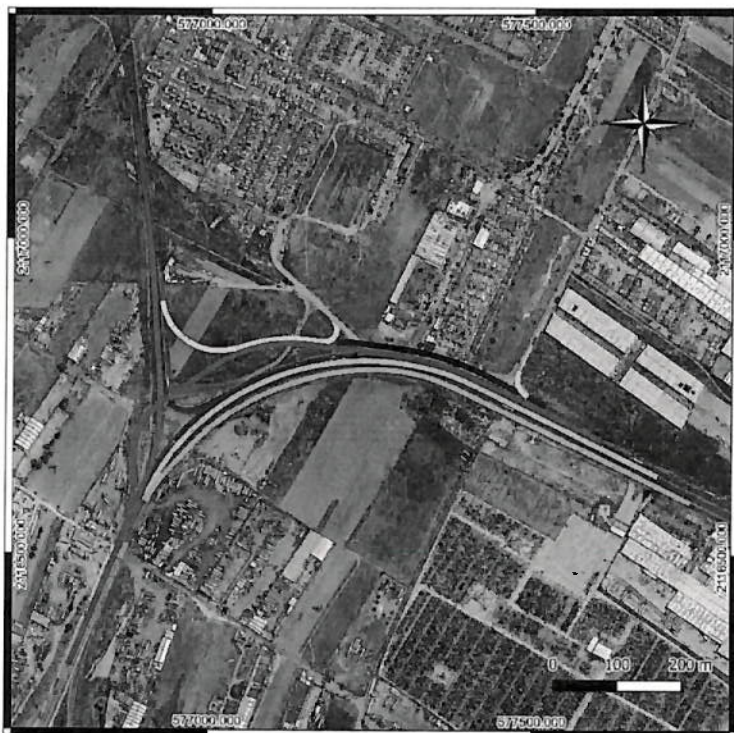


“CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL UBICADO EN EL ACCESO DE LA AUTOPISTA PUEBLA – TLAXCALA, EN LAS LOCALIDADES DE SAN FRANCISCO OCOTLÁN (OCOTLÁN) Y VILLA DE LOS ÁNGELES, EN LOS MUNICIPIOS DE CORONANGO Y CUAUTLANCINGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA”.



ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE
EJE 02	8,869.54 M2
EJE 03	6,632.68 M2
EJE 30	14,571.52 M2
RAMA 10	7,740.43 M2
RAMA 20	2,791.71 M2
RAMA 40	586.79 M2
RAMA 41	350.35 M2
RAMA 50	2,551.91 M2
RAMA 60	3,027.00 M2
RAMA 70	710.66 M2
TOTAL DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO	47,832.59 M2

Secretaría de Infraestructura

Dirección de Planeación

Departamento de Análisis Socioeconómico

Índice General

.....	0
I. RESUMEN EJECUTIVO	4
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL/PROBLEMÁTICA.....	8
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	12
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	14
D) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA.....	18
II. SITUACIÓN SIN EL PPI	20
A) OPTIMIZACIONES	20
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA SIN PROYECTO	20
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA SIN PROYECTO	21
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	22
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	24
III. SITUACIÓN CON EL PPI	30
A) DESCRIPCIÓN GENERAL.....	30
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	31
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	32
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	34
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	35
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO	35
G) CAPACIDAD INSTALADA	35
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	36
I) VIDA ÚTIL	37
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	37
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	38
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO.....	39
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON PROYECTO.....	41
IV. EVALUACIÓN DEL PPI	42
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	42
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI	45
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	47
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	48
E) ANÁLISIS DE RIESGOS	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
VI. ANEXOS.....	51
VII. BIBLIOGRAFÍA	51

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.	5
Tabla 2. Años en el Horizonte de evaluación y vida útil.	5
Tabla 3. Principales Costos del Proyecto	5
Tablas 4. Principales Costos del Proyecto (millones de pesos).....	6
Tabla 5. Principales Beneficios del Proyecto (millones de pesos).	6
Tabla 6. Monto total de inversión.	6
Tabla 7. Indicadores de Rentabilidad.	7
Tabla 8. Red carretera del Estado de Puebla, 2022.	8
Tabla 9. Regionalización de las vialidades	10
Tabla 10. Oferta de la Situación Actual.	13
Tabla 11 Datos aforados en ambas vialidades.....	15
Tabla 12. TDPA relevante de los cuatro trayectos.....	15
Tabla 13 TDPA relevante de los cuatro trayectos.....	15
Tabla 14 Resumen del TDPA relevante.....	17
Tabla 15 Tasa de ocupación vehicular.	17
Tabla 16 Localidades y población.	17
Tabla 17 Tiempos de recorrido.	18
Tabla 18 CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).....	19
Tabla 19 CGV Anual por movimiento (pesos).	19
Tabla 20 Oferta sin Proyecto.	20
Tabla 21 Demanda sin Proyecto del TDPA.....	21
Tabla 22 Tiempos de recorrido.....	22
Tabla 23 CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).....	23
Tabla 24 CGV Anual por movimiento (pesos).	23
Tabla 25. CGV de la situación sin proyecto.....	23
Tabla 26 Desglose del mantenimiento para el proyecto propuesto.	25
Tabla 27 Desglose del mantenimiento para el proyecto alterno.	26
Tabla 28 Comparación económica a través del VAC y CAE.....	28
Tabla 29 Principales Componentes del Proyecto.	31
Tabla 30 Coordenadas Geográficas.	34
Tabla 31 Volumen de tránsito con respecto a la capacidad del Distribuidor Vial.	35
Tabla 32 Metas físicas del Proyecto.	36
Tabla 33 Oferta con Proyecto.	38
Tabla 34 Demanda con Proyecto del TDPA Con Congestión.	39
Tabla 35 Demanda con Proyecto del TDPA Sin Congestión.....	40
Tabla 36 Tiempos de recorrido con Proyecto.....	41
Tabla 37 CGV Anual por tipo de vehículo en la Situación con Proyecto vs. Situación sin Proyecto.	41
Tabla 38 Proyección de los CGV (pesos) en la Situación con Proyecto.	41
Tabla 39 Costos de Mantenimiento con Proyecto.....	43
Tabla 40 Resumen de los trabajos de mantenimiento.	44
Tabla 41 Resumen de los trabajos de mantenimiento.	45
Tabla 42 Proyección de los Ahorros en los CGV (pesos).....	46



Tabla 43 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto.	48
--	----

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de ubicación del Estado de Puebla.	8
Ilustración 3. Rezago social a nivel municipio.....	10
Ilustración 4. Rezago social a nivel Localidad	10
Ilustración 5. Ubicación de las Localidades conforme al trazo del área de influencia.	11
Ilustración 18. Ubicación y perfil del tramo de la carretera urbana.....	14
Ilustración 19. Movimientos direccionales TDPA actual.....	16
Ilustración 22. Alternativa B. Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala.....	26
Ilustración 23 Sección tipo del proyecto.	31
Ilustración 24. Mapa de ubicación del Estado de Puebla	32
Ilustración 25. Croquis de Macro localización	33
Ilustración 26. Croquis de Microlocalización.	34

|





Análisis Costo-Beneficio¹

“CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL UBICADO EN EL ACCESO DE LA AUTOPISTA PUEBLA – TLAXCALA, EN LAS LOCALIDADES DE SAN FRANCISCO OCOTLÁN (OCOTLÁN) Y VILLA DE LOS ÁNGELES, EN LOS MUNICIPIOS DE CORONANGO Y CUAUTLANCINGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA”.

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo del proyecto es incrementar la infraestructura vial en los municipios de Coronango y Cuautlancingo, para reducir los Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los vehículos que utilizan el entronque formado por la Carr. Puebla-Tlaxcala y el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla, a través de la provisión de una solución de servicios de comunicación terrestre mediante infraestructura que brinde una mayor eficiencia operativa que resulte en menores tiempos de viaje para las personas.

La construcción de este Distribuidor ofrecerá mejores vialidades por las que puedan circular vehículos de todo tipo (A, B, C, etc.), lo que permitirá un flujo vehicular óptimo que agilizará la movilidad y establecerá una conexión eficiente entre calles.

Problemática Identificada

Actualmente la intersección entre la Carr. Puebla-Tlaxcala y el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla, forman un entronque direccional con 4 movimientos direccionales. Considerando que es un entronque con múltiples direcciones y que es muy transitado, es usual que se genere un congestionamiento, el cual le ocasiona a las personas retrasos para llegar a sus trabajos, escuelas, hogares, etc.

Además de los retrasos en sus tiempos de viaje, se generan mayores costos para los conductores derivado del incremento en el desgaste de sus vehículos. Es por eso que es de vital urgencia solucionar estos problemas que enfrenta la población.

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

Breve descripción del PPI

El proyecto consiste en la construcción del “Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla”, sus principales componentes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.

Componentes	
1.	TERRACERIAS
2.	DRENAJE PLUVIAL
3.	ESTRUCTURAS Y OBRA DE DRENAJE
4.	PAVIMENTOS
5.	SEÑALAMIENTO
6.	OBRAS INDUCIDAS
7.	ESTRUCTURA DEL PSV
8.	DEMOLICIONES Y RETIROS
9.	TRINCHERA PARA PEMEX
10.	MURO DE CONTENCIÓN

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

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

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

Horizonte de evaluación	Vida útil
31 años	30 años

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

Descripción de los principales costos del PPI

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

Tabla 3. Principales Costos del Proyecto

Monto De Inversión	
Concepto	Importe
Terracerias	26,009,898.95
Drenaje Pluvial	181,150.20
Estructuras Y Obras De Drenaje	631,050.35
Pavimentos	41,751,739.40
Señalamiento	8,302,604.37
Obras Inducidas	4,730,055.67
Estructura Del Psv	11,370,772.55
Demoliciones Y Retiros	3,470,368.63
Trinchera Para Pemex	36,288,122.13



Muro De Contención	6,940,441.77
Subtotal	139,676,204.02
Iva	22,348,192.64
Total	162,024,396.66

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

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

Tramo	Costo de inversión	Mtto. rutinario	Mtto. mayor
PUE-D	162.02	0.91	13.28

Costos por molestias

19.27

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

Descripción de los principales beneficios del PPI

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

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

Construcción Del Distribuidor Vial Autopista Puebla-Tlaxcala				
Año		CGV SSP	CGV SCP	CGV Ahorros
1	2025	7.93	4.55	3.38

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

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

Monto total de inversión (con IVA)

Tabla 6.. Monto total de inversión.

Proyecto por realizar	Inversión con I.V.A.
"CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL UBICADO EN EL ACCESO DE LA AUTOPISTA PUEBLA – TLAXCALA, EN LAS LOCALIDADES DE SAN FRANCISCO OCOTLÁN (OCOTLÁN) Y VILLA DE LOS ÁNGELES, EN LOS MUNICIPIOS DE CORONANGO Y CUAUTLANCINGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA".	\$ 162,024,396.66

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

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

Precios de mercado a 2024.

Riesgos asociados al PPI

Los riesgos que podría presentar el proyecto son:

- Retraso en la contratación del proyecto.
- El incremento en el costo de los materiales y el retraso en la entrega de estos.

- Retraso en la construcción debido a problemas sociales, climáticos y/o técnicos.
- Disminución del nivel de servicio por falta de mantenimiento.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Indicadores de Rentabilidad

Tabla 7. Indicadores de Rentabilidad.

DISTRIBUIDOR VIAL UBICADO EN EL ACCESO DE LA AUTOPISTA PUEBLA – TLAXCALA	
Indicador	Valor
Valor Actual Neto Social (VANS)	540,786,047.34
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	25.86%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	18.50%

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

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

Montos sin IVA. Precios a 2024.

