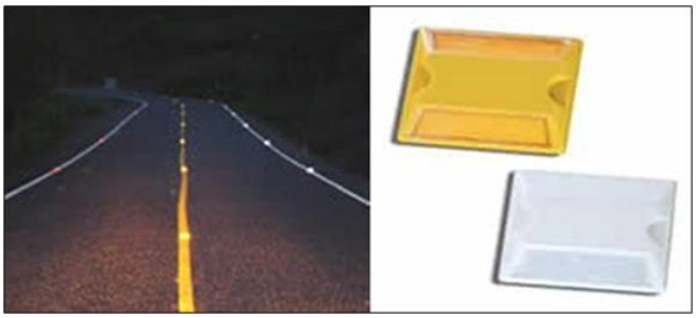
FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura

VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10X10CM INCLUYE PEGAMENTO EPÓXICO)

Las vialetas son dispositivos que tienen elemento retro reflejantes, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje a los ojos del conductor en forma de un haz luminoso, se colocan sobre la superficie de rodamiento o sobre estructuras, con el fin de incrementar la visibilidad de las marcas durante la noche y en condiciones climáticas adversas.

Estas se colocarán en toda la vialidad en las zonas laterales y central, debido a que esta vialidad se encuentra en camino muy sinuoso y con frecuentes bancos de niebla, así como en zonas estratégicas para orientar a los usuarios de esta vialidad.

Colocación de 8,159.00 piezas de vialeta reflejante amarilla y/o blanca en dos caras, cuerpo amarillo de 10 x 10 cm, incluye pegamento epóxico: reflector de plástico acrílico rellenado con un compuesto altamente adherente. Tiene dos caras en forma de prisma reflectivas, cuerpo amarillo de 10x10cm incluye pegamento epóxico.



FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

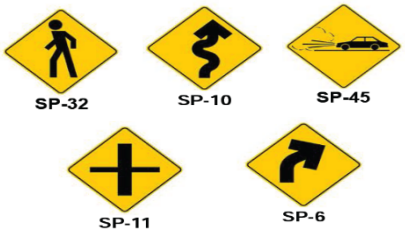
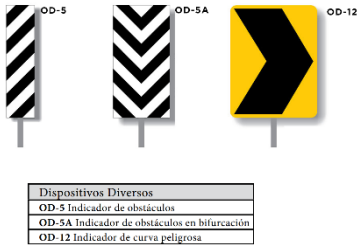
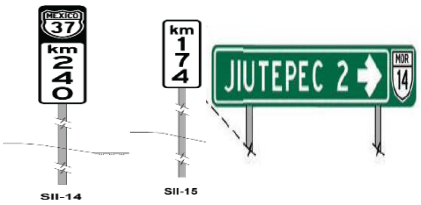
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑAL PREVENTIVA, RESTRICTIVA, E INFORMATIVA)

Colocación de 166 piezas de Señalamiento vertical:

SEÑAL PREVENTIVA SP DE 1.17 X 1.17 M.	36.00	PZA
SEÑAL RESTRICTIVA SR DE 1.17 X 1.17 M.	24.00	PZA
SEÑAL PREVENTIVA DE 0.45 X 0.45 M. INDICA CURVA PELIGROSA	80.00	PZA

SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL SIG-7 DE 0.86 X 1.78 M.	14.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO OD-5 BIFURCACIÓN DE 61 X 122 CM LAMINA GALVANIZADA CAL. 16 FONDO, TEXTO Y GRAFISMO EN VINIL REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD INCL POSTE PTR GALVANIZADO DE 2X2 DE 2.00M (CARAMELO DOBLE)	2.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO OD-5 BIFURCACIÓN DE 30 X 122 CM LAMINA GALVANIZADA CAL. 16 FONDO, TEXTO Y GRAFISMO EN VINIL REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD INCL POSTE PTR GALVANIZADO DE 2X2 DE 2.00M (CARAMELO)	2.00	PZA
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN SII-14 DE 0.30 X 1.20 M.	2.00	PZA
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN SII-15 DE 0.30 X 0.76 M.	6.00	PZA
TOTAL	**166.00**	

Imagen. Señalamiento Vertical

Preventivo	Restrictivo	Informativo
		

FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura.

Beneficios infraestructura. - Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas. Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado.

Se emplearán en forma secuencial de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar debido y confirmar la correcta selección del destino.

Beneficios infraestructura. - Funciona como delimitadora de carriles y como limitante de la cinta asfáltica.

B. Alineación Estratégica

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

Eje 3: Economía Programa: Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo. El sector público fomentara la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO

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 1. Fomentar encadenamientos productivos y la atracción de inversiones para la generación de empleos, el desarrollo integral y regional.

LÍNEAS DE ACCIÓN. 6. Generar esquemas de desarrollo y promoción turística basados en innovación y vocación turística. 7. Diversificar y fortalecer los sectores estratégicos y emergentes en las regiones del estado a través ecosistemas de innovación.

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.

C. Localización Geográfica

Puebla pertenecen a la Región Centro – País, que está compuesta por los estados de Puebla, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal. Esta meso-región presenta contrastes importantes al contar con una gran cantidad de servicios, pero al mismo tiempo, con un deterioro ambiental considerable; es una zona de elevado tránsito comercial y humano entre regiones, estados y ciudades del país y al ser una zona eminentemente urbana cuenta con una alta densidad de carreteras

El municipio de **San Pedro Cholula** se localiza en la parte del centro-este, del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19º 01' 30'' y 19º 06´ 42´´ de latitud norte y los meridianos 98º15`06`` y 98º24'00'' de longitud occidental. El municipio colinda al Norte con los municipios de Juan C. Bonilla, Coronango y Cuautlancingo, al Sur con los municipios de San Gregorio Atzompa y San Andrés Cholula, al Este con la ciudad de Puebla, al Oeste con los municipios de San Jerónimo Tecuanipan y Calpan.

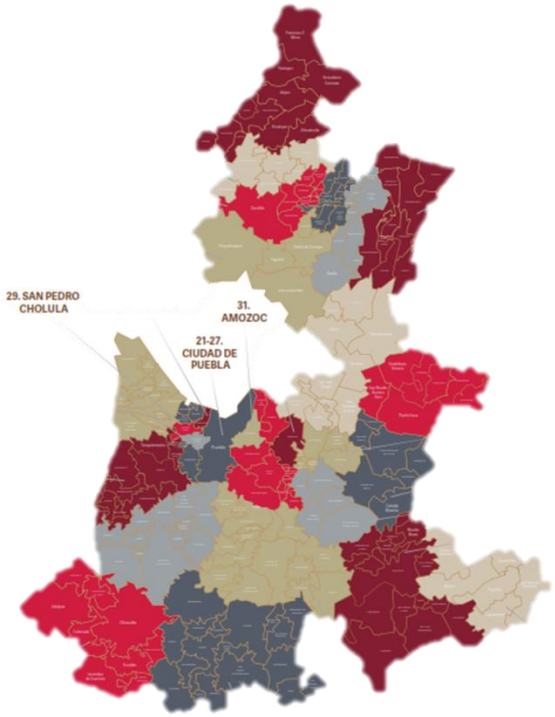
El municipio de **Puebla** se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 18º 50´42" y 19º 13´48" de latitud norte, y los meridianos 98º 00´24" y 98º 19´42" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con los municipios de Santo Domingo Huehuetlán y Teopantlán, al oriente con Amozoc, Cuautinchán y Tzicatlacoyan y al poniente con Cuautlancingo, San Andrés Cholula y Ocoyucan.

El municipio de **Amozoc** se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18º 00'30" y 19º 12' 12" de latitud norte y los meridianos 97º 59'18" y 98º 08' 42" de longitud occidental. Limita al norte con el municipio de Puebla y Tepatlaxco de Hidalgo, al sur con Cuautinchán, al oriente con los municipios de Tepatlaxco y Acajete y al poniente con el municipio de Puebla.

En la figura siguiente se muestra las regiones en donde se localiza el proyecto.

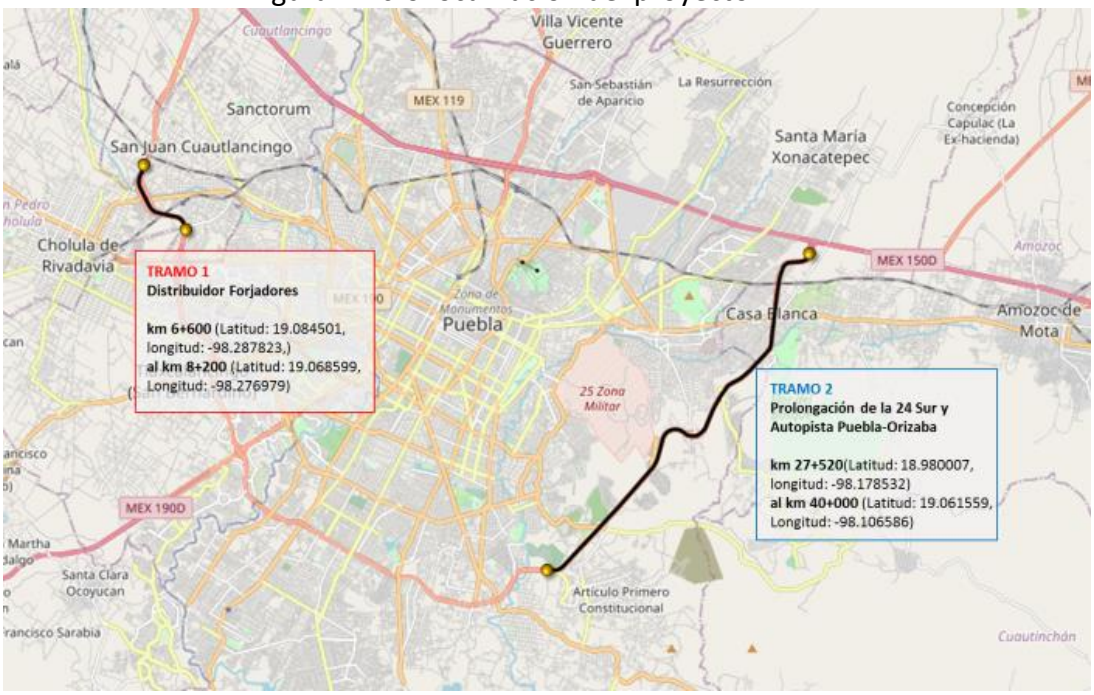
Región	Municipio
21 Puebla Interior 1	
	San Miguel Canoa [1/]
	La Resurrección [1/]
	Santa María Xonacatepec [1/]
22 Puebla Interior 2	
	San Pablo Xochimehuacán [1/]
	San Sebastián Aparicio [1/]
23 Puebla Interior 3	
	La Libertad [1/]
	San Jerónimo Caleras [1/]
	San Felipe Hueyotlipan [1/]
	Ignacio Romero Vargas [1/]
24 Puebla Interior 4	
	114 H. Puebla de Zaragoza
25 Puebla Interior 5	
	San Baltazar Campeche [1/]
26 Puebla Interior 6	
	San Francisco Totimehuacán [1/]
	San Andrés Azumiatla [1/]
27 Puebla Interior 7	
	Santa María Guadalupe Tecola [1/]
	San Baltazar Tetela [1/]
	Ignacio Zaragoza [1/]
	Santo Tomás Chautla [1/]
	San Pedro Zacachimalpa [1/]

