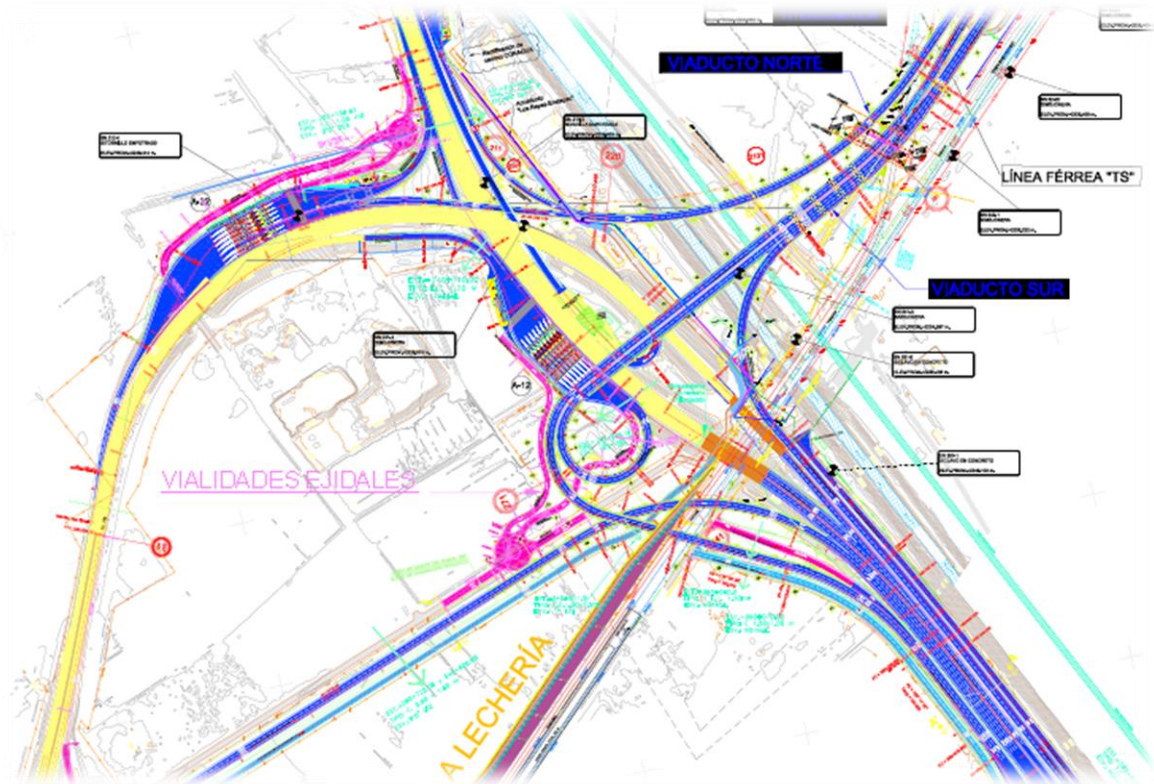


Análisis Costo-Beneficio¹

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"



¹Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio, costo-beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.

Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	3
Nombre del Proyecto de Inversión	3
Localización del PPI	3
Problemática Identificada	4
Objetivo del Proyecto	4
Descripción de los principales Costos	6
Descripción de los principales Beneficios	7
Indicadores de Rentabilidad	7
Riesgos Asociados	7
Conclusión del Análisis:.....	8
II. SITUACIÓN ACTUAL	9
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
C) ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL.....	19
E) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	23
G) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA	30
III. SITUACIÓN SIN EL PROYECTO DE INVERSIÓN	39
A) OPTIMIZACIONES.....	39
C) ANÁLISIS DE LA OFERTA	39
D) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	40
E) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA- DEMANDA	47
G) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	63
IV. SITUACIÓN CON EL PROYECTO.....	75
A) DESCRIPCIÓN GENERAL	75
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA.....	85
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	85
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	88
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.....	89
I) FINANCIAMIENTO	91
J) CAPACIDAD INSTALADA	91
K) METAS DEL PROYECTO.....	96
L) VIDA ÚTIL.....	97
M) ASPECTOS MÁS RELEVANTES.....	97
N) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	97
O) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO.....	100
P) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA CON PROYECTO	112
V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	131
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	131
C) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	148
D) CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	151
E) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	154
F) ANÁLISIS DE RIESGOS.....	157
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
VII. BIBLIOGRAFÍA	163

I. Resumen Ejecutivo

Nombre del Proyecto de Inversión

" Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Localización del PPI

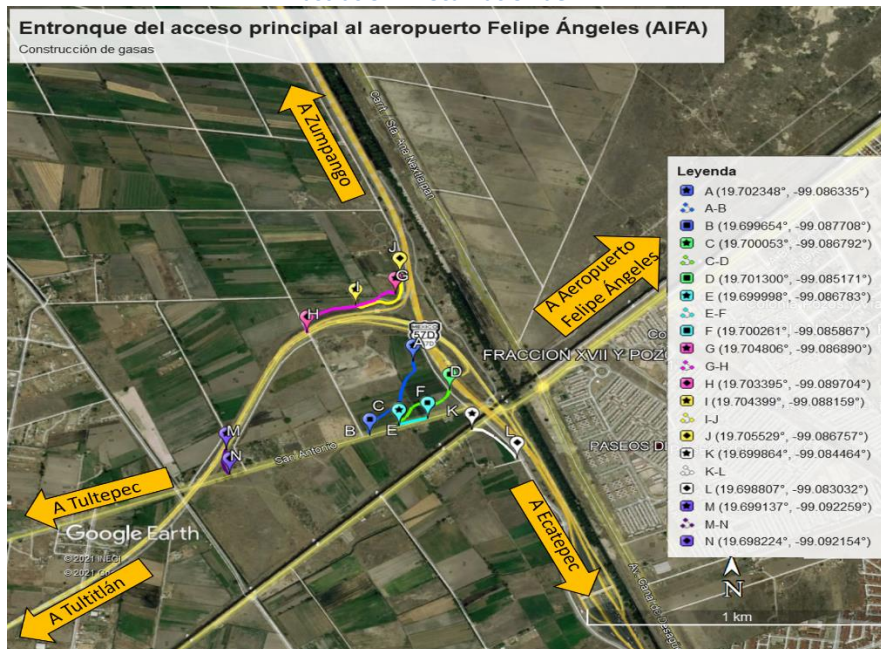
El proyecto "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" se ubica en los límites del municipio de Tultepec y Nextlalpan pertenecientes a la Región XVIII Tultitlán y Región XIV Tepotzotlán respectivamente

Particularmente, las gasas se encuentran referenciadas por las siguientes coordenadas:

Tabla 1 Coordenadas del proyecto

Nombre	Coordenadas de inicio		Coordenadas de Fin	
Rama 21	19.702348°	-99.086335°	19.699654°	-99.087708°
Rama 2	19.701300°	-99.085171°	19.700053°	-99.086792°
Rama 22	19.699998°	-99.086783°	19.700261°	-99.085867°
Rama 41	19.704806°	-99.086890°	19.703395°	-99.089704°
Rama 4	19.705529°	-99.086757°	19.704399°	-99.088159°
Rama 0	19.699864°	-99.084464°	19.698807°	-99.083032°
Rama 3	19.698224°	-99.092154°	19.699137°	-99.092259°

Ilustración 1 Localización del PPI



Fuente: Elaboración propia con Google

Problemática Identificada

Actualmente, la construcción del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles es una de las obras significativas de México, ya que la importancia de sus instalaciones, radica en que será parte del sistema aeroportuario metropolitano, funcionando en conjunto con el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y con el Aeropuerto Internacional de Toluca, con ello crecerá de manera ordenada la capacidad de pasajeros a los que se les podrá dar servicio. Este será un aeropuerto cívico/militar considerado como una obra de interés para la seguridad nacional. Por ello, es importante contar con infraestructura vial que brinde acceso y salida al aeropuerto.

El Circuito Exterior Mexiquense es una infraestructura importante de la Zona Metropolitana del Valle de México, ya que intersecta con las autopistas México - Puebla, México - Pachuca, Chamapa - Lechería y Peñón – Texcoco permitiendo la comunicación del norte-sureste y del poniente-orientado. De esta manera, el circuito sirve al turismo, a la industria y al comercio para intercambiar sus productos, recibir insumos y materiales con mayor eficacia y rapidez.