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

La construcción del “Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla” es rentable y factible, ya que representa significativos ahorros en tiempos de recorrido, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

Con este proyecto se logra beneficiar a la población y a la economía del estado y, en consecuencia, la del país, debido a que el proyecto mejorará la circulación del tránsito. Con esto se beneficia a todos aquellos que circulen por el tramo en donde se encuentre el proyecto, ya que no habrá necesidad de que el tránsito se detenga para que los demás vehículos puedan cambiar de dirección, sino que habrá una mayor continuidad en la circulación.

El proyecto reduce los tiempos de viaje e incrementa la seguridad de las personas ya que contempla a las personas que se trasladan con cualquier tipo de vehículo terrestre, al haber una mejor distribución de los sentidos direccionales todos se benefician con el proyecto.

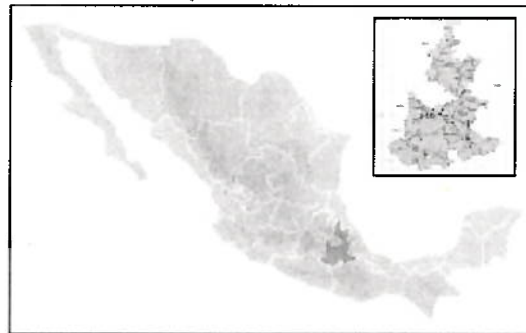
Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual/Problemática

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

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

Ilustración 1. Mapa de ubicación del Estado de Puebla.



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2024

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

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

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

Longitud de la red carretera de Puebla y tipo de vía

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

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

Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en el Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa, Ediciones 2014-2020, INEGI; Anuario Estadístico Sector Comunicaciones y Transporte, Ediciones 2003-2012, 2019-2021 SICT, México.

Nota: 1/ Comprende caminos de dos, cuatro o más carriles.

En este sentido, de acuerdo a datos contenidos en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019 - 2024, en el apartado de Indicadores Estratégicos, se contempla como línea base (2017) de la red carretera pavimentada (troncal federal, alimentadoras estatales y caminos rurales) un total de 9,625.57 kilómetros, teniendo como meta de este indicador, alcanzar en el año 2024 un total de 12,589.05 kilómetros de red carretera pavimentada.

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

II.2. Carretera Puebla-Tlaxcala (PUE-D)

De acuerdo con el INEGI³, el estado de Puebla es la quinta entidad federativa con mayor población en el país, con un total de 6,583,278 personas. Como consecuencia de su crecimiento demográfico, la población ha ido ocupando mayores espacios dentro del territorio del estado de Puebla, por lo que la infraestructura vial es de vital importancia para el desplazamiento de la población y para la economía a nivel estatal y nacional.

La carretera Puebla-Tlaxcala es una vialidad metropolitana la cual realiza la conexión estratégica de estos dos estados, permitiendo el intercambio comercial y fortaleciendo la alianza que existe con nuestro estado. Esta conecta con el , asimismo es parte del Arco Norte siendo una vía importante para el estado de Puebla

Debido a que el proyecto se encuentra en los límites del municipio de Coronango y del municipio de Cuautlancingo, estos son los principales beneficiarios con la nueva infraestructura del proyecto. No obstante, de manera más específica, las localidades alrededor de la obra son San Francisco Ocotlán (Coronango) y Villa de los Ángeles (Cuautlancingo) con un aproximado de 17 mil habitantes, como se muestra a continuación:

³ INEGI: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Tabla 9. Regionalización de las vialidades

Clave de localidad	Municipio	Localidades	Región	Población Total 2020
0003	Coronango	San Francisco Ocotlán (Ocotlán)	21	15,943
0025	Cuautlancingo	Villa de los Ángeles	21	1,826
Total de Población				17,769

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, (2020).⁴

Geográficamente el municipio de Coronango colinda al norte con el municipio de San Miguel Xoxtla, al sur con el municipio de San Pedro Cholula, al oriente Cuautlancingo, finalmente al poniente se encuentran Tlaltenango y Juan C. Bonilla. Así, El municipio de Cuautlancingo colinda al norte con el estado de Tlaxcala, al oriente de igual manera con el Estado de Tlaxcala y la ciudad de Puebla; al sur con el municipio de San Pedro Cholula; posteriormente al poniente con el municipio de Coronango.

La carretera recorre estos municipios pertenecientes a la Región⁵ 21, teniendo registrado en esta zona un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.797, de acuerdo con datos publicados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), como puede apreciarse en las imágenes 3 y 4.

Ilustraciones 3 y 4 Grado de rezago social en Puebla, 2020.

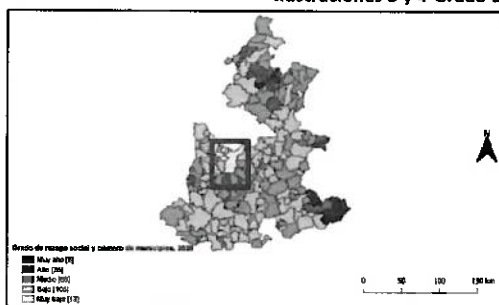


Ilustración 2. Rezago social a nivel municipio

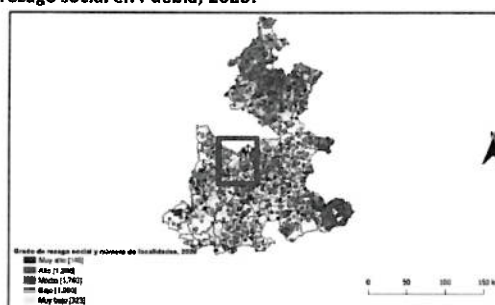


Ilustración 3. Rezago social a nivel Localidad

Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en el *calcula el Índice de Rezago Social (IRS)*, CONEVAL, 2020.
Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx

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

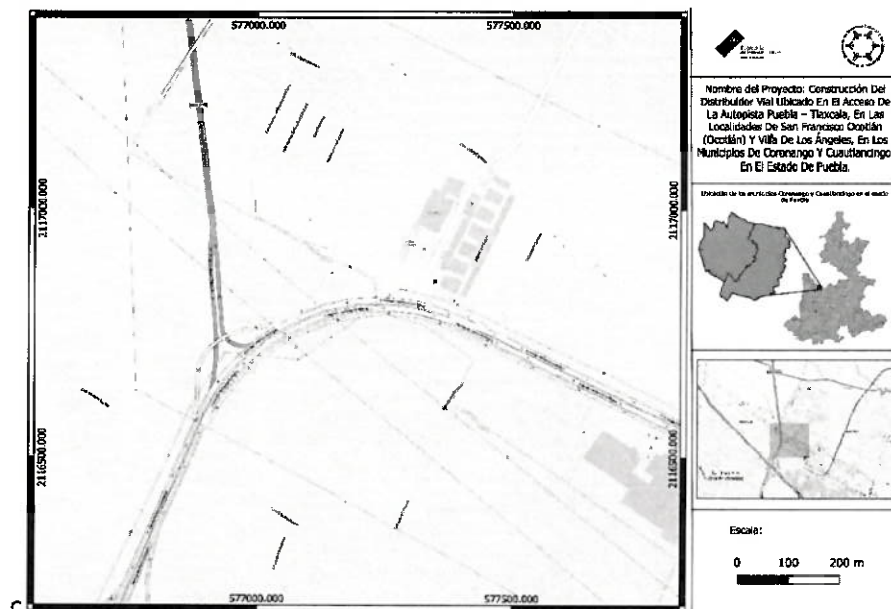
Partiendo del área de estudio identificada, el diagnóstico de la problemática comenzará a partir de esta parte y será conocida como el área de influencia donde se determina que existe una saturación de flujo vehicular, siendo un tramo urbano y que sus servicios, infraestructura y componentes serán analizados a detalle más adelante.

Actualmente se encuentra en un proceso de saturación, debido a los tiempos de espera por la intersección generada al cambiar de sentidos direccionales en el retorno ubicado en el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla con dirección a Tlaxcala. El cambio de sentido en este punto es uno de los principales problemas que provocan el congestionamiento vehicular, así como al volumen creciente de tránsito que circula por el área de influencia, que hacen que su capacidad actual sea

⁴ Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>

limitada para atender óptimamente estos volúmenes. Es por ello que se le debe dar una solución para mejorar la distribución vial.

Ilustración 4. Ubicación de las Localidades conforme al trazo del área de influencia.



Fuente: Elaboración propia con datos de seguimiento por GPS montados en Google Earth (marca registrada de Google Inc.).

Como muchas de las carreteras libres de peajes en el Estado de Puebla, ésta opera como una carretera con una vocación totalmente económica, por donde circulan todo tipo de vehículos (carga, particular, pasajeros) sobre esta vía, pero con un mayor porcentaje registrado de automóviles ligeros en los flujos direccionales, seguido por camiones de carga que transportan diferentes mercancías, provenientes del municipio de Puebla, San Pedro Cholula, entre otros.

Otros factores que agudizan la problemática de este cruce o intersección y que reflejan la carencia de un adecuado servicio que genera la actual infraestructura, son los cuellos de botella derivado a sobre flujo vehicular; paradas y vueltas de retorno que realizan los usuarios; fallas en el sistema eléctrico y vandalismo en luminarias que ocasiona que no opere el alumbrado público.

Otro problema que se presenta es la saturación vial por el intenso tránsito en horas pico (horas de máxima demanda), ocasionado principalmente por la constante circulación de tránsito pesado con sobrepeso de los camiones, impactando significativamente en la movilidad, presentando tiempos de demora de hasta veinte minutos para poder cruzar la intersección.

⁵ La regionalización está sustentada en 32 Regiones por las condiciones de conectividad, encadenamientos productivos y de valor, establecimiento de proyectos viables para el abatimiento de la pobreza y la reducción de los índices de marginación; Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024.

Dentro de la estructura de estos problemas y a manera de resumen, se identifican cuatro aristas que se ven mutuamente relacionados en la intersección convirtiéndolo en un punto de congestión vial, las cuales se muestran a continuación:

- Deficientes elementos de diseño de intersección;
- Conductas irresponsables de los usuarios y congestión de vehículos;
- Accesos a industrias y otras unidades económicas;
- Seguridad.

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

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

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

En conclusión, debido a la ineficiente infraestructura vial en el área de influencia, la población se ve afectada por la mala circulación en consecuencia de la congestión ocasionada por el gran número de vehículos que la transitan.

b) Análisis de la Oferta Existente

Como se describió en el sub-apartado anterior, el bien o servicio que se está analizando es el de comunicación terrestre, por lo que en este tema se abordarán la capacidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios basados en la infraestructura actual (componentes), considerando su estado físico, espacial y la calidad con la que los bienes y servicios son proporcionados por medio del entronque formado por la Carr. Puebla-Tlaxcala y el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla.

Las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del acotamiento. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, pendientes menos pronunciadas o peraltes más inclinados, (SCT, 1984).

La Carr. Pue-Tlax. , en general, es una carretera de sección variable, de dos a cuatro carriles por sentido de circulación correspondiente a una carretera tipo B. El terreno en el que se desarrolla el

estudio se clasifica como plano para una velocidad de proyecto de 80 km/h en zona urbana. En la tabla siguiente se muestran las características geométricas de las vialidades antes mencionadas:

Tabla 10. Oferta de la Situación Actual.