Región	Municipio
29 San Pedro Cholula	
	090 Juan C. Bonilla
	140 San Pedro Cholula
	181 Tlaltenango
31 Amozoc	
	015 Amozoc



FUENTE. Elaboración propia con información de las 32 regiones de Puebla.

Figura. Micro localización del proyecto



FUENTE. Elaboración propia con información del Proyecto Ejecutivo e INEGI.

D. Calendario de Actividades

El programa de trabajo, tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevaran a cabo cada una de estas; con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos. El tiempo estimado para la ejecución de la obras contará con un plazo de 4 meses.

Tabla. Calendario de ejecución del proyecto con el total de inversión con recurso

REHABILITACIÓN DEL PERIFERICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HERÓICA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)

NO.	CONCEPTO	IMPORTES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
1	TERRACERÍAS	$ 6,032,710.87																
2	OBRAS DE DRENAJE	$ 2,595,034.56																
3	PAVIMENTOS	$ 63,909,326.19																
4	PAVIMENTOS (BACHEO)	$ 4,530,625.03																
5	PAVIMENTOS (RIEGO DE SELLO)	$ 5,413,198.77																
6	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	$ 2,103,316.55																
7	BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	$ 1,026,278.85																
8	SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	$ 546,439.04																
9	DEFENSA METALICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	$ 1,500,397.69																
10	DEFENSA METALICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	$ 606,351.03																
11	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	$ 916,971.53																
12	BOTON REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	$ 1,334,162.51																
13	VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	$ 408,193.53																
14	SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	$ 456,291.56																
	TOTAL SIN IVA	$ 91,379,297.71																
	TOTAL CON IVA	$ 105,999,985.34																

FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura

E. Monto Total de la Inversión

El monto total de la inversión incluyendo el IVA y retención se estima en: $ 105,999,985.34 pesos

Tabla. Monto de inversión total del Proyecto

Componentes	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Monto sin IVA	Monto con IVA
TERRACERÍAS	M2	45,450.00	132.73	6,032,578.50	6,997,791.06
OBRAS DE DRENAJE	M	7,012.68	370.05	2,595,042.23	3,010,248.99
PAVIMENTOS	M2	218,960.00	291.88	63,910,044.80	74,135,651.97
PAVIMENTOS (BACHEO)	M2	583.25	7,764.58431	4,528,693.80	5,253,284.81
PAVIMENTOS (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00	43.54	5,413,763.60	6,279,965.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00	16.55	2,103,836.00	2,440,449.76
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00	32.73	1,026,412.80	1,190,638.85
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00	2,577.54	546,438.48	633,868.64
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000.00	1,500.40	1,500,400.00	1,740,464.00
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00	866.23	606,361.00	703,378.76
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	**M**	**16,805.46**	**54.56**	916,905.90	1,063,610.84
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**40,768.00**	**32.73**	1,334,336.64	1,547,830.50
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**8,159.00**	**50.03**	408,194.77	473,505.93
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**166.00**	**2,748.73**	456,289.18	529,295.45
			TOTAL	91,379,297.71	105,999,985.34

FUENTE: Secretaría de Infraestructura

F. Financiamiento

La fuente de financiamiento considerada para la ejecución de esta obra se refiere a recursos Estatales 2020. La siguiente tabla se muestra el desglose por origen de recursos.

Tabla. Fuentes de Financiamiento del Proyecto

Nombre	Monto Con IVA	%	RECURSO

REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)	105,999,985.34	100.00 %	ESTATAL 2020

FUENTE: Secretaría de Infraestructura

G. Metas del Proyecto

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

METAS GENERALES

Componentes	Unidad de medida	Cantidad
OBRAS DE DRENAJE (DESAZOLVE DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS)	M	7,012.68
RECONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE 10 CM DE ESPESOR	M2	218,960.00
CONSERVACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA	M2	583.25
CONSERVACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00
COLOCACIÓN DE BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00
COLOCACIÓN DE DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000.00
COLOCACIÓN DE DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	M	16,805.46
COLOCACIÓN DE BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	PZA	40,768.00
COLOCACIÓN DE VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	PZA	8,159.00
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	PZA	166.00

FUENTE: Secretaría de Infraestructura

H. Capacidad instalada y su evolución en el horizonte de la evaluación

De acuerdo con la interacción oferta y demanda, para el proyecto en estudió su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se estima que el nivel de servicio de acuerdo a las condiciones existentes de la vialidad como se menciona en la situación actual se mantiene en un nivel de servicio “A”.

Con la ejecución del proyecto, se mejorará las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, así como las bajas velocidades a lo largo del **PERIFÉRICO ECOLÓGICO**, situación que se verá reflejada en la reducción de tiempos y manteniéndose estática en el nivel de servicio, el cual es de "A", como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla. Capacidad instalada del PPI

AÑO	Tramo 2 del km 74+000 al 80+000	CAPACIDAD	NIVEL DE SERVICIO
0	10,024	20,000	A
1	10,224	20,000	A
2	10,429	20,000	A
3	10,638	20,000	A
4	10,850	20,000	A
5	11,067	20,000	A
6	11,289	20,000	A
7	11,514	20,000	A
8	11,745	20,000	A
9	11,980	20,000	A
10	12,219	20,000	A
11	12,464	20,000	A
12	12,713	20,000	A
13	12,967	20,000	A
14	13,226	20,000	A
15	13,491	20,000	A
16	13,761	20,000	A
17	14,036	20,000	A
18	14,317	20,000	A
19	14,603	20,000	A
20	14,895	20,000	A

Fuente: elaboración propia en personal de la Secretaria de Infraestructura. Ver Anexo A.

I. Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil del proyecto o periodo de operación	20 años

FUENTE: Secretaria de Infraestructura

J. Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto

Estudios Técnicos.

La Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla es la instancia ejecutora y realizó los proyectos ejecutivos para obtener los costos asociados a los componentes del proyecto de infraestructura vial:

El proyecto ejecutivo correspondiente a ésta vialidad se realizó de acuerdo a la normatividad vigente, está concluido al 100% y cuenta con el visto bueno correspondiente.

Factibilidad Legal.

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 la carretera esta numerada con el folio 348 en un total de 40 kilómetros.

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

Factibilidad Ambiental

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.

Dependiendo del área de afectaciones, el resolutivo es aprobado por la Secretaria del Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla, se encuentra liberado al 100%.

K. Análisis de la oferta considerando la implementación del proyecto de inversión

Con la Rehabilitación Del Periférico Ecológico En Los Tramos: Del Kilómetro 6+600 Al Kilómetro 8+200 Y Del Kilómetro 27+520 Al Kilómetro 40+000 (Con Una Longitud De 14.10 Kilómetros, En Las Localidades De Santiago Momoxpan, Cholula De Rivadavia, Heroica Puebla De Zaragoza, Villa Batabia, Amozoc De Mota Y Casa Blanca, En Los Municipios De San Pedro Cholula, Puebla Y Amozoc, En El Estado De Puebla), se contará con la siguiente infraestructura funcional total en los 14.10 km.

- Infraestructura funcional total en los 14.10 km del kilómetro 6+600 al kilómetro 8+200 y del kilómetro 27+520 al kilómetro 40+000
- Obras de drenaje (desazolve de cunetas y alcantarillas)) en 7,012.68 m.
- Pavimento (carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor) en 218,960.00 m2.
- Conservación de carpeta asfáltica en 583.25 m2.
- Conservación de carpeta asfáltica (riego de sello) en 124,340.00 m2.
- Colocación de señalamiento horizontal (raya continua y discontinua de 15 cm) en 127,120.00 m.
- Colocación de botón reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad) en 31,360.00 pzas.
- Colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa) en 212.00 pzas.
- Colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 3 crestas en 1,000 m.
- Colocación de defensa metálica de lámina galvanizada tipo aasthom-180 incluyendo accesorios de 2 crestas en 700.00 m.
- Colocación de señalamiento horizontal (pintura termoplástica) (conservación) en 16,805.46 m.
- Colocación de botón reflejante dh-3 color blanco de aluminio (reductor de velocidad) (conservación) en 40,768.00 pzas.
- Colocación de vialeta reflejante amarilla y/o blanca en dos caras, cuerpo amarillo de 10 x 10 cm (conservación) en 8,159.00 pzas.
- Colocación de señalamiento vertical (señalamiento restrictiva, preventiva e informativa) (conservación) en 166.00 pzas.

En la siguiente tabla se puede observar las características del tramo:

TABLA. Condiciones de oferta en la situación con proyecto.