Por tanto, el circuito Exterior Mexiquense en conjunto con el proyecto *"Entronque de acceso principal al Aeropuerto Internacional"* llevado a cabo por SAAASCAEM son vías de gran importancia al conectar la salida y entrada de los usuarios que tienen como destino el AIFA. Sin embargo, los habitantes de localidades aledañas pertenecientes a los municipios de Tultepec, Tultitlán, Tonanitla y Nextlalpan no contarían con un sistema de comunicación directo que les permita acceder al Circuito, de tal manera que los usuarios tomarían rutas alternas que demoran hasta media hora de recorrido para incorporarse al Circuito Exterior Mexiquense. Lo anterior, perjudica la circulación fluida y eficaz de los usuarios al tener altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje.

En ese sentido se ha determinado realizar un proyecto que permita a las localidades aledañas acceder y salir del Circuito Exterior Mexiquense con la finalidad de mejorar su calidad de vida al ahorrar tiempos de traslado principalmente. Por lo tanto, se contempla llevar a cabo la *"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"* y de esta forma proporcionar un mejor servicio.

Objetivo del Proyecto

Se pretende la construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA) en las colindancias del municipio de Tultepec y Nextlalpan sobre el Circuito Exterior Mexiquense con el objeto de incorporar a los usuarios de las localidades aledañas pertenecientes a los municipios de Tultepec, Nextlalpan, Tultitlán y Tonanitla con el circuito de forma directa evitando largas distancias de recorrido y altos tiempos de traslado.

De acuerdo al o anterior se determina que los objetivos principales son:

- *Disminuir los tiempos de traslado
- *Reducir la distancia recorrida
- *Minimizar los costos generalizados de viaje

Además, el presente estudio busca la factibilidad socioeconómica de llevar a cabo el proyecto denominado "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" y de esta manera ofrecer una mejor conexión entre caminos de peaje y libre peaje, permitiendo la comunicación entre el aeropuerto Internacional Felipe Ángeles Zumpango, Nextlalpan, Tultepec, Tultitlán y Ecatepec de Morelos.

Además, el proyecto contempla mejorar la interacción con los municipios aledaños que permitan el crecimiento urbano, industrial y demográfico, así como el desarrollo económico y social de los municipios. Permitiendo cumplir con los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 y Plan Municipal de Tultepec y Nextlalpan 2019-2021.

Breve descripción del PPI

Actualmente el Circuito Exterior Mexiquense atiende a usuarios de largo itinerario en dirección Zumpango, Tultitlan y Ecatepec permitiendo viajes largos en poco tiempo. Además, en conjunto con el proyecto "Entronque de acceso principal al Aeropuerto Internacional" llevado a cabo por SAAASCAEM se permitirá el acceso y salida de los usuarios que tienen como destino el Aeropuerto. Esto, permitirá a los usuarios contar con diferentes movimientos direccionales, de tal manera que podrán mejorar la circulación de los mismos. Sin embargo, los habitantes de las localidades aledañas a esta zona no cuentan con accesos directos al mismo, por lo que realizan viajes de larga distancia para poder incorporarse al Circuito Exterior Mexiquense. Por lo tanto, el presente proyecto consiste en la construcción de seis ramas de acceso al circuito y una rama de salida para mantener la movilidad eficaz y fluida de los usuarios.

El presente proyecto contempla la construcción de 7 ramas pavimentadas con carpeta asfáltica en longitudes que van de 200 a 400 metros y anchos variables con trabajos consistentes en terracerías, estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos y señalamiento horizontal y vertical.

Se implementarán obras de drenaje consistentes en alcantarillas, cunetas, lavaderos y bordillos con la finalidad de transportar el agua pluvial a zonas donde no dañe el pavimento.

Se pintará señalamiento horizontal para delimitar la circulación de los usuarios, así como, mejorar la visibilidad de la geometría del camino y se colocará señalamiento vertical para informar, prevenir y prohibir a los usuarios sobre restricciones o información sobre objetos y destinos a lo largo del camino.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Es de suma importancia llevar a cabo estos trabajos para permitir la circulación, fluida y segura de los usuarios que viajan de corto o largo itinerario.

Al llevar a cabo estos trabajos, se contarán con ramas de acceso y salida al Circuito Exterior Mexiquense minimizando los tiempos de traslado y distancias a recorrer principalmente.

Descripción de los principales Costos

Los costos del proyecto corresponden a todos los trabajos de obra relacionados a la Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA), así como a la etapa de mantenimiento durante los 20 años de vida útil del proyecto, así como los costos por molestia que presentará dicho proyecto durante el tiempo de su construcción, esto con el objeto de contar con todos los elementos de la infraestructura vial en óptimas condiciones.

A continuación, se enlistan los diferentes costos que interfieren en la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Monto de Inversión**

*Terracerías	\$38,512,646.00
*Estructuras	\$1,065,378.00
*Obras de drenaje y su drenaje	1,082,380.0
*Pavimentos	\$12,264,049.00
*Señalamiento	\$1,201,409.07
Subtotal	\$54,125,862.07
IVA	\$8,660,137.93
Total	\$62,786,000.00

- **Costos de mantenimiento (\$/IVA)**

*Mantenimiento rutinario (anual)	\$457,700.00
*Mantenimiento periódico (cada 3 años)	\$3,138,000.00
*Rehabilitación (cada 10 años)	\$6,148,800.00

- **Costos por molestia**

*Costo por molestia anual	\$676,114.06
---------------------------	--------------

Descripción de los principales Beneficios

Con la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" se perfeccionarán las condiciones de traslado en la zona de influencia, por lo que se ofrecerán ventajas principales para el usuario que consisten en:

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

Indicadores de Rentabilidad

Valor Presente Neto VPN	\$101,886,082.77
Tasa Interna de Retorno TIR	31.04%
Tasa de Rendimiento Inmediata TRI	30.09%
B/C	2.87

Riesgos Asociados

Existen varios factores de riesgo que pueden afectar el proyecto, ya sea retrasando o modificando el cumplimiento de las metas y el desarrollo de la estrategia elaborada. Uno de los principales riesgos es la disponibilidad total de recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto, ya que en caso de haber retrasos se obligaría a postergar algunos trabajos, cuya atención a futuro representaría un mayor gasto.

Otros factores como la presencia de diversos fenómenos meteorológicos (principalmente lluvias) que concurrentemente se presentan año con año en la zona, son un factor importante de riesgo a considerar en la ejecución del proyecto.

Conclusión del Análisis:

La evaluación socioeconómica del proyecto "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" indica que se trata de una obra de infraestructura económicamente rentable, ya que presenta mejoras significativas a la transitabilidad de los usuarios, ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación vehicular en comparación con la inversión requerida. Además, mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario, al garantizar una circulación rápida, fluida y segura de los vehículos.

En síntesis, con este proyecto se obtendrán los siguientes beneficios:

De forma directa:

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

E indirectamente:

- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.
- Aumentar la movilidad industrial, comercial y de servicios en la zona.

II. Situación Actual

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El presente proyecto se desarrollará en el Estado de México. En el Estado, diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, recreación, de trabajo e incluso de salud. Por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

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

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Estado de México se tiene que la Tasa de Crecimiento Media Anual (TMCA) de población en la década de los años de 1990 a 2015 de 4.33%, con una población de 16,187,608 habitantes, esta dinámica poblacional no necesariamente refleja las problemáticas de movilidad que experimenta, ya que es un paso de vehículos constante que conecta con municipios y entidades federativas del centro del país.

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

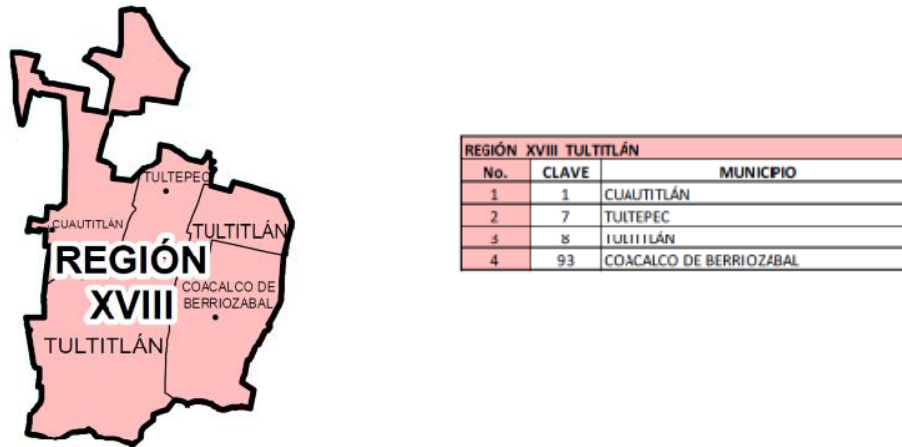
En particular la zona en estudio se desarrolla en los límites de los municipios de Tultepec y Nextlalpan.