Características físicas y operativas d		
Concepto	Parámetro	Parámetro
	Carr. Pue-Tlax	Av Anillo Périferico Ec.
Tipo de carretera/calles	B	B
Tipo de terreno ^{1/}	Plano	Plano
Cadenamiento (aproximado)	0+000 al 2+800	0+000 al 1+100
Longitud (km)	2.8	1.1
Ancho de calzada (m)	6 (promedio)	5.5 (promedio)
Ancho de corona (m)	12	11
Camellón	Sí	Sí
Tipo de superficie	Concreto hidráulico	Concreto hidráulico
Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	3.5	3.0
Número de carriles	2(6 c/u)	2(5.5 c/u)
Acotamientos	Sí	Sí
Carril de aceleración (m)	6	5.5
Carril de desaceleración (m)	6	5.5
Tipo de superficie de los carriles	Concreto Hidráulico	Concreto Hidráulico
Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	2.5	3.5
Cunetas en 2 Km (m)	500 en buen estado	500 en buen estado
Drenaje en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalamiento vertical en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en el cruce	Mal estado (nula visibilidad)	Mal estado (nula visibilidad)
Señalamiento vertical en el cruce	Mal estado	Mal estado
Velocidad de proyecto (Km/h) ^{2/}	40	40
Velocidad de operación (Km/h) ^{3/}	30	34

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

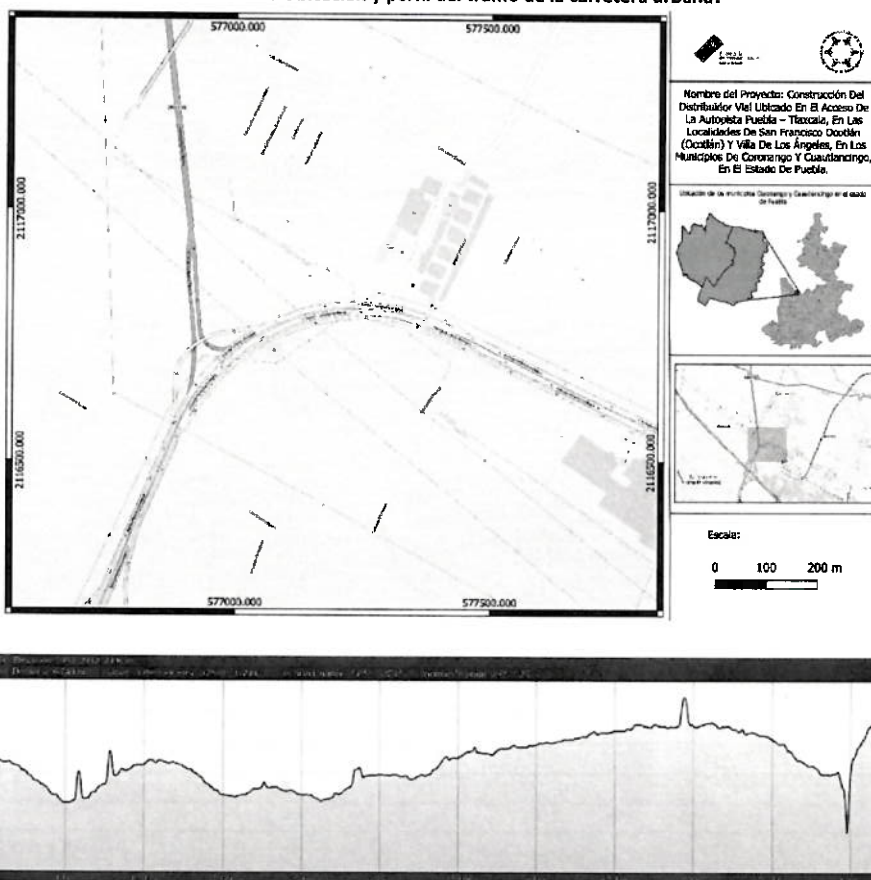
Para determinar las velocidades actuales, se procedió a realizar el **método del vehículo de prueba o vehículo flotante**.

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



La siguiente imagen ilustra la planta y el perfil del tramo en estudio, con una pendiente promedio de 4%, lo que lo clasifica como un terreno plano.

Ilustración 5. Ubicación y perfil del tramo de la carretera urbana.



Fuente: Elaboración propia con datos de seguimiento por GPS montados en Google Earth (marca registrada de Google Inc.), 2024.

c) Análisis de la Demanda Actual

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

La Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla (SINFRA), realizó las estimaciones de los flujos vehiculares en el punto de control ubicado en las cuatro direcciones del tramo de estudio, este se realizó la semana que abarca la última semana del mes de mayo y la primera de junio del año 2024, comenzando por el día miércoles 29 de mayo y concluyendo el martes 04 de junio.

Como resultado de los registros del aforo automático, se determinó el Transito Diario Promedio Semanal (TDPS), lo cual lo refleja la Tabla 12:

Tabla 11 Datos aforados en ambas vialidades.

MEXICO- PUEBLA (CUOTA)						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
22,942	26,111	24,684	25,959	26,468	30,734	25,698

PUEBLA- TLAXCALA (CUOTA)						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
5,520	5,773	5,875	6,148	6,606	7,545	7,287

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

El análisis de volúmenes de tránsito se estimó con base en el Transito Promedio Diario Semanal (TDPS), para posteriormente calcular el TDPA, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 12. TDPA relevante de los cuatro trayectos

TRAYECTO	TDPA
México-Puebla (Cuota)	26,085
Puebla-Tlaxcala (Cuota)	6,393

Elaboración Propia con información de SINTRA, 2024

Derivado de los resultados que se presentaron en este periodo, se apreció que en el horario de 7:00 a 20:00 horas, fue el que presentó mayor volumen de tránsito (HDM), superando el promedio de vehículos por hora de cada sentido, estos varían de acuerdo a cada una de ellas, es decir:

- México-Puebla (Cuota) >1,087
- Puebla-Tlaxcala (Cuota) >267

De acuerdo a lo que se observa en la intersección en estudio, los mayores volúmenes en conflicto se presentaron el día viernes con un TDPA en un horario similar (HDM), por lo que se realizó el ajuste y expansión de la muestra, para obtener el Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA) **relevante para los movimientos direccionales** en el periodo de máxima demanda, considerando un rango de error del 8% en el conteo de vehículos, dando como resultado un TDPA de movimientos direccionales de:

Tabla 13 TDPA relevante de los cuatro trayectos

Transito Promedio Diario Anual	
Movimiento	TDPA
México-Puebla (Cuota)	2,294
Puebla-Tlaxcala (Cuota)	555

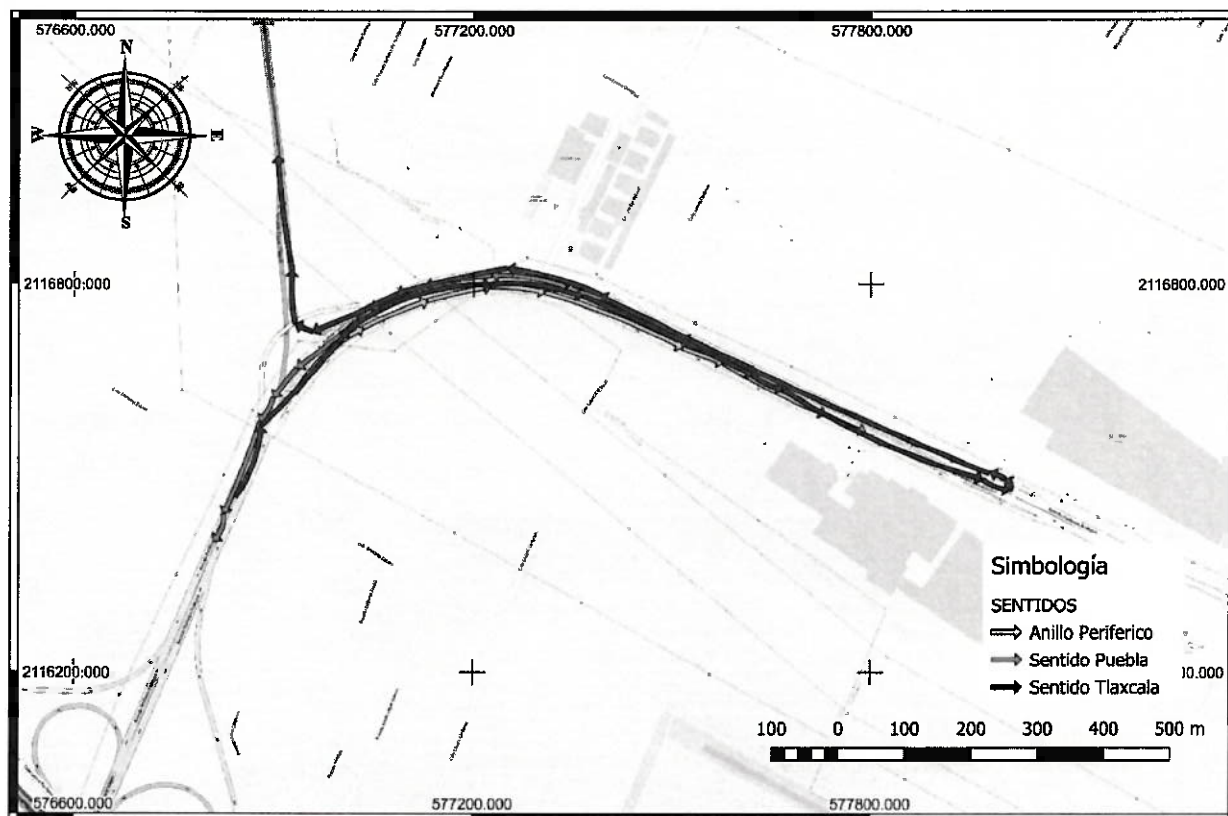
Fuente: Elaboración Propia con información de SINTRA, 2024

Esta muestra permite generalizar el comportamiento de los usuarios por esta carretera con el cruce o intersección en conflicto. A la par, se elaboraron los diagramas de los movimientos direccionales correspondiente al día con mayor volumen de tránsito (HDM).

Para complementar el estudio, se realizó el aforo con clasificación vehicular en cada uno de los movimientos direccionales que se presentan en el entronque en cuestión.

Para ilustrar lo anterior, se presenta la siguiente imagen con los movimientos correspondientes al día con mayor volumen de tránsito (ilustración 19), con el propósito de ilustrar de manera más sencilla los movimientos direccionales.

Ilustración 6. Movimientos direccionales TDPA actual



Fuente: Informe de Tránsito hecho por la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla, 2024.⁶

La información de Datos Viales, sirvió únicamente como **comparativo muestral de los datos** recopilados en campo, ya que la SICT sí cuenta con aforos direccionales, como el Informe de Tránsito realizado por la SINFRA, se hará uso de una Tasa Media de Crecimiento Anual en base a las estaciones

⁶ En movimientos direccionales TDPA actual del entronque Carr.Pue-Tlax y Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla se considera una variación en decimales en el porcentaje de la Clasificación vehicular.

de Carretera Pue-D y Carr.Mex-Pue (cuota), resultando una tasa promedio de ambas estaciones del 4.88%

Tabla 14 Resumen del TDPA relevante.

Transito Diario Promedio Anual (TDPA) con Congestión				
Movimiento	TDPA	A	B	C
México-Puebla Cuota (Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla)	1,682	91.62%	2.13%	6.25%
Puebla- Tlaxcala (PUE-D)	425	91.62%	2.13%	6.25%
Transito Diario Promedio Anual (TDPA) sin Congestión				
Movimiento	TDPA	A	B	C
México-Puebla Cuota (Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla)	612	82.51%	3.35%	14.14%
Puebla- Tlaxcala (PUE-D)	130	89.84%	1.46%	8.70%

*Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de aforo vehiculares de la SINFRA, 2024.
Nota 1/: TDPA de los movimientos relevantes que se consideran para la evaluación.*

Una vez obtenido el TDPA y con el horario de volumen de máxima demanda (HDM), se garantiza que se le debe dar solución al punto más crítico del día que se presenta en el cruce de la carretera.