Características	Tramo 1 (6+600 al 8+200)	Tramo 2 (27+520 al 40+000)
Terreno	Plano	Plano
Cadenamiento	6+600 al 8+200	27+520 al 40+000
Longitud (m)	1,600	12,480
Ancho de carril (m)	3.50	3.40
Numero de sentidos	2	2
Carriles por sentido	3	2

Ancho de Corona (promedio)	21.00	13.60
Tipo pavimento	Concreto Hidráulico	Asfaltico
Estado del pavimento	Buen Estado	Buen Estado
Índice Rugosidad Internacional (IRI) m/km	4	4
Nivel de Servicio	A	A
Cunetas	Buen Estado	Buen Estado
Señalización Vertical	Buen Estado	Buen Estado
Señalización horizontal	Buen Estado	Buen Estado
Vialeta Reflejante	Buen Estado	Buen Estado

FUENTE: Proyecto Ejecutivo, Secretaria de Infraestructura

L. Análisis de la demanda con proyecto

Para el análisis de la demanda en la situación con proyecto, se consideró el levantado en el tramo donde se rehabilitara la superficie de rodamiento siendo el tramo 2, Asimismo, la tasa de crecimiento utilizada será la señalada de acuerdo a la tasa de crecimiento de la situación actual de 2.00%.

Composición vehicular por tramo

En la tabla siguiente se puede observar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) por tramo a lo largo del periférico ecológico en el tramo: kilómetro 27+520 al kilómetro 40+000.

TABLA. Demanda del proyecto por incorporaciones o desincorporaciones del año 1 (2020)

TRAMOS	LONGITUD (Km)	TPDA	COMPOSICIÓN (A,B,C) %		
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	12.48	10,224	9,906	94	224
TOTAL	**12.48**	**10,224**			

Fuente: elaboración propia en personal de la Secretaria de Infraestructura. ***Ver Anexo A.***

La composición del flujo vehicular es de importancia para el diseño de las obras físicas, con el objeto de determinar la composición vehicular y para estimar los costos generalizados de viaje pues estos varían según el tipo de vehículo, también es importante el conocimiento de la clasificación y la nomenclatura vehicular de los mismos utilizada en este estudio, que se presenta en la siguiente tabla.

Clasificación y nomenclatura vehicular[17]

Nomenclatura	Tipo de vehículo
A	Autos
B	Autobuses (B1 a B4)
C	Camiones tipo C2, C3, T3S2, T3S3 Y T3S2R4

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Servicios Técnicos (SCT)

[17] http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Normas_Oficiales_Mexicanas/NOM-012-SCT-2-2014_sct_14nov14.pdf

M. Interacción de la oferta – demanda a lo largo del horizonte de evaluación

Para poder realizar el análisis de la interacción de la oferta y la demanda se consideraron los siguientes supuestos:

- Tasa social de descuento del 10%,[18]
- Horizonte de evaluación de 21 años (1 ejecución y 20 de vida útil).
- La tasa de crecimiento del TDPA de 2.00% anual.

A continuación, se muestra el comportamiento de las variables de velocidad (km/hr), costos de operación vehicular (COV), costos de tiempo de recorrido (CTR) y los costos generalizados de viaje (CGV) diferenciados para cada uno de los tramos aforados, y proyectado en su conjunto a lo largo del horizonte de evaluación. Con la puesta en marcha del proyecto se observa los ahorros que experimentaría los usuarios al realizar los recorridos en una superficie de pavimento de Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de 4 m/km.

Velocidades de circulación

La velocidad de operación para cada tipo de vehículo está en relación a la longitud y al tiempo de recorrido.

TABLA. Velocidades de Operación vehicular promedio en el primer año, situación con proyecto.

		Sit. Optimizada			Sit. Con PPI			Incrementos de Velocidad		
	AÑO	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	50.10	46.30	34.43	51.46	47.52	35.38	1.36	1.22	0.95
PROMEDIO		**50.10**	**46.30**	**34.43**	**51.46**	**47.52**	**35.38**	**1.36**	**1.22**	**0.95**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_030918.pdf

Tabla. Velocidades de Operación vehicular promedio a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada			Sit. Con PPI			Incrementos de Velocidad		
AÑO	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	50.10	46.30	34.43	51.46	47.52	35.38	1.36	1.22	0.95
2	49.12	45.39	33.75	50.45	46.59	34.69	1.33	1.20	0.94
3	48.16	44.50	33.09	49.46	45.68	34.01	1.30	1.18	0.92
4	47.22	43.63	32.44	48.49	44.78	33.34	1.27	1.15	0.90
5	46.29	42.77	31.80	47.54	43.90	32.69	1.25	1.13	0.89
6	45.38	41.93	31.18	46.61	43.04	32.05	1.23	1.11	0.87
7	44.49	41.11	30.57	45.70	42.20	31.42	1.21	1.09	0.85
8	43.62	40.30	29.97	44.80	41.37	30.80	1.18	1.07	0.83

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

	Sit. Optimizada			Sit. Con PPI			Incrementos de Velocidad		
AÑO	A	B	C	A	B	C	A	B	C
9	42.76	39.51	29.38	43.92	40.56	30.20	1.16	1.05	0.82
10	41.92	38.74	28.80	43.06	39.76	29.61	1.14	1.02	0.81
11	41.10	37.98	28.24	42.22	38.98	29.03	1.12	1.00	0.79
12	40.29	37.24	27.69	41.39	38.22	28.46	1.10	0.98	0.77
13	39.50	36.51	27.15	40.58	37.47	27.90	1.08	0.96	0.75
14	38.73	35.79	26.62	39.78	36.74	27.35	1.05	0.95	0.73
15	37.97	35.09	26.10	39.00	36.02	26.81	1.03	0.93	0.71
16	37.23	34.40	25.59	38.24	35.31	26.28	1.01	0.91	0.69
17	36.50	33.73	25.09	37.49	34.62	25.76	0.99	0.89	0.67
18	35.78	33.07	24.60	36.75	33.94	25.25	0.97	0.87	0.65
19	35.08	32.42	24.12	36.03	33.27	24.75	0.95	0.85	0.63
20	34.39	31.78	23.65	35.32	32.62	24.26	0.93	0.84	0.61

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos de Operación Vehicular

Los costos de operación vehicular (COV) consideran los costos de consumo de combustibles, de consumo de lubricantes, de consumo de llantas, de salario de tripulantes, de mantenimiento vehicular, de depreciación del vehículo, entre otros factores importantes. Los COV son medidos en pesos por kilómetro recorrido en un día en que incurren los usuarios en cada uno de los flujos de origen destino.

Para determinar los costos de circulación vehicular la Secretaría de Infraestructura utilizó son los costos de operación vehicular para métricos emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación No. 182[19].

Dadas las características físicas y geométricas de la red vial, así como las velocidades de circulación, el modelo permite calcular los costos de tiempo y de operación para cada tipo de vehículo en flujo libre (sin detenciones).

Los COV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos de Operación Vehicular (COV), situación con proyecto.

		Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988	308,203,097	10,972,897	24,900,472	344,076,467	14,909,268	393,862	1,045,391	16,348,521
TOTAL		**323,112,366**	**11,366,759**	**25,945,863**	**360,424,988**	**308,203,097**	**10,972,897**	**24,900,472**	**344,076,467**	**14,909,268**	**393,862**	**1,045,391**	**16,348,521**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos de Operación Vehicular (COV) a lo largo del horizonte de evaluación, Situación con proyecto

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988	308,203,097	10,972,897	24,900,472	344,076,467	14,909,268	393,862	1,045,391	16,348,521
2	336,166,105	11,825,976	26,994,076	374,986,157	320,654,503	11,416,202	25,906,451	357,977,156	15,511,603	409,774	1,087,624	17,009,001
3	349,747,216	12,303,745	28,084,636	390,135,598	333,608,944	11,877,417	26,953,072	372,439,434	16,138,272	426,328	1,131,564	17,696,164

[19] https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
4	363,877,004	12,800,817	29,219,256	405,897,076	347,086,746	12,357,265	28,041,976	387,485,987	16,790,258	443,552	1,177,280	18,411,089
5	378,577,635	13,317,970	30,399,714	422,295,318	361,109,050	12,856,498	29,174,872	403,140,421	17,468,584	461,472	1,224,842	19,154,897
6	393,872,171	13,856,016	31,627,862	439,356,049	375,697,856	13,375,901	30,353,537	419,427,294	18,174,315	480,115	1,274,325	19,928,755
7	409,784,607	14,415,799	32,905,628	457,106,033	390,876,049	13,916,287	31,579,820	436,372,156	18,908,557	499,512	1,325,808	20,733,877
8	426,339,905	14,998,197	34,235,015	475,573,117	406,667,442	14,478,505	32,855,645	454,001,591	19,672,463	519,692	1,379,371	21,571,526
9	443,564,037	15,604,124	35,618,110	494,786,271	423,096,806	15,063,437	34,183,013	472,343,256	20,467,231	540,688	1,435,097	22,443,015
10	461,484,024	16,234,531	37,057,081	514,775,636	440,189,917	15,672,000	35,564,006	491,425,923	21,294,107	562,531	1,493,075	23,349,713
11	480,127,979	16,890,406	38,554,187	535,572,572	457,973,590	16,305,148	37,000,792	511,279,530	22,154,389	585,258	1,553,395	24,293,042
12	499,525,149	17,572,778	40,111,777	557,209,704	476,475,723	16,963,876	38,495,624	531,935,223	23,049,426	608,902	1,616,152	25,274,480
13	519,705,965	18,282,719	41,732,292	579,720,976	495,725,342	17,649,217	40,050,847	553,425,406	23,980,623	633,502	1,681,445	26,295,569
14	540,702,086	19,021,340	43,418,277	603,141,703	515,752,646	18,362,245	41,668,902	575,783,793	24,949,440	659,095	1,749,375	27,357,910
15	562,546,450	19,789,803	45,172,375	627,508,628	536,589,053	19,104,080	43,352,325	599,045,458	25,957,397	685,723	1,820,050	28,463,170
16	585,273,327	20,589,311	46,997,339	652,859,977	558,267,251	19,875,885	45,103,759	623,246,895	27,006,076	713,426	1,893,580	29,613,082
17	608,918,369	21,421,119	48,896,032	679,235,520	580,821,248	20,678,871	46,925,951	648,426,069	28,097,122	742,248	1,970,081	30,809,451
18	633,518,671	22,286,532	50,871,432	706,676,635	604,286,426	21,514,297	48,821,759	674,622,482	29,232,245	772,235	2,049,672	32,054,152
19	659,112,826	23,186,908	52,926,637	735,226,371	628,699,598	22,383,474	50,794,158	701,877,231	30,413,228	803,433	2,132,479	33,349,140
20	685,740,984	24,123,659	55,064,874	764,929,516	654,099,061	23,287,767	52,846,242	730,233,071	31,641,922	835,892	2,218,631	34,696,445

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Tiempo de Recorrido

Los costos por tiempo de recorrido (CTR) consideran los costos del TDPA de acuerdo a la velocidad de recorrido, considerando los parámetros del valor del tiempo del chofer y de los pasajeros, en cada uno de los flujos de origen destino.