Tultepec pertenece a la región XVIII (Tultitlán), se localiza en la parte norte del estado, sus coordenadas de latitud norte 19°41' y 99°08' de longitud oeste; se encuentra a una altura de 2,280 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Nextlalpan y Melchor Ocampo, al sur con Tultitlán y Coacalco, al oriente con Nextlalpan y Tultitlán, al poniente con Cuautitlán.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

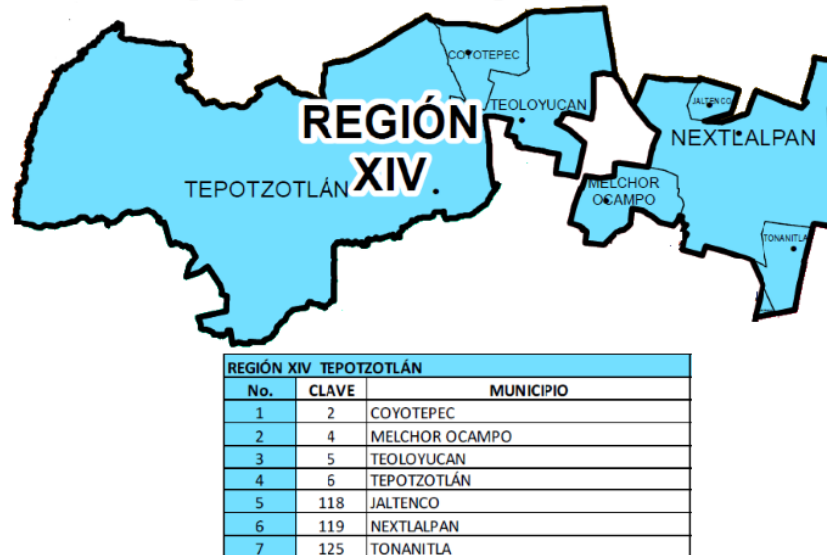
Ilustración 2 Región de Tultepec



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

Nextlalpan pertenece a la región XIV (Tepotzotlán), se localiza en la parte norte del Estado de México, en las coordenadas, 19°40'50" y 19°46'21" de latitud norte; 99°01'54" y 99°07'46" longitud oeste; a una altura de 2, 230-2,240 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Zumpango y Jaltenco; al sur con los municipios Tultepec, Tultitlán y el pueblo de Tonanitla (territorio aislado de Jaltenco), y con el municipio de Tecámac; al oriente con Tecámac y Zumpango; al poniente con Zumpango, Cuautitlán y Melchor Ocampo. La distancia aproximada a la capital del estado es de 105 km y a la ciudad de México es de 39 km aproximadamente.

Ilustración 3 Región de Tepotzotlán



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

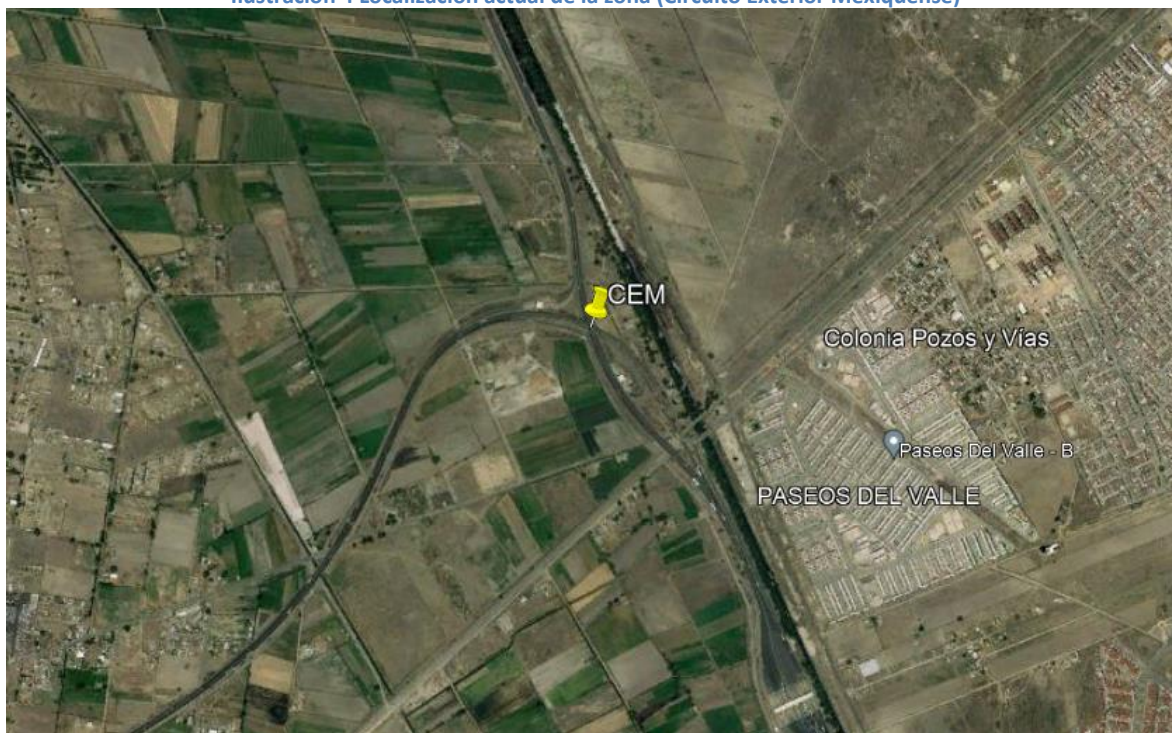
Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Actualmente, la zona en interés del Circuito Exterior Mexiquense se encuentra referenciado mediante las siguientes coordenadas:

Punto: 19.703588°, -99.086080°

Ilustración 4 Localización actual de la zona (Circuito Exterior Mexiquense)



Fuente: Elaboración propia con Google

El desarrollo de la infraestructura vial y carretera es fundamental para potenciar el desarrollo y las capacidades del Estado. A través de la infraestructura se moviliza la población, bienes, productos y servicios a las diversas regiones del país. La infraestructura carretera se ha visto fortalecida con acciones de incremento y mantenimiento de las condiciones de tránsito, lo que favorece el desarrollo de las actividades industriales, comerciales, turísticas, culturales y de servicios.

Tras la construcción del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles que tiene como objeto aliviar la saturación que actualmente sufre el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) a través del Sistema Aeroportuario Metropolitano (SAM) conformado por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), el Aeropuerto Internacional de Toluca (AIT) y el nuevo Aeropuerto Internacional General Felipe Ángeles (AIFA) y que a su vez pretende coadyuvar el crecimiento económico del país, con la interacción de los sectores público y privado en ámbitos comerciales, turísticos, industriales, financieros y sociales, es necesario contar con infraestructura que permita acceder al mismo. En ese sentido en la actualidad se cuenta con el Circuito Exterior Mexiquense dividido en las siguientes fases:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

***Fase 1:** El tramo carretero de Jorobas a Nabor Carrillo T3 con una longitud de 49 km. Con 4 carriles 2 por sentido. (Huehuetoca, Teoloyucan, Zumpango, Jaltenco, Tultepec, y Ecatepec).

***Fase 2:** El tramo carretero de T3 Nabor Carrillo a T4 Chalco, con una longitud de 38.4 km, con 4 carriles 2 por sentido. (Texcoco de Mora, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Chicholoaplan, Ixtapaluca y Chalco).

***Fase 3:** El tramo carretero de Cuautitlán Izcalli a Tultepec 20 km. Con 4 carriles 2 por sentido. (Cuautitlán Izcalli, Tultitlán de Mariano Escobedo y Tultepec). Ramal 1 ubicado en salida Xochiaca km 54+920, con una longitud de 1.21 km y ramal 2 ubicado en salida a Periférico km 48+896 de 1.79 km de longitud.