Para continuar con el análisis, es necesario conocer las tasas de ocupación vehicular, que es el número promedio de pasajeros u ocupantes que viajan en cada uno de los tipos de vehículos sobre los tramos antes mencionados, se obtuvieron con base en los datos que publica el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), teniendo como referencia la Publicación Técnica del año 2024 Notas número 207. Lo anterior resulta importante para poder cuantificar el costo del tiempo de los pasajeros e incluirlo en el cálculo de los CGV (Ver Tabla 16).

Tabla 15 Tasa de ocupación vehicular.

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

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos por el IMT, 2023.

Como se mencionó, en la zona de influencia existen varias localidades las cuales se muestran en la tabla número 17, donde un sector de la población utiliza estos servicios de comunicación terrestre, demandando que los viajes se realicen en poco tiempo de recorrido, que sean seguros y al menor costo posible.

Tabla 16 Localidades y población.

Municipio	Localidades	Población 2020
Coronango	San Francisco Ocotlán (Ocotlán)	15,943

Cuatlancingo Villa de los Ángeles 1,826

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, (2020).

d) Interacción de la Oferta-Demanda

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

Tomando como base la información y el análisis de oferta y demanda, por el tránsito mezclado y los movimientos principales que presentan un problema para los usuarios del recorrido de largo itinerario, el análisis de los “altos” costos que presenta los tramos antes mencionados

Antes de pasar al análisis y exposición del cálculo de los CGV, es importante indicar los tiempos de recorrido (costo de oportunidad del tiempo) que se presenta en el tramo carretero urbano en los 2.8 km., que para este ejemplo se tomará el movimiento direccional Puebla:

Tabla 17 Tiempos de recorrido.

Tiempos de recorrido			
Carretera o vialidad	Velocidad (Km/h) ^{1/}	Distancia (Km)	Tiempo (minutos) ^{2/}
Cruce a nivel en HDM	36	2.8	5
Cruce a nivel en HV	40	2.8	2.5

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

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

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

Expuestos los tiempos de recorrido, se procede al cálculo de los CGV, para ello, utilizando la Publicación Técnica No. 756⁷ publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV, para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la Nota Técnica No. 207⁸, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) **94.29** pesos por hora para viajes por trabajo y **56.58** pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2024, con el propósito de calcular los CTR, tanto para el operario como para los pasajeros; así como los datos del camino y costos por operación vehicular.

⁷ Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023, IMT 2023. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt756.pdf>

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

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

Tabla 18 CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).
CGV Unitario por tipo de vehículo (por km)

Tipo de vehículo	A	B	C
CGV Unitario (HDM)	\$13.28	\$38.36	\$34.18
CGV Unitario (HV)	\$6.64	\$19.18	\$17.09

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2022-2023.

*Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios sociales a 2022-2023.*

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

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

El CGV para los vehículos que circulan a lo largo del recorrido sobre la estación Puebla-Tlaxcala en el análisis, en las condiciones en las que se encuentra actualmente, se estima en **\$ 4,093,911** millones de pesos (mdp) sin I.V.A.

A continuación, se muestran los CGV anuales generados por los vehículos que transitan por cada una de las direcciones que existen en el entronque generado por las vialidades de la Carr. Pue-Tlax y Carr. Mex-Pue:

Tabla 19 CGV Anual por movimiento (pesos).

Puebla-México	Puebla Tlaxcala	CGV Total Actual
\$ 38,743,887	\$ 4,093,911	\$ 42,837,798

Fuente: Elaboración propia con datos de SINPRA, 2024

Las condiciones actuales del entronque en los últimos años se han ido convirtiendo en un riesgo constante para los usuarios tanto de largo recorrido como de los locales, ya que el incremento del tránsito ha quedado rebasado para las condiciones del entronque.

II. Situación sin el PPI

Para no atribuirle beneficios que no le corresponden al proyecto de “Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla”, se requiere determinar si existen acciones de menor costo que permitan mejorar la situación actual.

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

Debido a que el problema que se busca solucionar es el de la distribución vial para agilizar los movimientos y reducir los tiempos de traslado, no es posible realizar una optimización ya que solo se lograría una rehabilitación de la autopista. Si bien los daños en los caminos como en la señalización y en la pavimentación, afectan en los tiempos de recorrido, su reparación no causaría el impacto positivo que tiene el proyecto, ya que éste último sí responde a la problemática de la distribución vial. Es por ello que la situación sin proyecto se considerará igual que la situación actual, al no haber una optimización que atienda el problema de la distribución vial.

a) Optimizaciones

Como se mencionó anteriormente, no existen optimizaciones que puedan solventar la problemática de manera eficiente, por lo que la situación sin proyecto coincide con la situación actual del Acceso de la Autopista Puebla – Tlaxcala.

b) Análisis de la Oferta sin Proyecto

Una vez realizados los trabajos para optimizar la situación actual de los tramos carreteros, estos presentarían una mejor circulación con base en las siguientes características:

Tabla 20 Oferta sin Proyecto.

Concepto	Características físicas y operativas d	
	Parámetro	Parámetro
	Carr. Pue-Tlax	Av Anillo Périferico Ec.
Tipo de carretera/calles	B	B
Tipo de terreno ^{1/}	Plano	Plano
Cadenamiento (aproximado)	0+000 al 2+800	0+000 al 1+100
Longitud (km)	2.8	1.1
Ancho de calzada (m)	12 (promedio)	11(promedio)
Ancho de corona (m)	6	5.5
Camellón	Sí	Sí
Tipo de superficie	Concreto hidráulico	Concreto hidráulico

Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	3.5	3.0
Número de carriles	2(6 c/u)	2(5.5 c/u)
Acotamientos	Sí	Sí
Carril de aceleración (m)	6	5.5
Carril de desaceleración (m)	6	5.5
Tipo de superficie de los carriles	Concreto Hidráulico	Concreto Hidráulico
Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	2.5	3.5
Cunetas en 2 Km (m)	500 en buen estado	500 en buen estado
Drenaje en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalamiento vertical en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en el cruce	Mal estado (nula visibilidad)	Mal estado (nula visibilidad)
Señalamiento vertical en el cruce	Mal estado	Mal estado
Velocidad de proyecto (Km/h) ^{2/}	40	40
Velocidad de operación (Km/h) ^{3/}	30	34

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

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

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

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

Con respecto a los demás componentes que conforman los kilómetros que conforman cada vialidad la mayoría de ellos seguirán presentando los mismos servicios, características físicas y operativas como el puente peatonal; las banquetas y guarniciones en ambos lados (en algunos tramos) en regulares condiciones; el alumbrado público presentará un mejor estado y se encontrará funcionando en el cruce. No se presentarán mejoras geométricas en los retornos, pero se contará con mejores señalamientos y elementos, los cuales ayudarán a los cruces.

c) Análisis de la Demanda sin Proyecto

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

Así pues, la composición vehicular seguiría siendo la misma que en la situación base:

Tabla 21 Demanda sin Proyecto del TDPA.

Transito Promedio Diario Anual Sin Proyecto	
Movimiento	TDPA
México-Puebla (Cuota)	2,294
Puebla-Tlaxcala (Cuota)	555

Fuente: Elaboración Propia con información de SINFRA, 2024

Retomando que la tasa de crecimiento es del 4.88%.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

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

Tomando como base la información y el análisis de oferta y demanda, por el tránsito mezclado y los movimientos principales que presentan un problema para los usuarios del recorrido de largo itinerario, el análisis de los “altos” costos que presenta los tramos antes mencionados

Antes de pasar al análisis y exposición del cálculo de los CGV, es importante indicar los tiempos de recorrido (costo de oportunidad del tiempo) que se presenta en el tramo carretero urbano en los 2.8 km., que para este ejemplo se tomará el movimiento direccional Puebla:

Tabla 22 Tiempos de recorrido.

Tiempos de recorrido			
Carretera o vialidad	Velocidad (Km/h) ^{1/}	Distancia (Km)	Tiempo (minutos) ^{2/}
Cruce a nivel en HDM	36	2.8	5
Cruce a nivel en HV	40	2.8	2.5

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

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

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

Expuestos los tiempos de recorrido, se procede al cálculo de los CGV, para ello, utilizando la Publicación Técnica No. 756⁹ publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV, para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la Nota Técnica No. 207¹⁰, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) **94.29** pesos por hora para viajes por trabajo y **56.58** pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2024, con el propósito de calcular los CTR, tanto para el operario como para los pasajeros; así como los datos del camino y costos por operación vehicular.

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

⁹ Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023, IMT 2023. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt756.pdf>

¹⁰ Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://www.imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=598&IdBoletin=208>

Tabla 23 CGV Unitario por tipo de vehículo (por km).

CGV Unitario por tipo de vehículo (por km)			
Tipo de vehículo	A	B	C
CGV Unitario (HDM)	\$13.28	\$38.36	\$34.18
CGV Unitario (HV)	\$6.64	\$19.18	\$17.09

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2022-2023.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios sociales a 2022-2023.

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

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

El CGV para los vehículos que circulan a lo largo del recorrido sobre la estación Puebla-Tlaxcala en el análisis, en las condiciones en las que se encuentra actualmente, se estima en **\$ 3,962,919** millones de pesos (mdp) sin I.V.A.

A continuación, se muestran los CGV anuales generados por los vehículos que transitan por cada una de las direcciones que existen en el entronque generado por las vialidades de la Carr. Pue-Tlax y Carr. Mex-Pue:

Tabla 24 CGV Anual por movimiento (pesos).

Puebla-México	Puebla Tlaxcala	CGV Total Actual
\$ 35,995,789	\$ 3,962,919	\$ 39,958,708

Fuente: Elaboración propia con datos de SINFRSA, 2024

Las condiciones actuales del entronque en los últimos años se han ido convirtiendo en un riesgo constante para los usuarios tanto de largo recorrido como de los locales, ya que el incremento del tránsito ha quedado rebasado para las condiciones del entronque.

Tabla 25. CGV de la situación sin proyecto

Año	Mov Puebla- Tlaxcala	Mov Mexico-Puebla	CGV situación sin proyecto
0 2024			
1 2025	3,962,919.02	35,995,789.45	39,958,708.47
2 2026	4,353,531.40	39,554,489.83	43,908,021.23
3 2027	4,782,673.92	43,462,945.03	48,245,618.95
4 2028	5,253,865.94	47,758,333.12	53,012,199.06
5 2029	5,771,702.29	52,478,497.87	58,250,200.16
6 2030	6,340,942.10	57,668,612.79	64,009,554.89
7 2031	6,966,036.26	63,368,421.48	70,334,457.74
8 2032	7,652,683.49	69,631,807.73	77,284,491.22
9 2033	8,407,008.54	76,520,664.21	84,927,672.76
10 2034	9,235,579.83	84,087,245.51	93,322,825.34
11 2035	10,145,681.61	92,403,764.64	102,549,446.25
12 2036	11,145,420.86	101,543,188.02	112,688,608.88



13	2037	12,243,710.12	111,586,013.08	123,829,723.20
14	2038	13,449,773.87	122,615,587.45	136,065,361.32
15	2039	14,775,105.90	134,741,707.25	149,516,813.14
16	2040	16,232,516.90	148,075,948.00	164,308,464.90
17	2041	17,832,760.01	162,704,171.46	180,536,931.47
18	2042	19,590,963.67	178,801,874.15	198,392,837.82
19	2043	21,522,079.54	196,483,940.86	218,006,020.40
20	2044	23,641,658.72	215,894,570.65	239,536,229.37
21	2045	25,972,722.90	237,241,871.12	263,214,594.02
22	2046	28,532,690.85	260,701,114.00	289,233,804.84
23	2047	31,347,218.42	286,485,722.31	317,832,940.73
24	2048	34,439,964.93	314,819,406.60	349,259,371.53
25	2049	37,838,628.10	345,955,100.01	383,793,728.11
26	2050	41,570,250.44	380,135,296.88	421,705,547.32
27	2051	45,672,406.86	417,737,267.57	463,409,674.44
28	2052	50,173,529.16	458,995,549.74	509,169,078.90
29	2053	55,126,440.36	504,375,821.85	559,502,262.21
30	2054	60,566,282.51	554,250,710.80	614,816,993.31

Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, SINPRA 2024

e) Alternativas de solución

Identificación de alternativas de solución.