Para determinar los CTR se consideraron los parámetros establecidos en la ingeniería de transito de las velocidades registradas en los días más representativos. Asimismo se consideró el valor social del tiempo del año 2020 para viajes de trabajo y de placer establecido para el estado de Puebla publicado por el Instituto Mexicano del Transporte.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los parámetros considerados en el modelo relacionados con el tiempo.

Parámetros Considerados para el estado de Puebla.

CONFIGURACIÓN VALOR DEL TIEMPO		
Valor del tiempo viaje de trabajo	60.00	$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	36.00	$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo	60%	
Número de pasajeros auto	2.86	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor tiempo de la carga	15.00	$/hr/ton
Toneladas promedio	19.37	ton/veh
Tasa de Descuento	10%	

*Fuente: Boletín técnico 182 Instituto Mexicano del Transporte. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, para el estado de Puebla 2020 (*https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182*)*

Los CTR se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos Tiempo de Recorrido en el primer año, situación con proyecto.

	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	3,380,560	240,660	229,117	3,850,338
TOTAL		**129,823,594**	**9,530,142**	**8,623,589**	**147,977,325**	**126,443,034**	**9,289,482**	**8,394,471**	**144,126,988**	**3,380,560**	**240,660**	**229,117**	**3,850,338**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos de Tiempo de Recorrido (CTR) a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	3,380,560	240,660	229,117	3,850,338
2	135,005,974	9,911,180	8,967,920	153,885,074	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	8,562,940	621,698	573,448	9,758,087
3	140,419,655	10,306,782	9,326,745	160,053,182	131,501,757	9,660,264	8,730,153	149,892,175	8,917,898	646,518	596,591	10,161,007
4	146,045,351	10,719,808	9,700,676	166,465,835	136,760,234	10,047,478	9,080,078	155,887,790	9,285,117	672,330	620,598	10,578,045
5	151,889,685	11,148,501	10,087,181	173,125,366	142,225,009	10,449,601	9,442,030	162,116,640	9,664,676	698,899	645,151	11,008,726
6	157,959,261	11,593,274	10,489,700	180,042,235	147,902,660	10,867,063	9,819,134	168,588,857	10,056,600	726,211	670,566	11,453,378
7	164,260,635	12,057,455	10,908,877	187,226,967	153,832,702	11,302,904	10,212,022	175,347,628	10,427,933	754,550	696,856	11,879,339
8	170,839,320	12,538,858	11,345,378	194,723,556	159,992,727	11,755,234	10,621,346	182,369,308	10,846,593	783,624	724,032	12,354,249
9	177,667,319	13,041,172	11,799,885	202,508,376	166,389,587	12,224,480	11,047,782	189,661,849	11,277,732	816,691	752,103	12,846,527

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
10	184,795,123	13,561,880	12,273,105	210,630,107	173,030,065	12,714,181	11,488,234	197,232,480	11,765,058	847,699	784,870	13,397,627
11	192,190,510	14,105,066	12,765,760	219,061,335	179,962,480	13,221,983	11,946,758	205,131,221	12,228,030	883,083	819,002	13,930,114
12	199,860,088	14,667,836	13,278,594	227,806,518	187,156,733	13,751,808	12,424,055	213,332,596	12,703,356	916,028	854,539	14,473,923
13	207,862,547	15,254,709	13,807,304	236,924,560	194,619,591	14,300,949	12,920,843	221,841,383	13,242,956	953,760	886,461	15,083,177
14	216,157,832	15,866,763	14,357,119	246,381,714	202,407,238	14,873,747	13,437,861	230,718,846	13,750,593	993,016	919,258	15,662,867
15	224,810,937	16,500,444	14,928,779	256,240,160	210,482,270	15,467,085	13,975,864	239,925,219	14,328,667	1,033,359	952,914	16,314,941
16	233,775,768	17,161,034	15,523,031	266,459,833	218,906,927	16,085,769	14,535,625	249,528,321	14,868,841	1,075,265	987,406	16,931,513
17	243,124,254	17,849,700	16,147,026	277,120,980	227,638,167	16,730,921	15,117,929	259,487,017	15,486,087	1,118,779	1,029,097	17,633,963
18	252,873,516	18,562,080	16,795,907	288,231,503	236,744,900	17,398,717	15,723,579	269,867,196	16,128,616	1,163,363	1,072,328	18,364,307
19	262,966,990	19,304,335	17,470,510	299,741,836	246,244,129	18,094,767	16,353,388	280,692,285	16,722,861	1,209,568	1,117,122	19,049,552
20	273,488,705	20,077,714	18,171,679	311,738,098	256,083,038	18,820,286	17,008,179	291,911,504	17,405,667	1,257,428	1,163,499	19,826,594

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Generalizados de Viaje

Los costos generalizados de viaje (CGV) se definen como el costo en el que incurren los usuarios del camino. Este incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido (CTR), u el COV en que se realizan dichos viajes (incluyendo: combustible, neumáticos, lubricantes, entre otros)

Los CGV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos Generalizados de Viaje, situación con proyecto.

		Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858
TOTAL		452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos Generalizados de Viaje a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858
2	471,172,080	21,737,156	35,961,995	528,871,231	447,097,536	20,705,685	34,300,923	502,104,144	24,074,543	1,031,472	1,661,073	26,767,087
3	490,166,871	22,610,528	37,411,381	550,188,780	465,110,702	21,537,681	35,683,226	522,331,609	25,056,169	1,072,846	1,728,156	27,857,171
4	509,922,355	23,520,625	38,919,931	572,362,911	483,846,979	22,404,743	37,122,054	543,373,776	26,075,375	1,115,882	1,797,877	28,989,135
5	530,467,319	24,466,470	40,486,895	595,420,684	503,334,060	23,306,099	38,616,902	565,257,061	27,133,260	1,160,371	1,869,993	30,163,623
6	551,831,432	25,449,290	42,117,562	619,398,283	523,600,516	24,242,963	40,172,671	588,016,150	28,230,915	1,206,326	1,944,891	31,382,133
7	574,045,241	26,473,254	43,814,505	644,333,000	544,708,751	25,219,191	41,791,842	611,719,784	29,336,490	1,254,062	2,022,664	32,613,216
8	597,179,225	27,537,056	45,580,393	670,296,673	566,660,169	26,233,739	43,476,990	636,370,899	30,519,056	1,303,316	2,103,402	33,925,774
9	621,231,356	28,645,296	47,417,995	697,294,647	589,486,394	27,287,917	45,230,794	662,005,105	31,744,962	1,357,379	2,187,200	35,289,542
10	646,279,147	29,796,411	49,330,186	725,405,743	613,219,982	28,386,180	47,052,241	688,658,403	33,059,164	1,410,231	2,277,946	36,747,340
11	672,318,488	30,995,472	51,319,947	754,633,907	637,936,070	29,527,131	48,947,550	716,410,752	34,382,418	1,468,341	2,372,397	38,223,156
12	699,385,237	32,240,614	53,390,370	785,016,222	663,632,456	30,715,685	50,919,679	745,267,819	35,752,782	1,524,930	2,470,692	39,748,403
13	727,568,512	33,537,428	55,539,596	816,645,536	690,344,933	31,950,166	52,971,690	775,266,789	37,223,579	1,587,262	2,567,906	41,378,747
14	756,859,918	34,888,103	57,775,396	849,523,417	718,159,884	33,235,992	55,106,763	806,502,639	38,700,033	1,652,111	2,668,634	43,020,778
15	787,357,387	36,290,247	60,101,154	883,748,788	747,071,323	34,571,165	57,328,189	838,970,678	40,286,065	1,719,082	2,772,965	44,778,111
16	819,049,095	37,750,345	62,520,370	919,319,810	777,174,178	35,961,654	59,639,384	872,775,215	41,874,917	1,788,691	2,880,987	46,544,595
17	852,042,623	39,270,818	65,043,058	956,356,499	808,459,415	37,409,791	62,043,880	907,913,086	43,583,208	1,861,027	2,999,178	48,443,413
18	886,392,187	40,848,611	67,667,339	994,908,138	841,031,326	38,913,014	64,545,339	944,489,679	45,360,861	1,935,598	3,122,000	50,418,459
19	922,079,816	42,491,243	70,397,148	1,034,968,207	874,943,727	40,478,242	67,147,547	982,569,515	47,136,089	2,013,001	3,249,601	52,398,692
20	959,229,689	44,201,373	73,236,552	1,076,667,614	910,182,099	42,108,053	69,854,422	1,022,144,574	49,047,589	2,093,320	3,382,131	54,523,040

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales

V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

A. Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto de inversión

Los costos identificados para la ejecución de cada una de las obras que integran el proyecto de infraestructura vial, corresponden a los de inversión y mantenimiento durante la construcción y operación.