Ilustración 5 Fases del Circuito Exterior Méxicuense



Fuente: <https://saascaem.edomex.gob.mx/circuito-externor-mexiquense>

Este opera desde el año 2003 e Interconecta con las autopistas: México - Querétaro, México - Pachuca, México - Puebla, Chamapa - Lechería y Peñón - Texcoco, con lo que quedan comunicadas una gran cantidad de zonas conurbadas mediante autopistas de altas especificaciones, e integradas a su vez, hacia regiones de Toluca, Puebla, Hidalgo y Querétaro.

Aunado a esto, se implementó el "Entronque de acceso principal al Aeropuerto Internacional" llevado a cabo por SAAASCAEM el cual comunica de manera directa la zona de Querétaro, Lago de Guadalupe y Toluca, con la zona de Pirámides, Tulancingo y Tuxpan, es decir, zona norte y poniente con la zona oriente de la República Mexicana, con un importante acceso al Aeropuerto Internacional "Felipe Ángeles" (AIFA), a través de un arco

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

que funcionará como un libramiento para la zona conurbada del Municipio de Ecatepec, en el Estado de México.

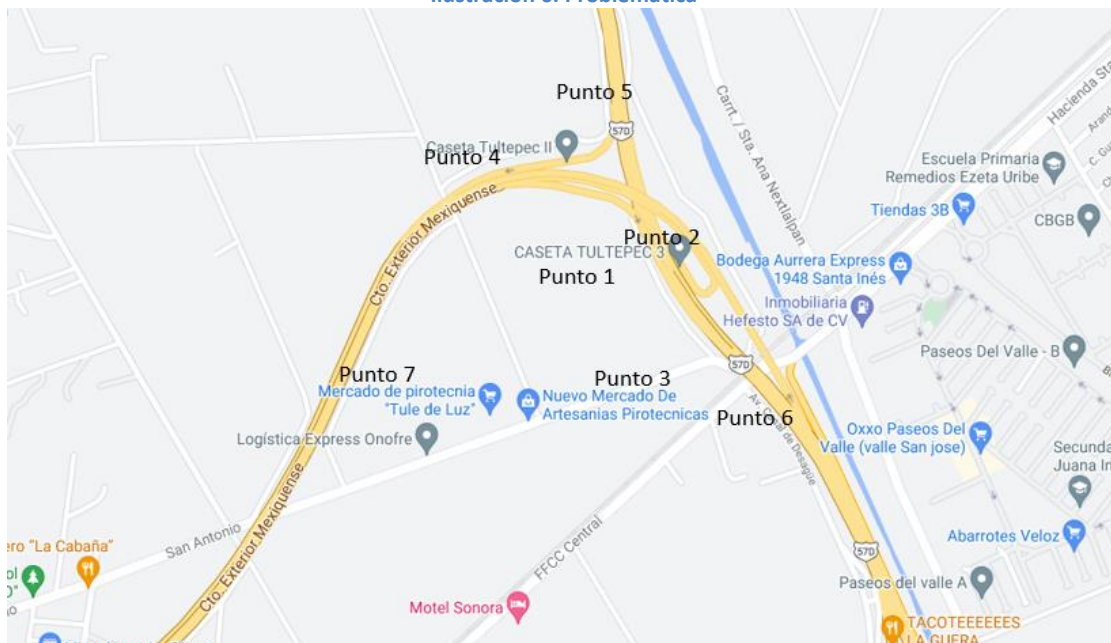
El trazo inicia en la intersección con la Autopista Extensión Circuito Exterior Mexiquense en el Municipio de Tultepec y termina en la intersección con la autopista Texcoco - Pirámides, en el Municipio de Acolman. Durante su desarrollo considera un primer entronque con el Circuito Exterior Mexiquense, un segundo entronque que permitirá el acceso al Aeropuerto Internacional "Felipe Ángeles" (AIFA), un tercer entronque con la autopista "México - Pachuca" y un cuarto entronque con la Autopista "México - Pirámides", pasando por los Municipios de Tultepec, Nextlalpan, Tonanitla, Tecámac y Acolman. Todo el desarrollo del trazo del proyecto se encuentra en territorio del Estado de México.

Sin embargo, las construcciones de dichos circuitos han provocado consecuencias en las poblaciones aledañas al dejar sin acceso a los mismos. Además, de ser considerados por los habitantes como un muro que los mantiene aislados.

En ese sentido, los habitantes de localidades aledañas pertenecientes a los municipios de Tultepec, Tultitlán, Tonanitla y Nextlalpan no contarían con un sistema de comunicación directo que les permita acceder al Circuito, de tal manera que los usuarios tomarían rutas alternas que demoran hasta media hora de recorrido para incorporarse al Circuito Exterior Mexiquense. Lo anterior, perjudica la circulación fluida y eficaz de los usuarios al tener altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje.

Particularmente, existen 7 puntos afectados a causa de Circuito Exterior Mexiquense y "Entronque de acceso principal al Aeropuerto Internacional":

Ilustración 6. Problemática



Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Punto 1:** La población Ejidos de Tultepec no cuenta con un camino directo que conecte a los usuarios con vialidades que permitan acceder al Circuito Exterior Mexiquense. Únicamente hay presencia de un camino de aproximadamente 405 m. Sin embargo, se encuentra en mal estado, perjudicando la circulación de los usuarios que se dirigen en dirección Tultepec – Cuautitlán.



Fuente: Elaboración propia

- **Punto 2:** Los usuarios que viajan de largo itinerario y tienen como destino las localidades aledañas a la zona como: Ejido de Tultepec, La Saucera, San Antonio Xahuento, La Rinconada, Colonia la Aurora, El progreso, Cajiga, Las Chinampas, Colonia la Asunción, Tierra de Santa Inés, Colonia Pozos y vías, Rancho San Antonio, Colonia los Aguiluchos y Ejido Tenopalco no cuentan con una vía que les permita acceder a dichas localidades, lo cual provoca viajes de hasta 11 km aproximadamente, ya que es necesario intersectar hasta Ecatepec para poder ingresar a los caminos locales en dirección Zumpango – Tultepec.



Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Punto 3:** Al llevar a cabo trabajos que den solución al Punto 1 y Punto 2 se afectarán las condiciones actuales del camino existente (San Antonio) aproximadamente en una longitud de 200 m., por lo que es importante adecuarlo y dejarlo en buenas condiciones de transitabilidad.



Fuente: Elaboración propia

- **Punto 4:** Tras la solución de dar acceso a los puntos de conflicto, es necesario llevar a cabo adecuaciones en caminos locales de la zona. En el caso del punto 4, es fundamental adecuar el camino existente para que los habitantes de la zona circulen sobre una superficie de rodadura en buen estado a lo largo de aproximadamente 400 m.



Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Punto 5:** Debido a que los usuarios de las localidades aledañas que viajan en dirección Zumpango - Tultitlán no cuentan con acceso directo al circuito, se ven perjudicados al realizar un viaje de hasta 4.50 km para lograr incorporarse al circuito. Lo cual repercute en tiempos de traslado elevados.



Fuente: Elaboración propia

- **Punto 6:** En dirección Tultitlán – Ecatepec, no se cuenta con una vía de comunicación directa que permita a los usuarios trasladarse de manera directa, porque lo que deben recorrer una distancia de 700 m aproximadamente.



Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Punto 7:** En dirección Tultepec – Ecatepec, los usuarios carecen de una vía alterna que conecte directamente a los usuarios con el Circuito Exterior Mexiquense, por lo que deben recorrer una distancia aproximada de 7.6 km.



Fuente: Elaboración propia

En ese sentido se ha determinado realizar un proyecto que permita acceder y salir del Circuito Exterior Mexiquense con la finalidad de permitir el traslado de los usuarios. Por lo tanto, se contempla llevar a cabo la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" y de esta forma proporcionar un mejor servicio.

Los habitantes perjudicados se encuentran dentro del municipio de los municipios de Tultitlán, Tultepec, Tonanitla y Nextlalpan:

Tabla 2 Localidades perjudicadas

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578
	La Saucera	3	4
	San Antonio Xahuento	740	838
	La Rinconada	326	370
	Colonia la Aurora	297	337
	El progreso	369	418
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107
	Las Chinampas	325	368
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917
	Rancho San Antonio	11	13
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732
	Ejido Tenopalco	26	30
	Total	7,992	9,054

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDESOL

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Cabe mencionar que para a proyección al año 2021 se utilizó la tasa de crecimiento publicada por el INEGI, la cual tiene un valor del 1.20% anual². Por tanto, al transcurrir 11 años del 2010 al 2021 se considera que la población creció en un 13.20%.