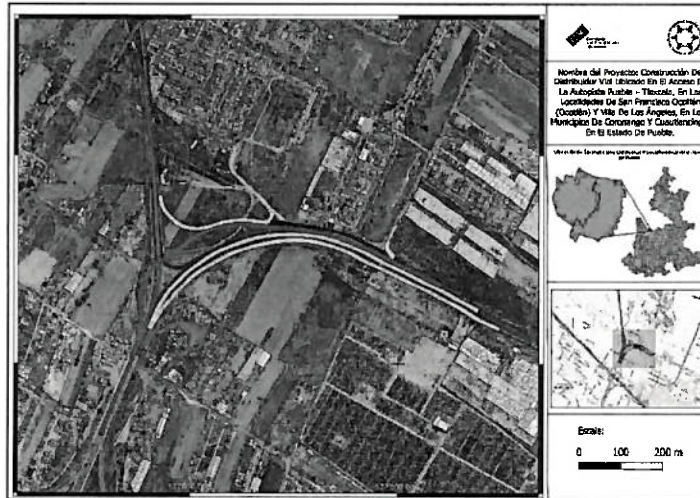
Con la finalidad de atender la problemática de la distribución de las vialidades en el acceso de la autopista Puebla – Tlaxcala, en donde se presentan problemas de congestionamiento y vueltas de retorno, se precedió a considerar las alternativas de solución para determinar la mejor opción para el bien común de la población.

De esta actividad se obtuvieron 2 posibles soluciones, las cuales posteriormente fueron analizadas por el equipo de la SINPRA de acuerdo con los siguientes criterios:

- Su viabilidad técnica.
- La capacidad de solventar la problemática en el largo plazo.
- Su viabilidad económica.
- **Alternativa A.**

El proyecto se trata de la construcción del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, el proyecto busca facilitar la distribución y conexión con la Autopista Puebla – Tlaxcala y el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla, beneficiando a las personas que transitan por estas vialidades con dirección a Puebla, Tlaxcala, los municipios de Coronango y Cuautlancingo e incluso para aquellos que se dirigen a la Autopista México – Puebla. El tiempo de vida del proyecto es de 30 años con un año de construcción.

Ilustración 20. Alternativa A. Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala



Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, SINPRA 2024

- El costo de inversión de la alternativa: \$ 139,676,204.02 pesos sin IVA.
- Costos de mantenimiento de manera general:

Tabla 26 Desglose del mantenimiento para el proyecto propuesto.

Tipo de Mantenimiento	Costo	Años
Conservación rutinaria.	\$906,817	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29 y 30.
Periódico.	\$1,882,644	4, 8, 14, 18, 24 y 26.
Reconstrucción	\$13,277,835	10, 20 y 28

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

Componentes de la Alternativa A:

Monto De Inversión	
Concepto	Importe
Terracerías	\$ 26,009,898.95
Drenaje Pluvial	\$ 181,150.20
Estructuras Y Obras De Drenaje	\$ 631,050.35
Pavimentos	\$ 41,751,739.40
Señalamiento	\$ 8,302,604.37
Obras Inducidas	\$ 4,730,055.67
Estructura Del Psv	\$ 11,370,772.55
Demoliciones Y Retiros	\$ 3,470,368.63
Trinchera Para Pemex	\$ 36,288,122.13
Muro De Contención	\$ 6,940,441.77
Subtotal	\$ 139,676,204.02

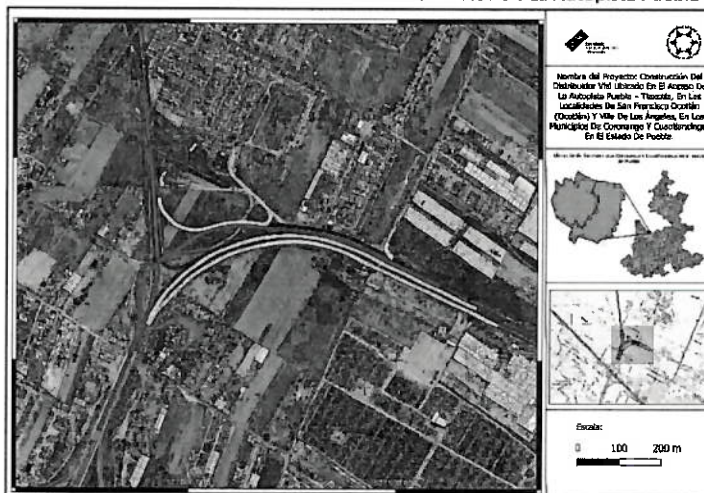
Iva	\$	22,348,192.64
Total	\$	162,024,396.66

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

- **Alternativa B.**

El proyecto contempla la construcción del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, que a diferencia de la alternativa A, éste se construiría con materiales diferentes a los convencionales, por lo tanto, los costos se elevarían aproximadamente en un 50 por ciento.

Ilustración 7. Alternativa B. Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala



Fuente: Elaboración propia con datos del anteproyecto, SINPRA 2024

- Tiempo de vida: 30 años. Tiempo de construcción: 1 año.
- El costo de la propuesta: \$ 209,514,306.03 pesos sin IVA.
- Costos de mantenimiento:

Tabla 27 Desglose del mantenimiento para el proyecto alterno.

Tipo de Mantenimiento	Costo	Año
Conservación rutinaria.	\$ 1,360,226	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29 y 30.
Periódico.	\$ 2,823,966	4, 8, 14, 18, 24 y 26.
Sobrecarpeta.	\$ 19,616,753	10, 20 y 28

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

Se utiliza el supuesto de que los costos de mantenimiento y de molestias se elevan al 50% de los costos originales debido al costo de los materiales utilizados en la construcción.

Componentes de la alternativa B:

Monto De Inversión	
Concepto	Importe
Terracerías	\$ 39,014,848.43
Drenaje Pluvial	\$ 271,725.30
Estructuras Y Obras De Drenaje	\$ 946,575.53
Pavimentos	\$ 62,627,609.10
Señalamiento	\$ 12,453,906.56
Obras Inducidas	\$ 7,095,083.51
Estructura Del Psv	\$ 17,056,158.83
Demoliciones Y Retiros	\$ 5,205,552.95
Trinchera Para Pemex	\$ 54,432,183.20
Muro De Contención	\$ 10,410,662.66
Subtotal	\$ 209,514,306.03
Iva	\$ 33,522,288.96
Total	\$ 243,036,594.99

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

- **Comparación de alternativas de solución.**

Para la evaluación del análisis de alternativas de solución se considerará un comparativo entre ambas alternativas para la construcción del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala:

- **Alternativa A:**

Ventajas:

- Se tiene un monto de inversión “menor”.
- Los costos de mantenimiento son “menores”
- Optimiza el flujo del tráfico.
- Aumenta la capacidad vial al permitir un mayor volumen de tráfico.
- Fomenta el desarrollo urbano.
- Reduce los tiempos de viaje.
- Se tiene más visibilidad para el conductor, más seguridad y el alineamiento vertical tiene más fluidez de circulación a los vehículos.
- Operación más segura para los usuarios.

Desventajas:

- Al no contar con el estudio de ingeniería de detalle (proyecto ejecutivo), el alcance y diseño del proyecto pueden ser inequitativos y no corresponder a la realidad y complejidad del cruce, su demanda y su problemática.

- **Alternativa B:**

Ventajas:

- Se tiene un monto de inversión “menor”.
- Los costos de mantenimiento son “menores”
- Optimiza el flujo del tráfico.
- Aumenta la capacidad vial al permitir un mayor volumen de tráfico.
- Fomenta el desarrollo urbano.
- Reduce los tiempos de viaje.
- Se tiene más visibilidad para el conductor, más seguridad y el alineamiento vertical tiene más fluidez de circulación a los vehículos.
- Operación más segura para los usuarios.

Desventajas:

- Mayor costo de construcción hasta por un 50% más.
- Incremento en los costos de mantenimiento.
- El uso de materiales diferentes a los convencionales puede ampliar el tiempo de construcción.
- El uso de materiales no convencionales puede requerir maquinaria diferente, lo que puede ocasionar gastos más elevados.
- Una demora en la construcción provocaría mayores costos por molestias para los habitantes y comercios de la zona de influencia.

Como conclusión del ejercicio anterior se descarta la Alternativa B “Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala con materiales no convencionales”, por incrementar los gastos en la construcción y mantenimiento del proyecto.

Con base en una revisión técnica, aunado con la **comparación económica** a través de los indicadores Valor Actual de los Costos (VAC) y del Costo Anual Equivalente (CAE), la presente evaluación concluye que la alternativa de solución propuesta -Alternativa A- de un Distribuidor Vial con materiales convencionales es totalmente viable, así como se rechaza la Alternativa B “Distribuidor Vial con materiales no convencionales” ya que representa una medida muy costosa en cuanto a inversión y costos por molestias.

Tabla 28 Comparación económica a través del VAC y CAE.

Alternativa A:		Alternativa B:	
Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Inversión sin IVA (mdp)	139.68	Inversión sin IVA (mdp)	209.51
Vida útil del pavimento (años)	30	Vida útil del pavimento (años)	30
Costos de mantenimiento (Rutinaria) (mdp)	0.91	Costos de mantenimiento (Rutinaria) (mdp)	1.36
Costos de Mantenimiento (sobre carpeta) (mdp)	13.3	Costos de Mantenimiento (sobre carpeta) (mdp)	19.9
Tasa Social de Descuento	10%	Tasa Social de Descuento	10%
VAC (mdp)	176.44	VAC (mdp)	264.65

CAE (mdp)

18.72

CAE (mdp)

28.07

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

Realizando un análisis a otras variables:

- **Localización óptima:** El proyecto se ubica al suroeste del municipio de Puebla y por tratarse de una carretera ya trazada y en operación, se considera como la única localización óptima del proyecto.
- **Tamaño óptimo:** Para este caso, el tamaño del proyecto podría considerarse el correcto en cuanto a capacidad de carriles; sin embargo, al no contar con el estudio de ingeniería a detalle, no se puede tener certeza de sus alcances.

III. Situación con el PPI

a) Descripción general

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

La razón del proyecto Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla es ofrecer una solución, resultado de estudios precisos y puntales, que disminuya tiempos de traslado y accidentes viales además de mejorar las condiciones y calidad de vida de los habitantes de la zona.

Se propone la construcción de un distribuidor vial que, como su nombre indica, permitirá distribuir el flujo vehicular por distintas vías o salidas de manera directa con el objetivo de liberar los embotellamientos y agilizar los traslados.