Costos de inversión

El monto total de la inversión incluyendo el IVA y retención se estima en: $ 105,999,985.34 pesos

Tabla. Monto de inversión total del Proyecto

Componentes	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Monto sin IVA	Monto con IVA
TERRACERÍAS	M2	45,450.00	132.73	6,032,578.50	6,997,791.06
OBRAS DE DRENAJE	M	7,012.68	370.05	2,595,042.23	3,010,248.99
PAVIMENTOS	M2	218,960.00	291.88	63,910,044.80	74,135,651.97
PAVIMENTOS (BACHEO)	M2	583.25	7,764.58431	4,528,693.80	5,253,284.81
PAVIMENTOS (RIEGO DE SELLO)	M2	124,340.00	43.54	5,413,763.60	6,279,965.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (RAYA CONTINUA Y DISCONTINUA DE 15 CM)	M	127,120.00	16.55	2,103,836.00	2,440,449.76
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD)	PZA	31,360.00	32.73	1,026,412.80	1,190,638.85
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA)	PZA	212.00	2,577.54	546,438.48	633,868.64
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 3 CRESTAS	M	1,000.00	1,500.40	1,500,400.00	1,740,464.00
DEFENSA METÁLICA DE LAMINA GALVANIZADA TIPO AASTHOM-180 INCLUYENDO ACCESORIOS DE 2 CRESTAS	M	700.00	866.23	606,361.00	703,378.76
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL (PINTURA TERMOPLÁSTICA) (CONSERVACIÓN)	**M**	**16,805.46**	**54.56**	**916,905.90**	**1,063,610.84**
BOTÓN REFLEJANTE DH-3 COLOR BLANCO DE ALUMINIO (REDUCTOR DE VELOCIDAD) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**40,768.00**	**32.73**	**1,334,336.64**	**1,547,830.50**
VIALETA REFLEJANTE AMARILLA Y/O BLANCA EN DOS CARAS, CUERPO AMARILLO DE 10 X 10 CM (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**8,159.00**	**50.03**	**408,194.77**	**473,505.93**
SEÑALAMIENTO VERTICAL (SEÑALAMIENTO RESTRICTIVA, PREVENTIVA E INFORMATIVA) (CONSERVACIÓN)	**PZA**	**166.00**	**2,748.73**	**456,289.18**	**529,295.45**
			TOTAL	91,379,297.71	105,999,985.34

FUENTE: Secretaría de Infraestructura

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento corresponden a las erogaciones que deben realizarse para lograr que el sistema seleccionado se mantenga en los niveles establecidos para satisfacer la demanda definida en el proyecto. Estos costos tienen considerados los estándares de calidad y servicio eficiente que

requiere la demanda de acuerdo con las características del tránsito como densidad y composición. Para el proyecto, se consideran los siguientes costos de mantenimiento:

El mantenimiento estimado incluye un mantenimiento rutinario cada año, un periódico (Bacheo general y regos sello) cada 4 años y Mayor (Tendido de carpeta) cada 8 años. Los montos estimados para cada rubro se presentan en las siguientes tablas:

Tabla. Costos de mantenimiento (pesos)

Concepto[20]	Sin IVA	Periodicidad	$/km/carril	Mant. Total
Mantenimiento Rutinario	34,282	Anual	$/km/carril	1,711,371.92
Mantenimiento Periódico (Bacheo general y regos sello)	119,988	c / 4 años	$/km/carril	5,989,800.96
Mantenimiento Mayor (Tendido de carpeta)	589,655	c / 8 años	$/km/carril	29,435,593.08

Fuente: Costos paramétricos para los trabajos de mantenimiento, Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla

Tabla. Mantenimiento a lo largo del horizonte de evaluación.

Horizonte	Inversión (sin iva)	costo por molestia	Costos de Mantenimiento	Flujo	VAN
0	**91.38**	**24.84**		116.22	
1			1.71	1.71	117.77
2			1.71	1.71	119.19
3			1.71	1.71	120.47
4			5.99	5.99	124.56
5			1.71	1.71	125.63
6			1.71	1.71	126.59
7			1.71	1.71	127.47
8			29.44	29.44	141.20
9			1.71	1.71	141.93
10			1.71	1.71	142.59
11			1.71	1.71	143.19
12			5.99	5.99	145.10
13			1.71	1.71	145.59
14			1.71	1.71	146.04
15			1.71	1.71	146.45
16			29.44	29.44	152.86
17			1.71	1.71	153.20
18			1.71	1.71	153.50
19			1.71	1.71	153.78
20			5.99	5.99	154.67

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
Nota. Ver detalle en Anexo A.

[20] El costo de mantenimiento es lo que se destina a la conservación de la vía con el fin de mantenerla en niveles óptimos de operación, así como su periodicidad indicada en la "Metodología para la Evaluación de Proyectos de Caminos Rurales y Alimentadores". https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21423/Met_Caminos_Rurales_Parte1.pdf

Costos por molestias

Los cálculos de los costos por molestia son aquellos que se generan durante la ejecución de la obra, siendo el resultando de la diferencia del costo generalizado de viaje durante la ejecución incluyendo los efectos de la congestión, menos el costo generalizado de viaje de la situación con proyecto para el mismo periodo de construcción, multiplicado por el número de vehículos que transitan en el tramo.

En este contexto, el proyecto considera costos por molestias, es decir, costos generalizados de viaje (CGV's) adicionales que experimenta el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión.[21] Los costos son percibidos por los usuarios, en el TDPA, por disminución de velocidades de recorrido, aumento en los tiempos de traslado, lo cual se refleja en mayores costos de operación y de tiempo de recorrido.

Finalmente, los costos en que incurre el TDPA en el momento de la inversión se registra como la diferencia de los CGV's entre la situación actual y situación optimizada, es decir, los costos adicionales en que incurre el usuario al realizar el recorrido durante el periodo de inversión, como se muestra a continuación.

TABLA. COSTOS POR MOLESTIAS DE LA ALTERNATIVA 1:

Costos	Monto (mdp)
Costos por molestias	24.84

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

B. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión

El principal beneficio a generarse con la ejecución del proyecto, es la reducción de los costos generalizados de viaje (CGV) los cuales incluyen los costos de operación Vehicular (COV) y los Costos por Tiempos de Recorrido (CTR). Este beneficio lo observarían de manera directa los usuarios en flujo vehicular que circularan por el tramo de la carretera.

Para la evaluación del presente proyecto de inversión bajo las siguientes consideraciones:

- 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.

[21] CEPE Apuntes sobre Evaluación social de proyectos. (2008) Costos por Molestias, pag 13) .https://www.cepep.gob.mx/.

- El acuerdo señala que la carretera esta numerada con el folio 348 en un total de 40.00 kilómetros.

Velocidades de circulación

La velocidad de operación para cada tipo de vehículo está en relación a la longitud y al tiempo de recorrido.

TABLA. Velocidades de Operación vehicular promedio en el primer año, situación con proyecto.

		Sit. Optimizada			Sit. Con PPI			Incrementos de Velocidad		
	AÑO	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	50.10	46.30	34.43	51.46	47.52	35.38	1.36	1.22	0.95
PROMEDIO		**50.10**	**46.30**	**34.43**	**51.46**	**47.52**	**35.38**	**1.36**	**1.22**	**0.95**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_030918.pdf

Tabla. Velocidades de Operación vehicular promedio a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada			Sit. Con PPI			Incrementos de Velocidad		
AÑO	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	50.10	46.30	34.43	51.46	47.52	35.38	1.36	1.22	0.95
2	49.12	45.39	33.75	50.45	46.59	34.69	1.33	1.20	0.94
3	48.16	44.50	33.09	49.46	45.68	34.01	1.30	1.18	0.92
4	47.22	43.63	32.44	48.49	44.78	33.34	1.27	1.15	0.90
5	46.29	42.77	31.80	47.54	43.90	32.69	1.25	1.13	0.89
6	45.38	41.93	31.18	46.61	43.04	32.05	1.23	1.11	0.87
7	44.49	41.11	30.57	45.70	42.20	31.42	1.21	1.09	0.85
8	43.62	40.30	29.97	44.80	41.37	30.80	1.18	1.07	0.83
9	42.76	39.51	29.38	43.92	40.56	30.20	1.16	1.05	0.82
10	41.92	38.74	28.80	43.06	39.76	29.61	1.14	1.02	0.81
11	41.10	37.98	28.24	42.22	38.98	29.03	1.12	1.00	0.79
12	40.29	37.24	27.69	41.39	38.22	28.46	1.10	0.98	0.77
13	39.50	36.51	27.15	40.58	37.47	27.90	1.08	0.96	0.75
14	38.73	35.79	26.62	39.78	36.74	27.35	1.05	0.95	0.73
15	37.97	35.09	26.10	39.00	36.02	26.81	1.03	0.93	0.71
16	37.23	34.40	25.59	38.24	35.31	26.28	1.01	0.91	0.69
17	36.50	33.73	25.09	37.49	34.62	25.76	0.99	0.89	0.67
18	35.78	33.07	24.60	36.75	33.94	25.25	0.97	0.87	0.65
19	35.08	32.42	24.12	36.03	33.27	24.75	0.95	0.85	0.63
20	34.39	31.78	23.65	35.32	32.62	24.26	0.93	0.84	0.61

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos de Operación Vehicular

Los costos de operación vehicular (COV) consideran los costos de consumo de combustibles, de consumo de lubricantes, de consumo de llantas, de salario de tripulantes, de mantenimiento vehicular, de depreciación del vehículo, entre otros factores importantes. Los COV son medidos en pesos por kilómetro recorrido en un día en que incurren los usuarios en cada uno de los flujos de origen destino.

Para determinar los costos de circulación vehicular la Secretaría de Infraestructura utilizó son los costos de operación vehicular para métricos emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación No. 182[22].

Dadas las características físicas y geométricas de la red vial, así como las velocidades de circulación, el modelo permite calcular los costos de tiempo y de operación para cada tipo de vehículo en flujo libre (sin detenciones).