La infraestructura vial se considera el principal elemento de integración y conectividad regional; dicho elemento debe de operar de manera eficiente ya sea mejorando la operación vehicular o creando nueva infraestructura.

Por lo tanto, se tiene la necesidad de llevar a cabo un proyecto que evite aumentar la problemática (altos tiempos de traslado, largas distancias y elevados costos generalizados de viaje) a lo largo del tiempo. Por lo tanto, se pretende llevar a cabo la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Ilustración 14 fotografías actuales del camino



Actualmente está en proceso la construcción del Entronque de acceso principal al Aeropuerto Internacional, donde se conectarán las ramas del presente proyecto

² https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_03_13b8bdfc-8744-4623-a652-03cb6901fd47



Se realizará la conexión de ramas con el entronque al AIFA, de tal manera de permitir a los habitantes de las localidades aledañas acceder directamente al circuito

Fuente: fotografía tomada en campo

b) Análisis de la Oferta Actual

Actualmente no existen rutas que permitan el acceso directo al Circuito Exterior Mexiquense, por lo que los usuarios tienen que trasladarse por rutas extensas que tardan hasta media hora para incorporarse.

De acuerdo a las rutas que deben tomar los usuarios, se observa un IRI diferente para cada una de ellas. El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo, su unidad de medida es m/km o mm/m. En la siguiente figura se muestra la escala de dicho índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

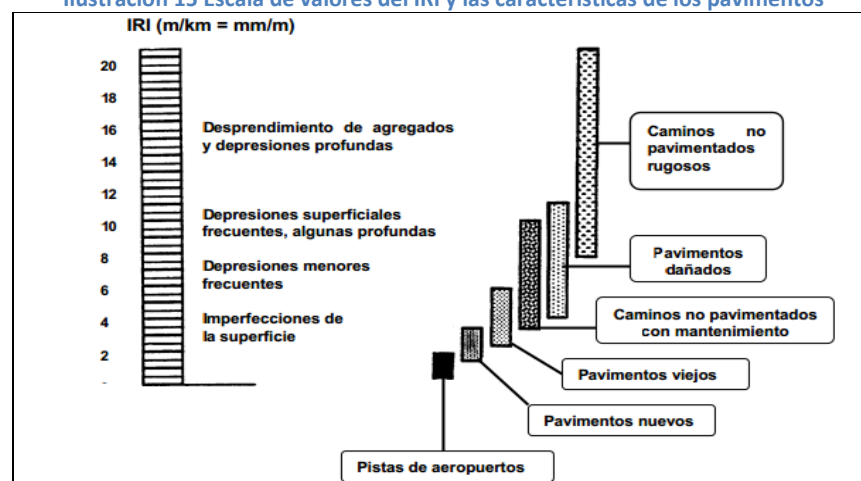
"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

rangos. Un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo consiste en colocar manualmente una regla de 2m o 3m de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino; medir la desviación máxima bajo la regla, en mm; y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas. Con los datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquél que es mayor al 95% de las observaciones, e inferior al 5%) en la fórmula siguiente, que corresponda, para conocer el valor del IIR, en m/km:

$IRI (m/km) = 0.35 DMR3$; $DMR3=95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 3m de largo

$IRI (m/km) = 0.437 DMR2$; $DMR2 = 95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 2m de largo"³

Ilustración 15 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



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

Asimismo, cuando no se cuenta con medición láser, cuarto de carro y no hay posibilidad de usar la regla de 3 metros una forma viable de hacer una estimación del IRI es en base a la observación de los daños y del estado superficial del pavimento, para que a través de la experiencia del ingeniero en lo relativo a evaluación de pavimentos se utilizara la escala anterior para asignar un IRI representativo.

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el

³Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2012; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 368.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio es un tipo de servicio Tipo B.

Tabla 3 Nivel de Servicio de carreteras

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

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

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

En resumen, se cuenta con las siguientes características físicas y geométricas de las rutas alternas que deben tomar los usuarios para incorporarse al Circuito Exterior Mexiquense:

Tabla 4 Características físicas y geométricas

Situación Actual							
Características	Rama 21	Rama 2	Rama 22	Rama 41	Rama 4	Rama 0	Rama 3
	Tultepec - Cautitlán	Zumpango Tultepec	Tultepec - Cautitlán / Nextlalpan	Zumpango - Tultepec	Zumpango a Tultitlán	Tultitlán - Ecatepec	Tultepec a Ecatepec
Municipio	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec/ Nextlalpan	Tultepec
Longitud (m)	405	10900	200	404.37	4500	700	7600

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Ancho de calzada m	variable	variable	7	7	Variable	Variable	Variable
Número de carriles de circulación	variable	variable	2	2	Variable	Variable	Variable
Ancho promedio de los carriles (m)	variable	variable	3.5	3.5	Variable	Variable	Variable
Tipo de terreno	plano	plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Sentidos de circulación	1	1	2	2	Variable	Variable	Variable
Camellón	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Tipo de superficie	carpeta asfáltica en buen estado	carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados
Índice de Rugosidad Internacional (IRI mm/m)	4	4	5	5	4	4	4
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	No es visible	No es visible	Visible en tramos aislados	Visible en tramos aislados	Visible en tramos aislados
Pendiente media ascendente (%)	1.00%	1.00%	0	2.2	0.70%	0.80%	1.00%
Pendiente media descendente (%)	-1.00%	-1.00%	0	-2.2	-0.70%	-0.80%	-1.00%
Proporción de viaje ascendente (%)	50.00%	50.00%	0	25%	50%	50.00%	50.00%
Altitud (msnm)	2242	2242	2238	2238	2239	2239	2242
Curvatura horizontal máx (grados)	0	11	0	10	10	0	9
Nivel de Servicio	B	B	B	B	B	B	B









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

c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los vehículos que utiliza la vialidad en sentido Sur-Norte y Norte-Sur.

En los aforos realizados, se clasifico el tránsito, de acuerdo con los criterios establecidos por la S.C.T. Federal, que denomina automóviles "A", autobuses "B" y camiones "C", existiendo subclasificaciones de camiones, de acuerdo con el número de ejes y la combinación de semirremolque, a continuación, se presenta la clasificación de lo antes descrito:

Ilustración 16 Composición vehicular de acuerdo a la SCT

A	
B	
C2	
C3	
T3S2	
T3S3	
T3S2-R4	
OTRO	

1. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

De acuerdo al Departamento de tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México se cuenta con los siguientes registros sobre el Circuito Exterior Mexiquense:

Tabla 5 TDPA proyecto

	Clasificación				
	TDPA	A	B	C	Total
Punto 1	1,919	80.35%	4.60%	15.05%	100%
Punto 2	2,235	80.89%	5.01%	14.10%	100%
Punto 3	35,732	68.63%	7.21%	24.16%	100%

Fuente: Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 17 TDPA sobre el Circuito Exterior Mexiquense



Fuente: Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México

Los puntos analizados dentro del circuito no representan el TDPA de las áreas en conflicto, ya que estos se encuentran en rutas locales pertenecientes a las localidades aledañas. Sin embargo, no se cuentan con registros de los usuarios que circulan sobre los caminos locales. Por lo tanto, se procedió obtener un TDPA de acuerdo a la población existente en un radio de 3 km a la zona en interés aplicado a un índice de número de vehículos por habitante y estos, se les empleo el porcentaje de usuarios que se dirigen a las diferentes direcciones que proporciona el circuito de acuerdo a las encuestas origen destino. A continuación, se presenta el procedimiento para obtener el TDPA del estudio.

- I. Se registro el número de habitantes de las localidades aledañas en un radio de 3 km a la zona de interés de acuerdo a datos obtenidos por la Secretaría de Desarrollo Social en el año 2010, la cual se proyecto al año 2021 con una tasa de crecimiento anual en el Estado de México del 1.20% de acuerdo al INEGI.