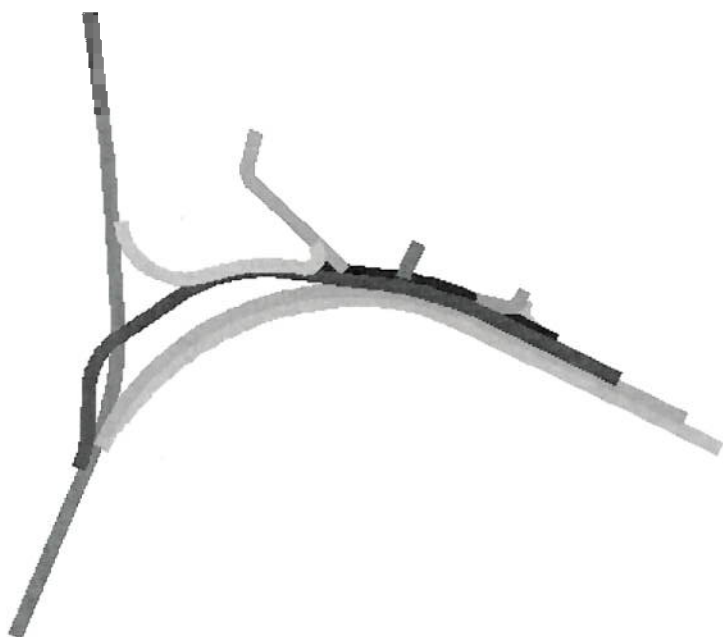
Lo que permitirá mejorar la comunicación vial y dar un mayor nivel de seguridad en el desplazamiento de las personas entre las localidades o municipios -en su caso-, tanto para usuarios vehiculares, ciclistas y peatones, generando un mayor transporte de bienes y servicios. Lo anterior, beneficiando indirectamente a 38,279¹¹ usuarios que circulan por este tramo de la carretera y su entronque.

El proyecto incluye, además de la construcción del distribuidor, la intervención de las estructuras que conforman la red de drenaje existente, trabajos de señalamiento, la construcción de trincheras para ductos de PEMEX, muros de contención y obras inducidas.

¹¹ Siendo la sumatoria de las horas con mayor aforo con el que contó el lunes que se realizó estudio, el cual fue el día más concurrido.

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

Ilustración 8 Sección tipo del proyecto.



ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE
EJE 02	8,869.54 M2
EJE 03	6,632.68 M2
EJE 30	14,571.52 M2
RAMA 10	7,740.43 M2
RAMA 20	2,791.71 M2
RAMA 40	586.79 M2
RAMA 41	350.35 M2
RAMA 50	2,551.91 M2
RAMA 60	3,027.00 M2
RAMA 70	710.66 M2
TOTAL DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO	47,832.59 M2

Fuente: Elaboración propia con base en información del anteproyecto de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla, 2024.

Tabla 29 Principales Componentes del Proyecto.

Componentes
1. Terracerías
2. Drenaje Pluvial
3. Estructuras Y Obra De Drenaje
4. Pavimentos
5. Señalamiento
6. Obras Inducidas
7. Estructura Del Psv
8. Demoliciones Y Retiros
9. Trinchera Para Pemex
10. Muro De Contención

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

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

b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024:

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

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024:

El presente proyecto se alinea con el Objetivo Prioritario 1: Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.

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

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

EJE 3

Desarrollo Económico para Todas y Todos

Objetivo

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

Estrategia Transversal Infraestructura

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

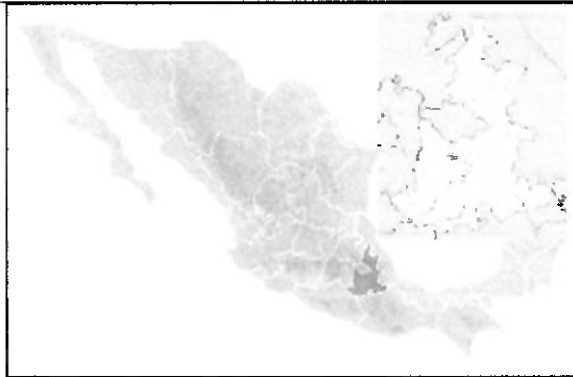
Líneas de Acción:

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

c) Localización geográfica

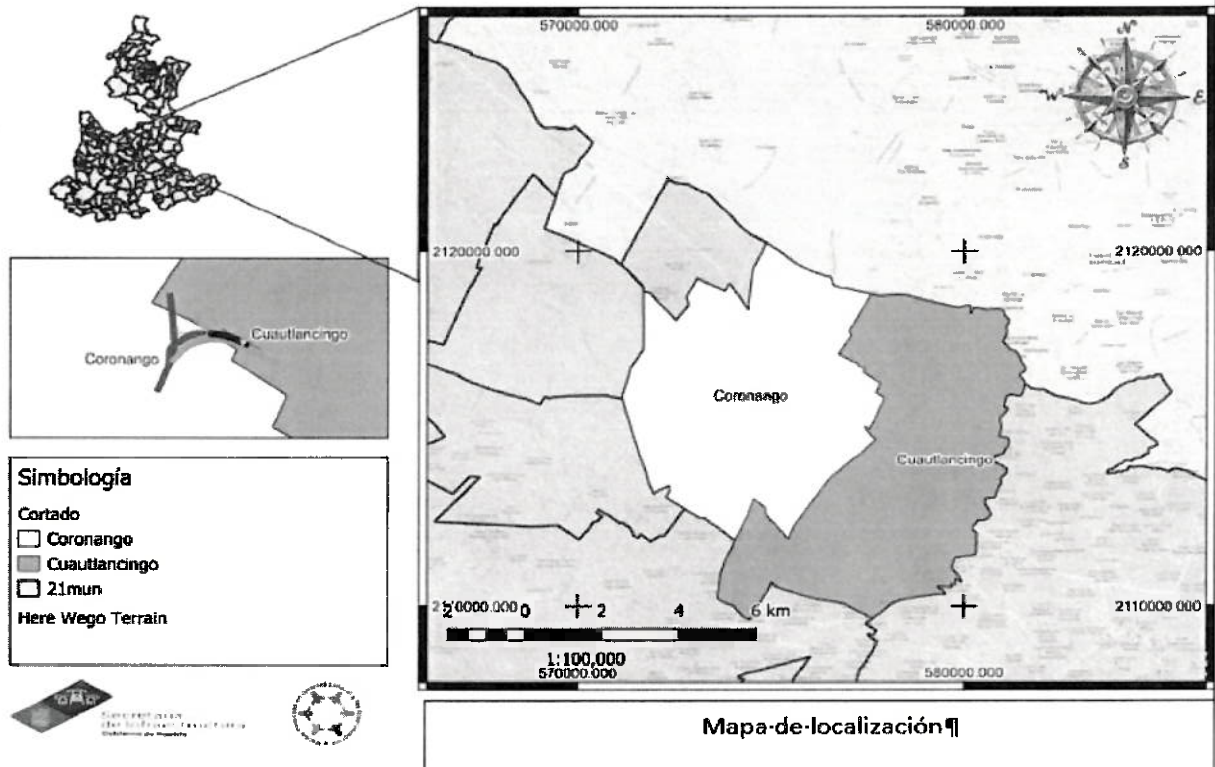
El Estado de Puebla se localiza en la parte central del país, ubicado en un valle cerca de cuatro volcanes. El mapa general de la República Mexicana señala que el estado de Puebla presenta colindancias con varios estados, al norte con el estado de Hidalgo, al este con el de Veracruz, al poniente con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

Ilustración 9. Mapa de ubicación del Estado de Puebla



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

Ilustración 10. Croquis de Macro localización



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

El Distribuidor Vial se ubica sobre el entronque de la Carretera Puebla-Tlaxcala y Anillo Periférico Ecológico. Este tendrá las siguientes coordenadas:

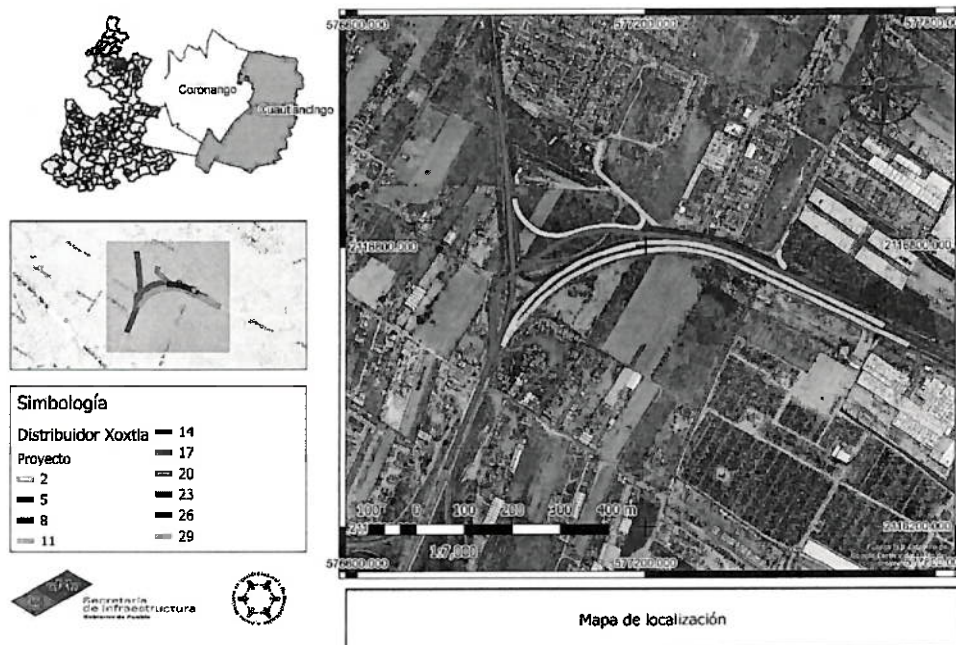
Tabla 30 Coordenadas Geográficas.

Coordenadas UTM de ubicación

Carretera	X	Y
PUE-D	576935.3584211594	2116688.039634147

Fuente: Elaboración propia con datos de seguimiento por GPS montados en Google Earth (marca registrada de Google Inc.) e información de Mapa INEGI, 2024.

Ilustración 11. Croquis de Microlocalización.



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

ZZ

d) Calendario de actividades

CALENDARIO DE EJECUCIÓN			
AVANCE	MES 1	MES 2	MES 3
FINANCIERO (%)	33%	50%	17%
FINANCIERO (\$)	54,008,132.22	81,012,198.33	27,004,066.11
TOTAL			\$ 162,024,396.66

e) Monto total de inversión

Monto De Inversión	
Concepto	Importe
Terracerías	26,009,898.95
Drenaje Pluvial	181,150.20
Estructuras Y Obras De Drenaje	631,050.35
Pavimentos	41,751,739.40
Señalamiento	8,302,604.37
Obras Inducidas	4,730,055.67
Estructura Del Psv	11,370,772.55
Demoliciones Y Retiros	3,470,368.63
Trinchera Para Pemex	36,288,122.13
Muro De Contención	6,940,441.77
Subtotal	139,676,204.02
Iva	22,348,192.64
Total	162,024,396.66

*Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras. Precios de mercado a 2024.
Nota: Para mayor referencia de la descripción de los trabajos, se recomienda consultar el presupuesto de la obra contenido en el Expediente Técnico Simplificado y en los Términos de Referencia.*

f) Fuentes de financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales	--	--	--
2. Estatales	Estatad 2024	\$ 162,024,396.66	100 %
3. Municipales	--	--	--
4. Otros	--	--	--
Total		\$ 162,024,396.66	100.00%

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

g) Capacidad instalada

Con base en el análisis de la carretera y del TDPA, ésta presentaría un nivel de servicio "A" durante una gran parte del horizonte de evaluación donde se incluye la situación con congestión y sin congestión.

Tabla 31 Volumen de tránsito con respecto a la capacidad del Distribuidor Vial.