Los COV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos de Operación Vehicular (COV), situación con proyecto.

		Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988	308,203,097	10,972,897	24,900,472	344,076,467	14,909,268	393,862	1,045,391	16,348,521
TOTAL		323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988	308,203,097	10,972,897	24,900,472	344,076,467	14,909,268	393,862	1,045,391	16,348,521

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos de Operación Vehicular (COV) a lo largo del horizonte de evaluación, Situación con proyecto

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	323,112,366	11,366,759	25,945,863	360,424,988	308,203,097	10,972,897	24,900,472	344,076,467	14,909,268	393,862	1,045,391	16,348,521
2	336,166,105	11,825,976	26,994,076	374,986,157	320,654,503	11,416,202	25,906,451	357,977,156	15,511,603	409,774	1,087,624	17,009,001

[22] https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
3	349,747,216	12,303,745	28,084,636	390,135,598	333,608,944	11,877,417	26,953,072	372,439,434	16,138,272	426,328	1,131,564	17,696,164
4	363,877,004	12,800,817	29,219,256	405,897,076	347,086,746	12,357,265	28,041,976	387,485,987	16,790,258	443,552	1,177,280	18,411,089
5	378,577,635	13,317,970	30,399,714	422,295,318	361,109,050	12,856,498	29,174,872	403,140,421	17,468,584	461,472	1,224,842	19,154,897
6	393,872,171	13,856,016	31,627,862	439,356,049	375,697,856	13,375,901	30,353,537	419,427,294	18,174,315	480,115	1,274,325	19,928,755
7	409,784,607	14,415,799	32,905,628	457,106,033	390,876,049	13,916,287	31,579,820	436,372,156	18,908,557	499,512	1,325,808	20,733,877
8	426,339,905	14,998,197	34,235,015	475,573,117	406,667,442	14,478,505	32,855,645	454,001,591	19,672,463	519,692	1,379,371	21,571,526
9	443,564,037	15,604,124	35,618,110	494,786,271	423,096,806	15,063,437	34,183,013	472,343,256	20,467,231	540,688	1,435,097	22,443,015
10	461,484,024	16,234,531	37,057,081	514,775,636	440,189,917	15,672,000	35,564,006	491,425,923	21,294,107	562,531	1,493,075	23,349,713
11	480,127,979	16,890,406	38,554,187	535,572,572	457,973,590	16,305,148	37,000,792	511,279,530	22,154,389	585,258	1,553,395	24,293,042
12	499,525,149	17,572,778	40,111,777	557,209,704	476,475,723	16,963,876	38,495,624	531,935,223	23,049,426	608,902	1,616,152	25,274,480
13	519,705,965	18,282,719	41,732,292	579,720,976	495,725,342	17,649,217	40,050,847	553,425,406	23,980,623	633,502	1,681,445	26,295,569
14	540,702,086	19,021,340	43,418,277	603,141,703	515,752,646	18,362,245	41,668,902	575,783,793	24,949,440	659,095	1,749,375	27,357,910
15	562,546,450	19,789,803	45,172,375	627,508,628	536,589,053	19,104,080	43,352,325	599,045,458	25,957,397	685,723	1,820,050	28,463,170
16	585,273,327	20,589,311	46,997,339	652,859,977	558,267,251	19,875,885	45,103,759	623,246,895	27,006,076	713,426	1,893,580	29,613,082
17	608,918,369	21,421,119	48,896,032	679,235,520	580,821,248	20,678,871	46,925,951	648,426,069	28,097,122	742,248	1,970,081	30,809,451
18	633,518,671	22,286,532	50,871,432	706,676,635	604,286,426	21,514,297	48,821,759	674,622,482	29,232,245	772,235	2,049,672	32,054,152
19	659,112,826	23,186,908	52,926,637	735,226,371	628,699,598	22,383,474	50,794,158	701,877,231	30,413,228	803,433	2,132,479	33,349,140
20	685,740,984	24,123,659	55,064,874	764,929,516	654,099,061	23,287,767	52,846,242	730,233,071	31,641,922	835,892	2,218,631	34,696,445

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Tiempo de Recorrido

Los costos por tiempo de recorrido (CTR) consideran los costos del TDPA de acuerdo a la velocidad de recorrido, considerando los parámetros del valor del tiempo del chofer y de los pasajeros, en cada uno de los flujos de origen destino.

Para determinar los CTR se consideraron los parámetros establecidos en la ingeniería de transito de las velocidades registradas en los días más representativos. Asimismo se consideró el valor social del tiempo del año 2020 para viajes de trabajo y de placer establecido para el estado de Puebla publicado por el Instituto Mexicano del Transporte.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los parámetros considerados en el modelo relacionados con el tiempo.

Parámetros Considerados para el estado de Puebla.

CONFIGURACIÓN VALOR DEL TIEMPO		
Valor del tiempo viaje de trabajo	60.00	$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	36.00	$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo	60%	
Número de pasajeros auto	2.86	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor tiempo de la carga	15.00	$/hr/ton
Toneladas promedio	19.37	ton/veh
Tasa de Descuento	10%	

*Fuente: Boletín técnico 182 Instituto Mexicano del Transporte. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, para el estado de Puebla 2020 (*https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182*)*

Los CTR se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos Tiempo de Recorrido en el primer año, situación con proyecto.

	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	**3,380,560**	**240,660**	**229,117**	**3,850,338**
TOTAL		129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	**3,380,560**	**240,660**	**229,117**	**3,850,338**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos de Tiempo de Recorrido (CTR) a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	129,823,594	9,530,142	8,623,589	147,977,325	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	3,380,560	240,660	229,117	3,850,338
2	135,005,974	9,911,180	8,967,920	153,885,074	126,443,034	9,289,482	8,394,471	144,126,988	8,562,940	621,698	573,448	9,758,087
3	140,419,655	10,306,782	9,326,745	160,053,182	131,501,757	9,660,264	8,730,153	149,892,175	8,917,898	646,518	596,591	10,161,007
4	146,045,351	10,719,808	9,700,676	166,465,835	136,760,234	10,047,478	9,080,078	155,887,790	9,285,117	672,330	620,598	10,578,045
5	151,889,685	11,148,501	10,087,181	173,125,366	142,225,009	10,449,601	9,442,030	162,116,640	9,664,676	698,899	645,151	11,008,726
6	157,959,261	11,593,274	10,489,700	180,042,235	147,902,660	10,867,063	9,819,134	168,588,857	10,056,600	726,211	670,566	11,453,378
7	164,260,635	12,057,455	10,908,877	187,226,967	153,832,702	11,302,904	10,212,022	175,347,628	10,427,933	754,550	696,856	11,879,339
8	170,839,320	12,538,858	11,345,378	194,723,556	159,992,727	11,755,234	10,621,346	182,369,308	10,846,593	783,624	724,032	12,354,249

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
9	177,667,319	13,041,172	11,799,885	202,508,376	166,389,587	12,224,480	11,047,782	189,661,849	11,277,732	816,691	752,103	12,846,527
10	184,795,123	13,561,880	12,273,105	210,630,107	173,030,065	12,714,181	11,488,234	197,232,480	11,765,058	847,699	784,870	13,397,627
11	192,190,510	14,105,066	12,765,760	219,061,335	179,962,480	13,221,983	11,946,758	205,131,221	12,228,030	883,083	819,002	13,930,114
12	199,860,088	14,667,836	13,278,594	227,806,518	187,156,733	13,751,808	12,424,055	213,332,596	12,703,356	916,028	854,539	14,473,923
13	207,862,547	15,254,709	13,807,304	236,924,560	194,619,591	14,300,949	12,920,843	221,841,383	13,242,956	953,760	886,461	15,083,177
14	216,157,832	15,866,763	14,357,119	246,381,714	202,407,238	14,873,747	13,437,861	230,718,846	13,750,593	993,016	919,258	15,662,867
15	224,810,937	16,500,444	14,928,779	256,240,160	210,482,270	15,467,085	13,975,864	239,925,219	14,328,667	1,033,359	952,914	16,314,941
16	233,775,768	17,161,034	15,523,031	266,459,833	218,906,927	16,085,769	14,535,625	249,528,321	14,868,841	1,075,265	987,406	16,931,513
17	243,124,254	17,849,700	16,147,026	277,120,980	227,638,167	16,730,921	15,117,929	259,487,017	15,486,087	1,118,779	1,029,097	17,633,963
18	252,873,516	18,562,080	16,795,907	288,231,503	236,744,900	17,398,717	15,723,579	269,867,196	16,128,616	1,163,363	1,072,328	18,364,307
19	262,966,990	19,304,335	17,470,510	299,741,836	246,244,129	18,094,767	16,353,388	280,692,285	16,722,861	1,209,568	1,117,122	19,049,552
20	273,488,705	20,077,714	18,171,679	311,738,098	256,083,038	18,820,286	17,008,179	291,911,504	17,405,667	1,257,428	1,163,499	19,826,594

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Costos Generalizados de Viaje

Los costos generalizados de viaje (CGV) se definen como el costo en el que incurren los usuarios del camino. Este incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido (CTR), u el COV en que se realizan dichos viajes (incluyendo: combustible, neumáticos, lubricantes, entre otros)

Los CGV se estimaron para los tres tipos de vehículos representados en la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, como se muestra a continuación:

TABLA. Costos Generalizados de Viaje, situación con proyecto.

		Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	AÑO	A	B	C	TOTAL	A	B	C	Total	A	B	C	TOTAL
Tramo 2 (27+520 al 40+000)	1	452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858
TOTAL		452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

(Cifras en pesos, redondeados sin decimales)

Tabla. Costos Generalizados de Viaje a lo largo del horizonte de evaluación, situación con proyecto.