Ilustración 18 Tasa de crecimiento anual en el Estado de México

Entidad federativa	2000	2010	2020
Estados Unidos Mexicanos	1.9	1.4	1.2
Aguascalientes	2.8	2.2	1.9
Baja California	4.2	2.3	1.8
Baja California Sur	3.0	4.0	2.3
Campeche	2.6	1.7	1.2
Coahuila de Zaragoza	1.5	1.8	1.4
Colima	2.4	1.8	1.2
Chiapas	2.1	2.0	1.5
Chihuahua	2.3	1.1	1.0
Ciudad de México	0.4	0.3	0.4
Durango	0.7	1.2	1.2
Guanajuato	1.6	1.6	1.2
Guerrero	1.6	0.9	0.5
Hidalgo	1.7	1.7	1.5
Jalisco	1.8	1.5	1.3
México	3.0	1.4	1.2
Michoacán	1.2	0.6	0.6

Fuente: INEGI

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 6 Población en un radio de 3 km

Tasa de crecimiento media anual en el Eo. De Méx	1.20%
Tasa de crecimiento en 11 años (2010-2021)	13.20%

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021	Grado de Marginación
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578	Bajo
	La Saucera	3	4	Alto
	San Antonio Xahuento	740	838	Bajo
	La Rinconada	326	370	Medio
	Colonia la Aurora	297	337	Muy bajo
	El progreso	369	418	Muy bajo
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107	Alto
	Las Chinampas	325	368	Alto
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262	Bajo
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80	Alto
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917	Alto
	Rancho San Antonio	11	13	Muy bajo
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732	Alto
	Ejido Tenopalco	26	30	Alto
	Total	7,992	9,054	

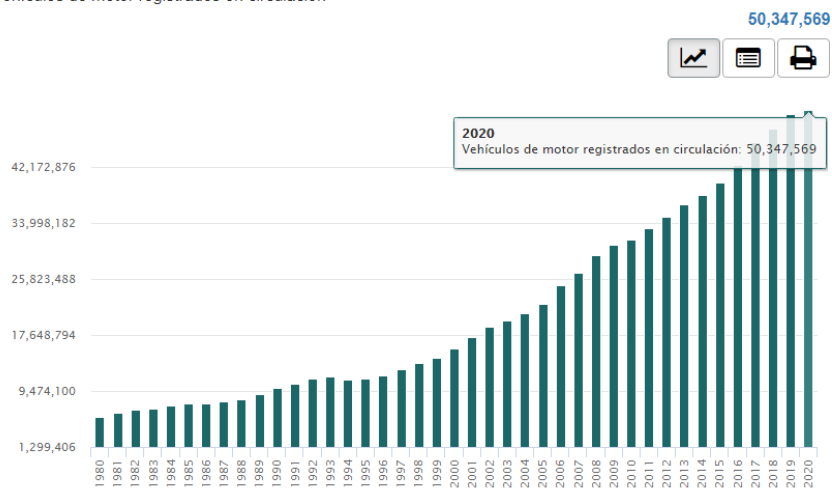
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SEDESOL e INEGI

- II. Se consulto el número de vehículos existentes en México respecto a la población del país.

Ilustración 19 Total Nacional de vehículos

Total nacional de vehículos

Vehículos de motor registrados en circulación



Fuente: INEGI

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 7 Índice de vehículos por habitante

Vehículos por habitante	
Total Nacional de Vehículos 2020	50,347,569
Población 2020	126,014,024
Vehículos por habitante	0.40

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- III. De acuerdo al índice de vehículos por habitante se procedió a obtener el TDPA en base al número de habitantes que se trasladan en vehículo pertenecientes a las localidades aledañas.

Tabla 8 TDPA por localidad

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021	TDPA
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578	231
	La Saucera	3	4	2
	San Antonio Xahuento	740	838	335
	La Rinconada	326	370	148
	Colonia la Aurora	297	337	135
	El progreso	369	418	168
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107	43
	Las Chinampas	325	368	148
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262	1304
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80	32
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917	367
	Rancho San Antonio	11	13	6
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732	693
	Ejido Tenopalco	26	30	12
	Total		7,992	9,054

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- IV. Como se puede observar se tiene un total de 3,624 habitantes que se trasladan con vehículo. Sin embargo, no todos los usuarios necesitan ingresar al circuito en una misma dirección. Por ello, se obtuvo un porcentaje para cada punto de conflicto de acuerdo a encuestas origen destino publicadas por INEGI.

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{\text{No.de viajes}}{\text{No.de habitantes}}$$

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Punto 1. Dirección Tultepec – Cuautitlán

Ilustración 20 Encuesta origen - destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Tultepec-Cuautitlán = 9,692

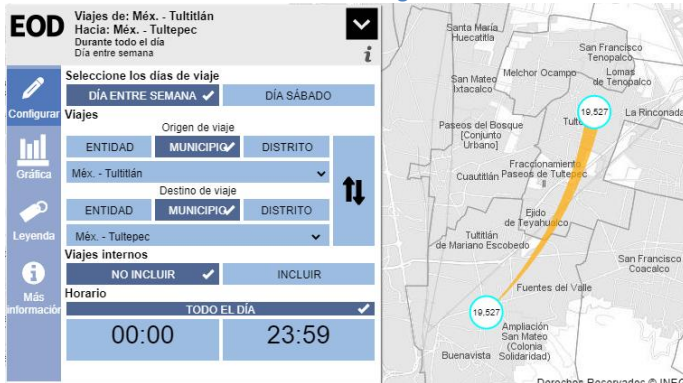
No de habitantes en Tultepec = 91,808

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{9,692}{91,808}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 10.55\%$$

- Punto 2. Dirección Tultitlán - Tultepec

Ilustración 21 Encuesta origen - destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Tultitlán - Tultepec = 19,527

No de habitantes en Tultitlán = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{19,527}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 3.72\%$$

- Punto 3. Tultepec - Cuautitlán

Ilustración 22 Encuesta origen - destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Tultepec-Cuautitlán = 9,692

No de habitantes en Tultepec = 91,808

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{9,692}{91,808}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 10.55\%$$

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

○ Punto 4. Zumpango – Tultepec

Ilustración 23 Encuesta origen - destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Zumpango – Tultepec = 312

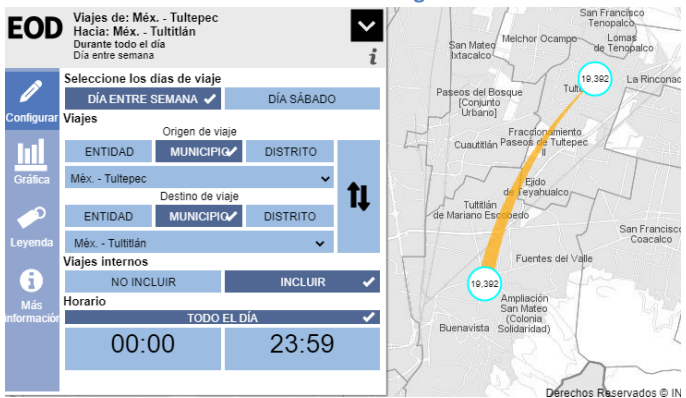
No de habitantes en Zumpango = 159,647

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{312}{159,647}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 0.10\%$$

○ Punto 5. Tultepec -Tultitlán

Ilustración 24 Encuesta origen – destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Tultepec – Tultitlán = 19,392

No de habitantes en Tultepec = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{19,392}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 3.70\%$$

○ Punto 6. Tultitlán - Ecatepec

Ilustración 25 Encuesta origen – destino



Fuente: INEGI

No de viajes de Tultitlán - Ecatepec = 23,616

No de habitantes en Tultitlán = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{23,616}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 4.50\%$$

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Punto 7. Nextlalpan - Ecatepec

Ilustración 26 Encuesta origen – destino

EOD Viajes de: Méx. - Nextlalpan
Hacia: Méx. - Ecatepec de Morelos
Durante todo el día
Día entre semana

Seleccione los días de viaje
DÍA ENTRE SEMANA DÍA SÁBADO

Configurar Viajes

Origen de viaje
ENTIDAD: Méx. - Nextlalpan
MUNICIPIO: DISTRITO:

Destino de viaje
ENTIDAD: Méx. - Ecatepec de Morelos
MUNICIPIO: DISTRITO:

Viajes internos
NO INCLUIR INCLUIR

Horario
TODO EL DÍA
00:00 23:59

No de viajes de Nextlalpan - Ecatepec = 810
No de habitantes en Nextlalpan = 34,374

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{810}{34,374}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 2.35\%$$

Fuente: INEGI

En resumen, se muestra la siguiente tabla del destino que pueden tomar los usuarios:

Tabla 9 Porcentaje de destinos

Punto	Dirección	Porcentaje
Punto 1	Tultepec – Cuautitlán	10.55%
Punto 2	Tultitlán – Tultepec	3.72%
Punto 3	Tultepec – Cuautitlán	10.55%
Punto 4	Zumpango – Tultepec	0.10%
Punto 5	Tultepec – Tultitlán	3.70%
Punto 6	Tultepec – Ecatepec	4.50%
Punto 7	Nextlalpan - Ecatepec	2.35%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- V. Finalmente se determinó el TDPA para cada punto de conflicto con el producto total de habitantes que tienen vehículo y el porcentaje de destino que pueden ocupar los usuarios.