Capacidad Instalada del Distribuidor Vial Carretera Puebla-Tlaxcala (PUE-D)			
Horizonte de evaluación	Año	Puebla-México	Puebla-Tlaxcala
0	2024	837,148	202,640



1	2025	877,980	212,524
2	2026	920,803	222,890
3	2027	965,716	233,761
4	2028	1,012,819	245,163
5	2029	1,062,219	257,121
6	2030	1,114,029	269,662
7	2031	1,168,366	282,814
8	2032	1,225,353	296,609
9	2033	1,285,120	311,076
10	2034	1,347,802	326,249
11	2035	1,413,541	342,162
12	2036	1,482,487	358,851
13	2037	1,554,795	376,353
14	2038	1,630,630	394,710
15	2039	1,710,165	413,962
16	2040	1,793,578	434,153
17	2041	1,881,060	455,329
18	2042	1,972,809	477,538
19	2043	2,069,033	500,830
20	2044	2,169,951	525,258
21	2045	2,275,790	550,878
22	2046	2,386,792	577,747
23	2047	2,503,208	605,926
24	2048	2,625,303	635,480
25	2049	2,753,352	666,476
26	2050	2,887,647	698,984
27	2051	3,028,493	733,077
28	2052	3,176,208	768,833
29	2053	3,331,128	806,332
30	2054	3,493,604	845,661

Fuente: Elaboración propia con datos de la SICT y SINTRA 2012-2024.

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con el proyecto "Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla", se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 32 Metas físicas del Proyecto.

Metas físicas totales		
Proyecto por realizar	Meta (m2)	Inversión con I.V.A.
Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala	47,832.59 M2	\$ 162,024,396.66

Fuente: Elaboración propia con base al anteproyecto elaborado por SINTRA, 2024.

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

Precios de mercado a 2023.



i) Vida útil

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

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

No se cuenta con el proyecto ejecutivo, el cual, está en proceso de elaboración de acuerdo con la normatividad estatal y de la SICT vigentes, así como con los estudios geológicos y geotécnicos.

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

El avance de la factibilidad técnica a detalle (proyecto ejecutivo) es del **50%**.

Estudios legales

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

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

El acuerdo señala que las carreteras están numeradas con la clave Ruta-119 PUEBLA-TLAXCALA. Tramo: Puebla-Límites de Estado. con un total de 1.10 kilómetros

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

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

Estudios ambientales

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.



Aún se encuentra en trámite la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, por lo que esta factibilidad se encuentra en proceso para recibir respuesta positiva de la Secretaría correspondiente

Estudios de mercado

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

Estudios Específicos

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

k) Análisis de la Oferta con Proyecto

El Distribuidor mejorará la de los sentidos direccionales que se cruzan en la intersección entre la Carr. Pue-Tlax y el Periférico Ecológico de la Ciudad de Puebla, de tal modo que no habrá necesidad de detener la circulación para que puedan seguir sus trayectos. Con el proyecto, no habrá obstáculos que impidan que los conductores puedan continuar sus trayectos en la intersección, ya que que ofrece una mejor circulación al separar la intersección y a su vez brindar los carriles para incorporarse de un sentido direccional a otro, por lo que la oferta con proyecto sería la siguiente:

Tabla 33 Oferta con Proyecto.

Características físicas y operativas d		
Concepto	Parámetro Carr. Pue-Tlax	Parámetro Av Anillo Périferico Ec.
Tipo de carretera/calles	A	A
Tipo de terreno ^{1/}	Plano	Plano
Cadenamiento (aproximado)	0+000 al 2+800	0+000 al 1+100
Longitud (km)	2.8	1.1
Ancho de calzada (m)	16 (promedio)	12(promedio)
Ancho de corona (m)	6	5.5
Camellón	Sí	Sí
Tipo de superficie	Concreto hidráulico	Concreto hidráulico
Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	3.5	3.0
Número de carriles	2(6 c/u)	2(5.5 c/u)
Acotamientos	Sí	Sí
Carril de aceleración (m)	6	5.5
Carril de desaceleración (m)	6	5.5
Tipo de superficie de los carriles	Concreto Hidráulico	Concreto Hidráulico
Estado físico de la superficie	Buen estado	Buen estado
IRI (m/km)	1.5	1.5
Cunetas en 2 Km (m)	500 en buen estado	500 en buen estado
Drenaje en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalamiento vertical en 2 Km	Buen estado	Buen estado
Señalización horizontal en el cruce	Buen estado (buena visibilidad)	Buen estado (buena visibilidad)
Señalamiento vertical en el cruce	Buen estado	Buen estado
Velocidad de proyecto (Km/h) ^{2/}	60	60

Velocidad de operación (Km/h)^{3/}

65

63

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

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

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

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

Es importante recordar, que los tramos que anteceden y siguen a la ubicación del Distribuidor y cruce, seguirán en buen estado, permitiendo un traslado eficiente a los usuarios.

I) Análisis de la Demanda con Proyecto

Se mantiene la demanda de la carretera en su cruce y tramo, ya que es una de las vías de acceso más importante que comunica con los municipios aledaños y en su caso es camino para trasladarse de estados de la república, lo que implica que no se generan efectos de tránsito desviado o tránsito generado.

La composición vehicular en la situación con proyecto a partir del año uno y a lo largo de la proyección en su aforo máximo (considerando que representa a la demanda que se quiere atender), tendrá una tasa de crecimiento del 2.00%, por lo que la siguiente proyección muestra el aforo en el tiempo:

Tabla 34 Demanda con Proyecto del TDPA Con Congestión.
Capacidad Instalada del Distribuidor Vial Carretera Puebla-Tlaxcala (PUE-D)

Horizonte de evaluación	Año	Puebla-México	Puebla-Tlaxcala
0	2024	613,930	155,028
1	2025	643,875	162,589
2	2026	675,280	170,519
3	2027	708,216	178,837
4	2028	742,760	187,559
5	2029	778,988	196,708
6	2030	816,983	206,302
7	2031	856,832	216,364
8	2032	898,624	226,918
9	2033	942,454	237,986
10	2034	988,423	249,593
11	2035	1,036,633	261,767
12	2036	1,087,195	274,535
13	2037	1,140,223	287,926
14	2038	1,195,838	301,969
15	2039	1,254,165	316,698
16	2040	1,315,337	332,145
17	2041	1,379,493	348,345
18	2042	1,446,778	365,336
19	2043	1,517,344	383,155
20	2044	1,591,353	401,843
21	2045	1,668,972	421,443
22	2046	1,750,376	441,999



23	2047	1,835,751	463,558
24	2048	1,925,290	486,168
25	2049	2,019,196	509,881
26	2050	2,117,683	534,751
27	2051	2,220,973	560,833
28	2052	2,329,301	588,188
29	2053	2,442,913	616,877
30	2054	2,562,067	646,965

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la SICT, SINPRA 2024.

Tabla 35 Demanda con Proyecto del TDPA Sin Congestión.

Capacidad Instalada del Distribuidor Vial Carretera Puebla-Tlaxcala (PUE-D)

Horizonte de evaluación	Año	Puebla-México	Puebla-Tlaxcala
0	2024	223,218	47,612
1	2025	234,105	49,935
2	2026	245,524	52,370
3	2027	257,499	54,924
4	2028	270,059	57,603
5	2029	283,231	60,413
6	2030	297,046	63,360
7	2031	311,534	66,450
8	2032	326,729	69,691
9	2033	342,665	73,090
10	2034	359,379	76,655
11	2035	376,908	80,394
12	2036	395,291	84,315
13	2037	414,572	88,428
14	2038	434,793	92,741
15	2039	456,000	97,264
16	2040	478,241	102,009
17	2041	501,567	106,984
18	2042	526,031	112,202
19	2043	551,689	117,675
20	2044	578,597	123,414
21	2045	606,819	129,434
22	2046	636,416	135,747
23	2047	667,458	142,368
24	2048	700,013	149,312
25	2049	734,156	156,595
26	2050	769,965	164,233
27	2051	807,520	172,244
28	2052	846,907	180,645
29	2053	888,215	189,456
30	2054	931,538	198,696

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la SICT, SINPRA 2024.

m) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Con la ejecución del proyecto se generarán ahorros en costos de operación vehicular, se disminuirá de manera considerable el tiempo de recorrido y se incrementarán las velocidades de operación, como se muestra a continuación:

Tabla 36 Tiempos de recorrido con Proyecto.

Tiempos de recorrido Situación con Proyecto			
Tramo	Velocidad (Km/h) ^{1/}	Distancia (Km)	Tiempo (minutos) ^{2/}
Tramo urbano en HDM	60.00	1.99	1.10
Tramo urbano en HV	65.00	1.99	1.02

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

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

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

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

Tabla 37 CGV Anual por tipo de vehículo en la Situación con Proyecto vs. Situación sin Proyecto.

Año	Puebla-México	Puebla-Tlaxcala	CGV Situación Sin Proyecto
1 2025	35,995,789	3,962,919	39,958,708

Año	Puebla-México	Puebla-Tlaxcala	CGV Situación Con Proyecto
1 2025	9,670,814	2,314,667	11,985,481

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2022-2024.

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

Precios de mercado a 2022-2024.

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

Tabla 38 Proyección de los CGV (pesos) en la Situación con Proyecto.

Año	Mov Mexico-Puebla		Mov Puebla- Tlaxcala	
	COV	CTR	COV	CTR
0 2024				
1 2025	13,690,091	12,634,884	215,762	1,432,490
2 2026	15,058,132	13,867,517	237,322	1,572,207
3 2027	16,562,881	15,218,291	261,038	1,725,576
4 2028	18,217,998	16,701,667	287,123	1,893,746
5 2029	20,038,510	18,329,411	315,815	2,078,402
6 2030	22,040,944	20,119,611	347,374	2,281,526
7 2031	24,243,480	22,081,120	382,087	2,504,249
8 2032	26,666,114	24,233,651	420,269	2,748,537
9 2033	29,330,840	26,602,235	462,266	3,016,632
10 2034	32,261,851	29,198,834	508,460	3,310,872

11	2035	35,485,755	32,050,329	559,270	3,633,614
12	2036	39,031,821	35,180,877	615,158	3,987,852
13	2037	42,932,244	38,615,606	676,630	4,376,394
14	2038	47,222,433	42,378,870	744,245	4,802,262
15	2039	51,941,338	46,514,855	818,617	5,270,000
16	2040	57,131,800	51,064,124	900,421	5,784,961
17	2041	62,840,940	56,031,704	990,399	6,349,096
18	2042	69,120,592	61,506,661	1,089,369	6,968,388
19	2043	76,027,764	67,509,926	1,198,229	7,648,108
20	2044	83,625,166	74,076,406	1,317,967	8,391,587
21	2045	91,981,770	81,304,093	1,449,671	9,211,061
22	2046	101,173,444	89,238,690	1,594,536	10,109,707
23	2047	111,283,635	97,947,296	1,753,876	11,096,846
24	2048	122,404,131	107,507,317	1,929,140	12,181,832
25	2049	134,635,891	117,995,209	2,121,918	13,372,372
26	2050	148,089,961	129,469,855	2,333,959	14,676,519
27	2051	162,888,488	142,103,829	2,567,190	16,110,162
28	2052	179,165,821	155,910,521	2,823,728	17,678,811
29	2053	197,069,736	171,107,428	3,105,901	19,409,027
30	2054	216,762,777	187,787,198	3,416,271	21,305,055

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2022-2024.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2022-2023.

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

IV. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

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

a) Costos de inversión:

La Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla., tiene un costo total por \$162,024,396.66 pesos sin IVA.

b) Costos de mantenimiento:

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

función del tipo de vialidad, tipo de terreno y tipo de acción, de acuerdo con la política de conservación, a precios de 2023.

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

Tabla 39 Costos de Mantenimiento con Proyecto.