	Sit. Optimizada				Sit. Con PPI				Ahorros			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
1	452,935,960	20,896,901	34,569,452	508,402,313	434,646,131	20,262,380	33,294,944	488,203,455	18,289,828	634,522	1,274,508	20,198,858
2	471,172,080	21,737,156	35,961,995	528,871,231	447,097,536	20,705,685	34,300,923	502,104,144	24,074,543	1,031,472	1,661,073	26,767,087
3	490,166,871	22,610,528	37,411,381	550,188,780	465,110,702	21,537,681	35,683,226	522,331,609	25,056,169	1,072,846	1,728,156	27,857,171
4	509,922,355	23,520,625	38,919,931	572,362,911	483,846,979	22,404,743	37,122,054	543,373,776	26,075,375	1,115,882	1,797,877	28,989,135
5	530,467,319	24,466,470	40,486,895	595,420,684	503,334,060	23,306,099	38,616,902	565,257,061	27,133,260	1,160,371	1,869,993	30,163,623
6	551,831,432	25,449,290	42,117,562	619,398,283	523,600,516	24,242,963	40,172,671	588,016,150	28,230,915	1,206,326	1,944,891	31,382,133
7	574,045,241	26,473,254	43,814,505	644,333,000	544,708,751	25,219,191	41,791,842	611,719,784	29,336,490	1,254,062	2,022,664	32,613,216
8	597,179,225	27,537,056	45,580,393	670,296,673	566,660,169	26,233,739	43,476,990	636,370,899	30,519,056	1,303,316	2,103,402	33,925,774
9	621,231,356	28,645,296	47,417,995	697,294,647	589,486,394	27,287,917	45,230,794	662,005,105	31,744,962	1,357,379	2,187,200	35,289,542
10	646,279,147	29,796,411	49,330,186	725,405,743	613,219,982	28,386,180	47,052,241	688,658,403	33,059,164	1,410,231	2,277,946	36,747,340
11	672,318,488	30,995,472	51,319,947	754,633,907	637,936,070	29,527,131	48,947,550	716,410,752	34,382,418	1,468,341	2,372,397	38,223,156
12	699,385,237	32,240,614	53,390,370	785,016,222	663,632,456	30,715,685	50,919,679	745,267,819	35,752,782	1,524,930	2,470,692	39,748,403
13	727,568,512	33,537,428	55,539,596	816,645,536	690,344,933	31,950,166	52,971,690	775,266,789	37,223,579	1,587,262	2,567,906	41,378,747
14	756,859,918	34,888,103	57,775,396	849,523,417	718,159,884	33,235,992	55,106,763	806,502,639	38,700,033	1,652,111	2,668,634	43,020,778
15	787,357,387	36,290,247	60,101,154	883,748,788	747,071,323	34,571,165	57,328,189	838,970,678	40,286,065	1,719,082	2,772,965	44,778,111
16	819,049,095	37,750,345	62,520,370	919,319,810	777,174,178	35,961,654	59,639,384	872,775,215	41,874,917	1,788,691	2,880,987	46,544,595
17	852,042,623	39,270,818	65,043,058	956,356,499	808,459,415	37,409,791	62,043,880	907,913,086	43,583,208	1,861,027	2,999,178	48,443,413
18	886,392,187	40,848,611	67,667,339	994,908,138	841,031,326	38,913,014	64,545,339	944,489,679	45,360,861	1,935,598	3,122,000	50,418,459
19	922,079,816	42,491,243	70,397,148	1,034,968,207	874,943,727	40,478,242	67,147,547	982,569,515	47,136,089	2,013,001	3,249,601	52,398,692
20	959,229,689	44,201,373	73,236,552	1,076,667,614	910,182,099	42,108,053	69,854,422	1,022,144,574	49,047,589	2,093,320	3,382,131	54,523,040

FUENTE. Comparación de la situación optimizada y situación con proyecto respecto a un escenario donde se aplican medidas de optimización a la situación actual, por lo que ambas situaciones se presentan en función del año 1 (cifras año 1) con el fin de que la información sea comparable.
(Cifras en pesos, redondeados sin decimales

C. Cálculo de los indicadores de rentabilidad.

Para el análisis de los indicadores la sensibilidad se consideró los siguientes supuestos:

- La unidad del horizonte de evaluación es con una periodicidad anual.
- La inversión se realiza en el año cero del horizonte de evaluación.
- Los costos por molestias se registran solo en el periodo de inversión, es decir en el año cero.
- Los beneficios se generan a partir del primer año de la puesta en marcha del PPI, es decir del año 1. No puede existir beneficios durante el periodo de inversión, considerando que no se ha modificación la problemática que origina el PPI.
- Los beneficios que se consideran en el análisis de los indicadores reflejan la diferencia entre la situación sin proyecto respecto a la situación con proyecto, en el mismo año, a lo largo del horizonte de evaluación.

Los indicadores de evaluación utilizados para demostrar la rentabilidad del proyecto son Valor presente neto (VNA), Tasa interna de retorno (TIR), y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI),

Valor Presente Neto

El valor presente neto (VPN) es un criterio de rentabilidad que permite comparar los beneficios y costos del proyecto durante su vida útil. Para realizar su estimación se requiere traer a valor presente el flujo de beneficios y costos atribuibles al proyecto. Un valor presente neto positivo indica que el flujo de beneficios es mayor a los costos, por lo que es conveniente la ejecución del proyecto.

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

La fórmula del VPN es

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

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

n: número de años del horizonte de evaluación
r: es la tasa social de descuento
t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones
b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21174/Lineamientos_costo_beneficio.pdf

INDICADORES	VALOR
Valor Presente Neto (VPN)	**130.23 mdp**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es aquella tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a cero. En caso de que la TIR sea mayor a la tasa social de descuento, significa que el proyecto es socialmente rentable.

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Donde:
Bt: son los beneficios totales en el año t
Ct: son los costos totales en el año t
Bt-Ct: flujo neto en el año t
n: número de años del horizonte de evaluación
TIR: Tasa Interna de Retorno
t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21174/Lineamientos_costo_beneficio.pdf

INDICADORES	VALOR
Tasa Interna de Retorno (TIR)	**21.95 %**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

El criterio de decisión utilizado es la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), la cual señala que la entrada en operación del proyecto es cuando el beneficio neto del primer año de operación del proyecto es igual o mayor que la anualidad de la inversión o costo de oportunidad de los recursos para el periodo.

Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI) La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución. La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula

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

Dónde:
Bt+1: es el beneficio total en el año t+1
Ct+1: es el costo total en el año t+1
It: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)
t: año anterior al primer año de operación
t+1: primer año de operación

Fuente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21174/Lineamientos_costo_beneficio.pdf

A continuación, se muestra los indicadores que resultaron de la memoria de cálculo.

TABLA. Indicadores de rentabilidad.

INDICADORES	VALOR
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	**15.91 %**

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

D. Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se seleccionaron las variables que tienen mayor impacto en la rentabilidad del proyecto como son el monto de inversión, los beneficios sociales y el tránsito diario promedio anual.

Análisis de Sensibilidad sobre el monto de inversión

Para este análisis se realizó la evaluación del proyecto considerando diferentes incrementos en el monto de inversión. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

TABLA. Resultados del análisis de Sensibilidad sobre el monto de inversión

Variación	Inv	TRI	VPN	TIR
1.40	127.93	16.91%	93.68	12.10%
1.30	118.79	17.96%	102.82	12.87%
1.20	109.66	19.13%	111.95	13.75%
1.10	100.52	20.45%	121.09	14.75%
1.00	91.38	21.95%	130.23	15.91%

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Como se observa en la tabla, el análisis de sensibilidad muestra que aun aumentando en un 40% el monto de inversión, el valor presente neto social del proyecto continúa siendo positivo.

Análisis de Sensibilidad sobre los costos de Mantenimiento del proyecto

Para el análisis de la sensibilidad se consideraron los siguientes supuestos:

En las tablas siguientes se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado con relación a los costos de Mantenimiento del proyecto, para lo cual se estimó la rentabilidad del proyecto disminuyendo en diferentes porcentajes el monto de los beneficios obtenidos en el escenario normal.

TABLA. Resultados del análisis de sensibilidad para los costos de Mantenimiento

Variación	Mantenimiento	TIR	VPN (mdp)	TRI
1.40	2.40	20.75%	114.85	15.32%
1.30	2.23	21.05%	118.69	15.47%
1.20	2.06	21.36%	122.54	15.61%
1.10	1.88	21.66%	126.38	15.76%
1.00	1.71	21.95%	130.23	15.91%

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

Análisis de Sensibilidad sobre los beneficios del proyecto

Los resultados en la sensibilidad del proyecto ante disminuciones de la demanda nos indican que en caso de contar con el 70 % del TDPA original, el proyecto dejaría de ser rentable.

TABLA. Resultados del análisis de sensibilidad para los beneficios del proyecto

Variación	VAN (Beneficios)	TIR	VPN (mdp)	TRI
1.00	763	21.95%	130.23	15.91%
0.90	687	19.58%	101.74	14.17%
0.80	611	17.11%	73.25	12.43%
0.70	534	14.50%	44.76	10.69%

FUENTE: Memoria de Cálculo, Secretaria de Infraestructura

E. Análisis de riesgos

Los principales riesgos identificados del REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROÍCA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA) son:

Etapa de ejecución

Financiero, Que no exista disponibilidad para la aplicación de los recursos, viéndose interrumpida la suficiencia presupuestal para ejercer los montos programados del Proyecto.

Administrativo, que no se realicen oportunamente o en forma, los trámites y gestiones necesarios para cumplir con las disposiciones que marca la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en lo referente a las obras de infraestructura económica y actividades relacionadas con las mismas.

Económico, Posibles incrementos en los costos de inversión fuera de parámetros normales en costos de construcción (aspectos macroeconómicos con afectaciones directas al sector de la construcción.

Técnico, Posibles demoras en el suministro de materiales y demás equipamiento. Asimismo, posibles costos innecesarios por retrasos de obra (disponibilidad de los insumos), lo que podría ocasionar modificaciones estructurales al proyecto o poner en riesgo su ejecución programada.

La mayoría de los riesgos identificados en la etapa de ejecución, tendrían como consecuencia un incremento en los costos, se considera que los riesgos identificados no son lo suficientemente importantes como para poner en riesgo la rentabilidad del proyecto.