Tabla 10 TDPA

TDPA	
Punto 1	382
Punto 2	135
Punto 3	383
Punto 4	37
Punto 5	135
Punto 6	164
Punto 7	86

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

2. Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de Los puntos en conflicto:

Tabla 11 Composición vehicular

	Clasificación				Total
	TDPA	A	B	C	
Punto 1	382	96.00%	0.00%	4.00%	100.00%
Punto 2	135	68.63%	7.21%	24.16%	100.00%
Punto 3	383	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%
Punto 4	37	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 5	135	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 6	164	96.00%	1.00%	3.00%	100.00%
Punto 7	86	90.00%	2.00%	8.00%	100.00%

3. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 12 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: *Publicación Técnica No. 590, IMT*

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

d) Diagnóstico de la Interacción De La Oferta- Demanda

Como se mencionó anteriormente, al no contar con infraestructura que permita conectar directamente a los usuarios de las localidades de Tultepec, Tultitlán, Tonanitla y Nextlalpan con el Circuito Exterior Mexiquense, se presentan altos tiempos de traslado y largas distancias a recorrer.

Por ello, es necesario relacionar la oferta y la demanda y conocer cual es el costo en el que incurren los vehículos al circular por las calles. Al ser estimados se toman en cuenta diferentes características del camino y vehículo como: costos de operación, mantenimiento del vehículo, costo del tiempo de las personas que transitan, costos de los hidrocarburos, costos del mantenimiento vehicular, valor del tiempo de los usuarios, valor del tiempo de los choferes de las unidades, condiciones físicas de la carretera, altitud promedio de la carretera, entre otros.

Así entonces, el CGV es el costo en el que incurre el usuario de un camino, por trasladarse entre un cierto origen y un destino en donde influyen tanto los costos de operación vehicular (COV) (combustible, lubricantes, neumáticos, refacciones, etc.), como los costos del tiempo del recorrido (CTR). La sumatoria de estos dos elementos dan como resultado los Costos Generalizados de Viaje por tipo de vehículo.

1. Velocidad y Tiempo de Recorrido

Una de las variantes más importantes a considerar en este proyecto son las velocidades y el tiempo de recorrido de los vehículos que transitan por el camino, pues estas variables se ven afectadas considerablemente debido al estado físico, el nivel de congestión y las características geométricas de la carretera, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado y congestionado.

Tabla 13 Velocidades en situación actual del Camino

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.41		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	34.00	32.00	30.00
Vel. Prom (km/hr)	32.00		
Tiempo de recorrido	00:00:43	00:00:46	00:00:49

Punto 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	10.90		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	55.00	50.00	45.00
Vel. Prom (km/hr)	50		
Tiempo de recorrido	00:11:53	00:13:05	00:14:32

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	35.00	30.00	25.00
Vel. Prom (km/hr)	30.00		
Tiempo de recorrido	00:00:21	00:00:24	00:00:29

Punto 4. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.40		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	27.00	25.00	23.00
Vel. Prom (km/hr)	25.00		
Tiempo de recorrido	00:00:54	00:00:58	00:01:03

Punto 5. Zumpango a Tultitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	4.50		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	30.00	28.00	26.00
Vel. Prom (km/hr)	28.00		
Tiempo de recorrido	00:09:00	00:09:39	00:10:23

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.70		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	23.00	22.00	21.00
Vel. Prom (km/hr)	22.00		
Tiempo de recorrido	00:01:50	00:01:55	00:02:00

Punto 7. Tultepec - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	7.60		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	22.00	21.00	20.00
Vel. Prom (km/hr)	21.00		
Tiempo de recorrido	00:20:44	00:21:43	00:22:48

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Es notable que los tiempos de traslado sean elevados, ya que actualmente los usuarios tienen que recorrer largas distancias para ingresar al Circuito Exterior Mexiquense.

2. Costos de Operación Vehicular

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar.

Para obtención de los COV del presente proyecto se hará uso del modelo computacional VOC-MEX, el cual arroja los resultados base por cada 1,000 vehículos-kilómetro. Los insumos básicos que se ingresaron para las corridas del VOC-MEX son los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 590 2020, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados arrojados por el programa VOC-MEX, para el caso de cada tipo de vehículo del presente proyecto:

Tabla 14 Costos de Operación Vehicular para cada tipo de vehículo

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.41		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,463.06	\$ 18,329.68	\$ 12,407.60
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.46	\$ 18.33	\$ 12.41

Punto 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	10.90		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 6,239.84	\$ 16,373.93	\$ 10,877.57
COV (\$/km)/vehículo	\$6.24	\$17.00	\$11.00

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,558.53	\$ 18,886.88	\$ 13,843.38
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.56	\$ 18.89	\$ 13.84

Punto 4. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.40		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,558.53	\$ 18,447.83	\$ 13,386.55
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.56	\$ 18.45	\$ 13.39

Punto 5. Zumpango a Tultitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	4.50		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,928.31	\$ 19,141.92	\$ 18,133.09
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.93	\$ 19.14	\$ 18.13

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.70		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 9,162.65	\$ 21,275.01	\$ 14,761.59
COV (\$/km)/vehículo	\$ 9.16	\$ 21.28	\$ 14.76

Punto 7. Tultepec - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	7.60		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 9,406.09	\$ 21,814.92	\$ 15,225.19
COV (\$/km)/vehículo	\$ 9.41	\$ 21.81	\$ 15.23

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Cabe mencionar que los parámetros con los que se alimentó el programa VOC-MEX por tipo de vehículo son los publicados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en la publicación técnica 590 2020.

3. Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios.

Con la publicación de los resultados del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores de ingresos y horas trabajadas aplicando la metodología propuesta por Torres (2012), cuyas expresiones básicas y valores se muestran a continuación.

$$SHP = \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$
$$VT_{pp} = 0.3 * 2 * \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$

Dónde:

SHP= Valor tiempo por motivo de trabajo

VT_{pp}= Valor del tiempo por motivo de placer

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

SMGP = salario mínimo por hora (en pesos)

PHTD = promedio de horas trabajadas diarias = HTP / 7

HTPcenso2010 = promedio de las horas trabajadas por semana = 41.444

FIP censo2010 = factor de ingreso promedio de la población (en SMGP) = 3.367

H = ingreso horario familiar = 2*FIP*SMH

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

Tabla 15 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	70.00%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	30.00%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	20.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	15.00

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020, NOTAS núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

A continuación, se presentan los resultados del análisis:

Tabla 16 Costos representativos de la situación actual

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$7.46	\$18.33	\$12.41	\$404,575.40	\$0.00	\$28,025.87	\$432,601.27

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	34.00	32.00	30.00	\$226,133.85	\$0.00	\$22,587.66	\$248,721.51

CGV'S Anuales (\$)					
Año	A	B	C	Total	
0	2021	\$630,709.25	\$0.00	\$50,613.53	\$681,322.78

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 2. Zumpango - Tultepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$6.24	\$16.37	\$10.88	\$2,300,066.77	\$634,076.05	\$1,411,503.98	\$4,345,646.81

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	55.00	50.00	45.00	\$950,531.36	\$1,263,217.81	\$865,085.04	\$3,078,834.21

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$3,250,598.13	\$1,897,293.87	\$2,276,589.02	\$7,424,481.02

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$7.56	\$18.89	\$13.84	\$204,989.04	\$5,280.58	\$7,740.94	\$218,010.57

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	35.00	30.00	25.00	\$109,897.38	\$15,200.58	\$6,710.16	\$131,808.12

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$314,886.42	\$20,481.16	\$14,451.10	\$349,818.69

Punto 4. Zumpango - Tultepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$7.56	\$18.45	\$13.39	\$40,864.48	\$0.00	\$731.04	\$41,595.52