Año	Tipo de mantenimiento	Costo total (\$)
0	-	-
1	Rutinario	906,817
2	Rutinario	906,817
3	Rutinario	906,817
4	Periódico	1,882,644
5	Rutinario	906,817
6	Rutinario	906,817
7	Rutinario	906,817
8	Periódico	1,882,644
9	Rutinario	906,817
10	Sobrecarpeta	13,277,835
11	Rutinario	906,817
12	Rutinario	906,817
13	Rutinario	906,817
14	Periódico	1,882,644
15	Rutinario	906,817
16	Rutinario	906,817
17	Rutinario	906,817
18	Periódico	1,882,644
19	Rutinario	906,817
20	Sobrecarpeta	13,277,835
21	Rutinario	906,817
22	Rutinario	906,817
23	Rutinario	906,817
24	Periódico	1,882,644
25	Rutinario	906,817
26	Periódico	1,882,644
27	Rutinario	906,817
28	Sobrecarpeta	13,277,835
29	Rutinario	906,817
30	Rutinario	906,817

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



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

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

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

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

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

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

Tabla 40 Resumen de los trabajos de mantenimiento.

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

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

c) Costos por Molestias:

Los costos por molestias son costos sociales adicionales producidos por la ejecución del proyecto, es decir, la disminución de carriles o el cierre temporal de secciones por la realización



de las obras durante su ejecución en el año cero; por el proceso constructivo de la carretera, afectando a los usuarios de la carretera, el cual es valorado:

○ Tramo de la carretera Pue-D: \$ 19,010,419

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

Tabla 41 Resumen de los trabajos de mantenimiento.

Año	CGV Situación Actual	CGV durante la Construcción	Diferencia
0 2024	61,848,217	42,837,798	19,010,419

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

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

d) Costos por externalidades e intangibles:

Se identificaron las siguientes externalidades:

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

Estas externalidades son de difícil cuantificación y valoración.

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

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

El CGV se realizó con base en la información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de la composición vehicular. La proyección se realizó a 30 años para el con una tasa de crecimiento del 3.0% para el presente cruce en el tramo urbano de la carretera.

Para el cálculo de los CGV, se utilizaron como referencia y apoyo la **Publicación Técnica No. 756** publicada por el Instituto Mexicano de Transporte (IMT), la cual toma como base los modelos computacionales VOC-MEX 3.0 y HDM-4, se calcularon los COV; para posteriormente, ingresar al modelo, los datos del valor social del tiempo o costo de oportunidad del tiempo (\$/hora), publicado por el mismo instituto en la **Nota Técnica No. 207**, teniendo como valor regionalizado (centro para el caso del Estado de Puebla) **94.29** pesos por hora para viajes por trabajo y **56.58** pesos por hora para viajes por motivos de placer para el año 2024 que tienen como base el modelo computacional VOC-MEX 3.0.

Los beneficios se derivan directamente de los ahorros en el Costo Generalizado de Viaje por la implementación del proyecto. La tabla 43 muestra los Ahorros en los CGV por la implementación del proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 42 Proyección de los Ahorros en los CGV (pesos).

Total Ahorros en CGV del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala		
Horizonte de evaluación	Año	CGV Ahorros totales (\$)
0	2024	0
1	2025	4,629,335
2	2026	5,088,004
3	2027	5,592,120
4	2028	6,145,993
5	2029	6,754,970
6	2030	7,424,084
7	2031	8,159,400
8	2032	8,967,756
9	2033	9,856,220
10	2034	10,832,495
11	2035	11,905,596
12	2036	13,084,823
13	2037	14,381,373
14	2038	15,806,533
15	2039	17,372,979
16	2040	19,094,269
17	2041	20,986,528
18	2042	23,066,412



19	2043	25,351,484
20	2044	27,864,210
21	2045	30,623,981
22	2046	33,656,897
23	2047	36,992,992
24	2048	40,657,985
25	2049	44,688,677
26	2050	49,119,544
27	2051	53,990,110
28	2052	59,341,982
29	2053	65,223,025
30	2054	71,689,913

Fuente: Elaboración propia con datos y parámetros del IMT 2022-2024.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2022-2024.

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

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

Estas externalidades son de difícil cuantificación y valoración.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

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

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

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

La siguiente tabla muestra los indicadores de rentabilidad que presenta el proyecto de la "Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla".





Tabla 43 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto.

Indicadores de Rentabilidad del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala	
Indicador	Valor
Valor Actual Neto Social (VANS)	573,977,269.49
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	26.70%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	19.38%

Fuente: Elaboración propia con base en el CEPEP, SHCP.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Montos sin IVA. Precios a 2024.

d) Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
VANS-Costo de Inversión	Incremento del 400%	Reducción del VANS de 573.98 mdp a -42.03 mdp (menor a 0)
TIRS-Costo de Inversión	Incremento del 200%	Reducción de la TIRS de 26.70% a 9.58% (menor a la TSD)
VANS-TIRS-Costo de mto.	Incremento del 110%	Aunque se presentara este cambio, el proyecto seguiría siendo rentable: Reducción del VANS de 573.98 mdp a 497.15 mdp (positivo) Reducción de la TIRS de 26.70% a 24.60% (mayor a la TSD)
VANS-TIRS-Beneficios (demanda)	Reducción del 80%	Reducción del VANS de 573.98 mdp a -38.29 mdp (menor a 0) Reducción de la TIRS de 26.70% a -8.19% (menor a la TSD)

e) Análisis de riesgos

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

Etapas de ejecución:

Tabla 48. Análisis de Riesgos en la Etapa de Ejecución.

IDENTIFICACIÓN	CUANTIFICACIÓN		JERARQUIZACIÓN	DEFINICIÓN DE MEDIDAS
	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Nivel de riesgo	Medidas de prevención y mitigación
Incremento en los costos por aumento en el precio de los materiales debido a la inflación.	0.5	Medio	0.5	<ul style="list-style-type: none"> Realización de un estudio de mercado en los bancos de materiales cercanos a la zona, a fin de asegurar la adquisición y entrega de los insumos en las mejores condiciones.
Impedimento en la construcción debido a presiones sociales y/o daños ocasionados por interferencias de terceros	0.75	Alto	0.8	<ul style="list-style-type: none"> Realizar mesas de trabajo y establecer diálogos, detallando con claridad y total transparencia, los beneficios y costos relevantes que tendrá el proyecto.
Retrasos en la ejecución de las actividades programadas para la construcción debido a la falta de disponibilidad de la totalidad de los insumos en tiempo y forma.	0.4	Medio	0.5	<ul style="list-style-type: none"> Realización de un estudio de mercado en los bancos de materiales cercanos a la zona, a fin de asegurar la adquisición y entrega de los insumos en las mejores condiciones.

Retrasos en la ejecución de las actividades programadas para la construcción debido a la falta de disponibilidad de los recursos financieros en tiempo y forma.	0.5	Alto	0.8	<ul style="list-style-type: none"> Conformar un equipo de enlace de la Secretaría de Infraestructura y los ayuntamientos, para la programación periódica de reuniones con personal de la Secretaría de Finanzas para conciliar y verificar el avance en el ejercicio de los recursos. Reprogramación de la entrega de anticipos y estimaciones a la Secretaría de Finanzas para su respectivo pago y ministración.
---	-----	------	-----	--

Fuente: Elaboración propia, SINPRA 2024

Etapas de operación:

Tabla 49. Análisis de Riesgos en la Etapa de Operación.

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

Fuente: Elaboración propia, SINPRA 2024.

V. Conclusiones y Recomendaciones

La “**Construcción Del Distribuidor Vial Ubicado En El Acceso De La Autopista Puebla – Tlaxcala, En Las Localidades De San Francisco Ocotlán (Ocotlán) Y Villa De Los Ángeles, En Los Municipios De Coronango Y Cuautlancingo, En El Estado De Puebla**”.es factible desde el punto de vista social, bajo los supuestos expuestos en el estudio, ya que representa significativos ahorros en tiempos de recorrido, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

Con la construcción del proyecto se permitirá mejorar las condiciones de circulación del tránsito de largo itinerario y local, se ordena el tránsito de la zona urbana.

Con la implementación del proyecto, se traerá beneficios para más de 50,000 vehículos que en resumen se traducen en:

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

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos del Análisis Costo - Beneficio (ACB), puede decirse que los indicadores de rentabilidad económica estimados son favorables para el proyecto. Es decir, los beneficios que resultan por la realización de la construcción del Distribuidor Vial, en el municipio de Puebla, son suficientes para compensar las erogaciones requeridas para su ejecución y mantenimiento; ya que se obtiene un **VANS positivo** para el proyecto de \$ 573,977,269.49 una **TIRS** de 26.70% y una **TRI** de **19.38%** aunado a que, en la evaluación de alternativas, el Distribuidor presentó un **VAC menor** de **\$ 176,436,552** versus el Viaducto elevado/segundo piso con un VAC de \$ 264,654,828

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

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

VI. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Se cuenta con el Informe de Tránsito y anteproyecto elaborados por la Secretaría de Infraestructura (SINFRA) del Gobierno del Estado de Puebla, y con el estudio de aforos vehiculares incluido en los Datos Viales de la SICT.
Anexo B	Estudios Técnicos	Únicamente se cuenta con el anteproyecto.
Anexo C	Estudios Legales	Se cuenta con la solicitud del derecho de vía tramitada ante la SICT; la cual, se encuentra en espera de su respuesta y resolutive.
Anexo D	Estudios Ambientales	Se cuenta con la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, con número de expediente: DEPIA/MIA-P/104/24, presentada ante la Secretaría de Medio Ambiente el día 28 de junio del presente año.
Anexo E	Estudios de Mercado	Se cuenta con el Informe de Tránsito y anteproyecto elaborados por la Secretaría de Infraestructura (SINFRA) del Gobierno del Estado de Puebla, y con el estudio de aforos vehiculares incluido en los Datos Viales de la SICT.
Anexo F	Estudios Específicos	No se cuenta con ningún otro estudio.
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Se anexa la evaluación económica (hojas de cálculo).
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	Se anexa la evaluación económica (hojas de cálculo).

VII. Bibliografía

1. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, 30 de diciembre 2013. Disponible en: www.shcp.gob.mx/; <https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-para-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costoy-beneficio-de-los-programas-y-proyectos-de-inversion>.
2. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP). Disponible en: <http://ceigep.puebla.gob.mx/>.
3. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (<https://presidente.gob.mx/plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024/>); Plan de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024 (<http://giep.puebla.gob.mx/Documentos/2018/trtrrt/PlanEstataldeDesarrollo2019-2024.pdf>)

4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020. Principales resultados por localidad (ITER) 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
6. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, (2020). Índice de Rezago Social (IRS) 2020. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx
7. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>.
8. Sistema de información geográfica Google Earth (marca registrada). Disponible en: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>.
9. Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2022, Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2022. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt699.pdf>.
10. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2024, IMT 2024. Disponible en: <https://www.imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=598&IdBoletin=208>
11. Libro de Datos Viales de la de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) del Gobierno Federal Mexicano. Disponible en: <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>.
12. Guía General para la presentación de Evaluaciones Costo y Beneficio de Programas y Proyectos de Inversión, 2018, Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/es/CEPEP>; [https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_\(CEPEP\).pdf](https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_(CEPEP).pdf).
13. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Información, metodologías y guías para la evaluación socioeconómica. Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/en/CEPEP/Materiales>.

Responsables de la Información


Ramo: Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Entidad: Puebla.


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

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

Responsable de la Información:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Dunstano Guerrero Vázquez	Director de Proyectos Estratégicos de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla		

Responsable de la Evaluación Socioeconómica:

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

Versión	Fecha
1.0	23 de mayo de 2024

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