TABLA. Análisis de los riesgos del proyecto

Descripción	Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Mitigación
Riesgo de obtención de la liberación del derecho de vía.	Bajo	Nula, ya se cuenta con la liberación del derecho de vía	• Pago de indemnizaciones • Construcción de infraestructura básica.
Riesgo en cambios en el diseño del proyecto durante el proceso de construcción.	Alto	Baja	• En un proyecto de reconstrucción. • Validación técnica. • Validación del contratista
Riesgos de sobre costo en la construcción.	Alto	Medio	• Evaluar e integrar los costos por obra adicional (reservas, cambio de uso de suelo, bancos de materiales, programas de protección de flor y fauna)
Riesgos de atrasos en la construcción.	Medio	Media	• Desarrollar programas de obra con frentes y partidas alternas.
Riesgos legales (contractuales, normativa aplicable, cambios en la legislación).	Bajo	Baja	• Diseñar esquemas para obtención de fondos adicionales.
Riesgos por incrementos en costos de operación y mantenimiento.	Medio	Baja	• Diseñar esquemas para obtención de fondos adicionales.
Riesgo de conflicto social.	Alto	Alto	• Instalar u operar una red de gestión y promoción social que trabajará en contacto directo con la población. • Gestión y promoción permanente de la demanda social.

FUENTE: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la rehabilitación del Periférico Ecológico en los tramos: del kilómetro 6+600 al kilómetro 8+200 y del kilómetro 27+520 al kilómetro 40+000, habitantes de los municipios de San Pedro Cholula, Puebla Y Amozoc, en el Estado De Puebla así como sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico dentro de una región considerada de Alta marginación respectivamente.

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debido a los ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y mantenimiento necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

Los insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros. Aun cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, con el ruido y con la degradación del medio ambiente, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se han incluido en la evaluación que se presenta en este documento.

Aunado a lo anterior, con la rehabilitación de los 14.10 Km. de esta obra se obtendrían los siguientes beneficios:

- Adicionalmente a los beneficios que percibirán los usuarios que transitarían por esa vía, se contará con una mejor comunicación entre las localidades de SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HERÓICA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA

- Se incrementará la seguridad de los usuarios a lo largo del recorrido de los 14.10 km

Con la puesta en marcha del proyecto es facilitará el acceso de la población beneficiada incrementando su nivel de vida; así mismo, se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular. Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios, ya que se permitirá que la población pueda reducir sus costos de operación y ahorro en tiempos de traslado.

VII. ANEXOS

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	ACB Periférico Ecológico _ v2
Anexo B	Estudios Técnicos	N / A
Anexo C	Estudios Legales	N / A
Anexo D	Estudios Ambientales	N / A
Anexo E	Estudios de Mercado	N / A
Anexo F	Estudios Específicos	N / A
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	ACB Periférico Ecológico _ v2
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	ACB Periférico Ecológico _ v2

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	DEMANDA

Secretaría de Infraestructura
Gobierno de Puebla

Dictamen técnico de Transito Promedio Diario Anual (TPDA)
PERIFÉRICO ECOLÓGICO

Con fundamento en lo establecido en los artículos 1, 2, 5 inciso II.6, artículo 11 fracción VI, artículo 13 fracción XIII y 21, del Reglamento Interior de la Secretaría de Infraestructura, hago referencia a la elaboración del Dictamen Técnico, que al respecto se informa lo siguiente:

El PERIFÉRICO ECOLÓGICO, forma parte de las Vialidades de Jurisdicción Estatal (Red Carretera Estatal), con numero 348; comunicando a la población de los municipios Cuautlancingo, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Puebla y Amozoc; así como otros municipios y localidades de la zona.

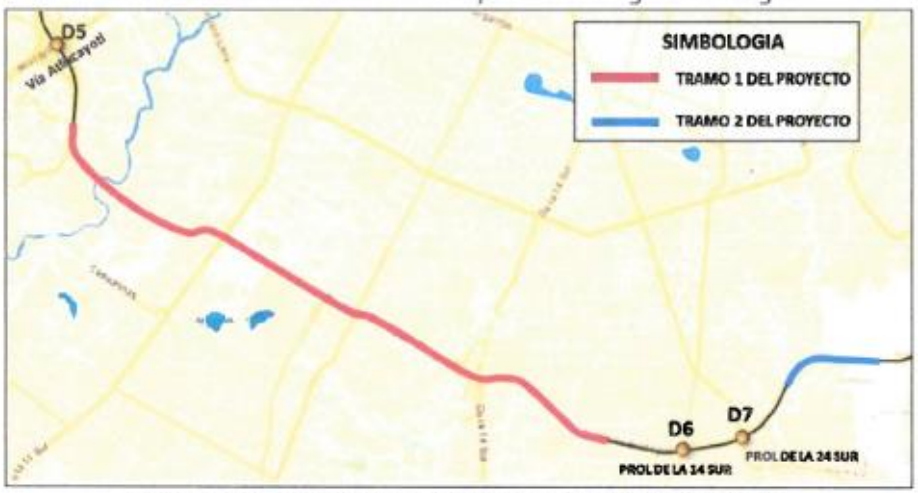
Actualmente el PERIFÉRICO ECOLÓGICO cuenta con una longitud total de 40.00 kilometros, la cual de año 1999 fue su construcción beneficiando a más de 2,000,000 de habitantes.

El PERIFÉRICO ECOLÓGICO cuanta actualmente con una superficie de rodadura del km 0+000 al 27+520 con concreto hidráulico y del 27+520 con carpeta asfáltica, para alojar a tres carriles de circulación de 3.50 metros promedio cada uno por sentido de circulación, ancho de sección de variado, dichas características comprenden una carretera tipo "A", la cual tiene capacidad para un TDPA de 5,000 a 20,000 vehículos de acuerdo a la clasificación de caminos alimentadores de SCT.

Para el dictamen de Transito Promedio Diario Anual (TPDA) si considera una proyección del TPDA utilizado en el "Estudios Costo beneficio del proyecto: **RECONSTRUCCIÓN CON CONCRETO HIDRÁULICO DE LA TRONCAL DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO DEL DISTRIBUIDOR VIAL ATLIXCÁYOTL A LA CALLE IGNACIO ZARAGOZA, EN LAS LOCALIDADES DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, SAN BERNARDINO TLAXCALANCINGO Y LOMAS DE SANTA CATARINA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN ANDRÉS CHOLULA Y PUEBLA, EN EL ESTADO DE PUEBLA;** como se muestra a continuación:

Secretaría
de Infraestructura
Gobierno de Puebla

Tramo del Distribuidor Vial Atlixcáyotl a la calle Ignacio Zaragoza



FUENTE. Elaboración propia con base al Proyecto Ejecutivo.

TABLA. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

LUGAR	TPDA	CLASIFICACION		
		A	B	C
Dist 7 - calle Ignacio Zaragoza	15,777	94.05% 14,838	3.56% 561	2.40% 378
TOTAL	15,777	14,838	561	378

FUENTE. Elaboración propia con base en el Proyecto Ejecutivo

Para el análisis de la demanda en para la realización del proyecto si considera una proporción del Distribuidor 7 a calle Ignacio Zaragoza, en la cual se encuentran accesos y salidas a zonas habitacionales, residenciales, comercios entre otros, como se muestra a continuación:

Secretaría
de Infraestructura
Gobierno de Puebla

FUENTE. Elaboración propia con mapa digital de INEGI.

Para el presente estudios "**REHABILITACIÓN DEL PERIFÉRICO ECOLÓGICO EN LOS TRAMOS: DEL KILÓMETRO 6+600 AL KILÓMETRO 8+200 Y DEL KILÓMETRO 27+520 AL KILÓMETRO 40+000 (CON UNA LONGITUD DE 14.10 KILÓMETROS, EN LAS LOCALIDADES DE SANTIAGO MOMOXPAN, CHOLULA DE RIVADAVIA, HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, VILLLA BATABIA, AMOZOC DE MOTA Y CASA BLANCA, EN LOS MUNICIPIOS DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA Y AMOZOC, EN EL ESTADO DE PUEBLA)**", se consideran un TPDA promedio siguiente manera:

PERIFÉRICO ECOLÓGICO					
ESTACIÓN DE AFORO	PROMEDIO POR DÍA	COMPOSICIÓN (A,B,C) %			TDPA 2020
		A	B	C	
PERIFÉRICO ECOLÓGICO	10,024	9,712	92	220	10,024
TOTAL	PROMEDIO VEHICULAR	9,712	92	220	10,024
	%	96.89%	0.92%	2.19%	100.00%

FUENTE. Elaboración propia

Secretaría
de Infraestructura
Gobierno de Puebla

El presente Dictamen Tecnico fue elaborado por la Dirección de Caminos, Carreteras, Puentes y Vialidades Urbanas de la Secretara de Infraestructura del Estado de Puebla, con el fin de incluir datos actualizados para obtener una composición vehicular promedio para la evaluación socioeconómica requerida.

ATENTAMENTE

ENRIQUE MERINO PAREDES

JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Manual para la Evaluación de Proyectos de Carreteras de la SHCP.
- Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras de la SHCP.
- Unpaved Roads Roughness Estimation by Subjective Evaluation, Infrastructure Notes, October 1999, Rodrigo S. Archondo Callao, The World Bank.
- Boletín Notas 153. Año 2014. Instituto Mexicano del Transporte (IMT).
- Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 407.
- Catálogo de localidades: http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx.
- Enciclopedia de los Municipios de México:
  http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia
- Estimación del CONAPAO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio
- 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. www.shcp.gob.mx/

IX. Responsables de la Información

Ramo: Comunicaciones

Entidad: 21 Puebla

Área Responsable: Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
NORMAN ADRIÁN TORRES ALCARAZ	ENCARGADO DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN		5 de Agosto de 2020

Versión	Fecha
3a versión	5 de Agosto de 2020

*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.