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	27.00	25.00	23.00	\$28,399.26	\$0.00	\$712.31	\$29,111.56

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$69,263.74	\$0.00	\$1,443.35	\$70,707.09

Punto 5. Zumpango a Tultitlán

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$7.93	\$19.14	\$18.13	\$1,740,423.60	\$0.00	\$40,207.86	\$1,780,631.46

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	30.00	28.00	26.00	\$1,037,803.42	\$0.00	\$25,585.10	\$1,063,388.51

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$2,778,227.02	\$0.00	\$65,792.95	\$2,844,019.97

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$9.16	\$21.28	\$14.76	\$368,576.15	\$8,914.65	\$18,556.21	\$396,047.01

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	23.00	22.00	21.00	\$248,050.53	\$31,065.04	\$17,958.00	\$297,073.57

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$616,626.68	\$39,979.69	\$36,514.21	\$693,120.58

Análisis Costo-Beneficio Simplificado**"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"****Punto 7. Tultepec - Ecatepec**

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual			Total	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	\$9.41	\$21.81	\$15.23	\$2,019,558.15	\$104,085.09	\$290,574.62	\$2,414,217.86

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Actual			Total	
				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021	22.00	21.00	20.00	\$1,384,161.44	\$370,574.44	\$286,276.80	\$2,041,012.68

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	\$3,403,719.59	\$474,659.53	\$576,851.42	\$4,455,230.53

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

III. Situación sin el Proyecto de Inversión

Si bien resulta complejo realizar acciones de optimización la presente evaluación plantea medidas de optimización u obras de tipo menor que contribuyen a elevar las condiciones de operación de la vialidad en estudio, bajo el supuesto, que por razones presupuestales no se completara la obra. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base "sin proyecto optimizada", para compararla con la situación "con proyecto". Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto de acuerdo a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

a) Optimizaciones

Para el presente proyecto no se contemplaron medidas de optimización, ya que de ser así se implementarían nuevas rutas de conexión. Sin embargo, estas costarían más del 10% del monto de inversión, por lo tanto, no serían factibles de realizar.

b) Análisis de la Oferta

Dicho lo anterior, se cuentan con las mismas características físicas y geométricas que en la situación actual:

Tabla 17 Características físicas y geométricas de la Avenida

Situación Actual							
	Rama 21	Rama 2	Rama 22	Rama 41	Rama 4	Rama 0	Rama 3
Características	Tultepec - Cuautitlán	Zumpango Tultepec	Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan	Zumpango - Tultepec	Zumpango a Tultitlán	Tultitlán - Ecatepec	Tultepec a Ecatepec
Municipio	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec/ Nextlalpan	Tultepec
Longitud (m)	405	10900	200	404.37	4500	700	7600
Ancho de calzada m	variable	variable	7	7	Variable	Variable	Variable
Número de carriles de circulación	variable	variable	2	2	Variable	Variable	Variable
Ancho promedio de los carriles (m)	variable	variable	3.5	3.5	Variable	Variable	Variable
Tipo de terreno	plano	plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Sentidos de circulación	1	1	2	2	Variable	Variable	Variable
Camellón	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Tipo de superficie	carpeta asfáltica en buen estado	carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados	Carpeta asfáltica en condiciones regulares en tramos aislados
Índice de Rugosidad Internacional (IRI mm/m)	4	4	5	5	4	4	4
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	No es visible	No es visible	Visible en tramos aislados	Visible en tramos aislados	Visible en tramos aislados
Pendiente media ascendente (%)	1.00%	1.00%	0	2.2	0.70%	0.80%	1.00%
Pendiente media descendente (%)	-1.00%	-1.00%	0	-2.2	-0.70%	-0.80%	-1.00%
Proporción de viaje ascendente (%)	50.00%	50.00%	0	25%	50%	50.00%	50.00%
Altitud (msnm)	2242	2242	2238	2238	2239	2239	2242
Curvatura horizontal máx (grados)	0	11	0	10	10	0	9
Nivel de Servicio	B	B	B	B	B	B	B

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

c) Análisis de la Demanda

La demanda la constituye los vehículos que utilizan estos caminos para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los habitantes aledaños de la zona para trasladarse a los diferentes destinos de acceso al circuito en dirección a los municipios de Tultitlán, Zumpango, Tultepec, Nextlalpan y Ecatepec.

1. Transito Diario Promedio Anual

Como se explico en la situación actual se procedio obtener un TDPA de acuerdo a la población existente en un radio de 3 km a la zona en interés aplicado a un índice de número de vehículos por habitante y estos, se les empleo el porcentaje de usuarios que se dirigen a las diferentes direcciones que proporciona el circuito de acuerdo a las encuestas origen destino.

Tabla 18 TDPA

TDPA	
Punto 1	382
Punto 2	135
Punto 3	383
Punto 4	37
Punto 5	135
Punto 6	164
Punto 7	86

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

2. Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de Los puntos en conflicto:

Tabla 19 Composición vehicular

	Clasificación				Total
	TDPA	A	B	C	
Punto 1	382	96.00%	0.00%	4.00%	100.00%
Punto 2	135	68.63%	7.21%	24.16%	100.00%
Punto 3	383	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%
Punto 4	37	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 5	135	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 6	164	96.00%	1.00%	3.00%	100.00%
Punto 7	86	90.00%	2.00%	8.00%	100.00%

3. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 20 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

4. Tasa de crecimiento

Para obtener la tasa de crecimiento se recurrió a obtener el crecimiento de los municipios involucrados en la zona de interés como: Tultitlán, Tultepec, Nextlalpan y Tonanitla de acuerdo a registros publicados por la Secretaría de Desarrollo Social:

Tabla 21 Tasa de crecimiento

Municipio	Población 2005	Población 2010	Tasa de Crecimiento
Tultepec	110,145	91,808	-16.648%
Tultitlán	472,867	524,074	10.829%
Tonanitla	8,081	10,216	26.420%
Nextlalpan	22,507	34,374	52.726%
Promedio			18.332%

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDESOL

Como se puede observar la población creció un 18.332% en 5 años. Por lo tanto, anualmente tiene un crecimiento del 3.67%. Como se puede observar la tasa de crecimiento es elevada, lo que ocasionaría sobrevaloración del proyecto en análisis, por lo que se recurrió a utilizar la tasa de crecimiento anual del Estado de México publicada por INEGI, la cual tiene un valor del 1.20%

Tabla 22 Tasa de crecimiento anual del Estado de México

Entidad federativa	2000	2010	2020
Estados Unidos Mexicanos	1.9	1.4	1.2
Aguascalientes	2.8	2.2	1.9
Baja California	4.2	2.3	1.8
Baja California Sur	3.0	4.0	2.3
Campeche	2.6	1.7	1.2
Coahuila de Zaragoza	1.5	1.8	1.4
Colima	2.4	1.8	1.2
Chiapas	2.1	2.0	1.5
Chihuahua	2.3	1.1	1.0
Ciudad de México	0.4	0.3	0.4
Durango	0.7	1.2	1.2
Guanajuato	1.6	1.6	1.2
Guerrero	1.6	0.9	0.5
Hidalgo	1.7	1.7	1.5
Jalisco	1.8	1.5	1.3
México	3.0	1.4	1.2
Micahoa de Oaxaca	1.0	0.0	0.0

Fuente: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_03_13b8bdfc-8744-4623-a652-03cb6901fd47

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 23 Proyección de la demanda

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	382.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		96.00%	0.00%	4.00%	100.00%	365
0	2021	367	0	15	382	139,430
1	2022	371	0	15	387	141,103
2	2023	376	0	16	391	142,796
3	2024	380	0	16	396	144,510
4	2025	385	0	16	401	146,244
5	2026	389	0	16	405	147,999
6	2027	394	0	16	410	149,775
7	2028	399	0	17	415	151,572
8	2029	403	0	17	420	153,391
9	2030	408	0	17	425	155,232
10	2031	413	0	17	430	157,095
11	2032	418	0	17	436	158,980
12	2033	423	0	18	441	160,888
13	2034	428	0	18	446	162,818
14	2035	433	0	18	451	164,772
15	2036	439	0	18	457	166,749
16	2037	444	0	18	462	168,750
17	2038	449	0	19	468	170,775
18	2039	455	0	19	473	172,825
19	2040	460	0	19	479	174,898
20	2041	466	0	19	485	176,997

Punto 2. Zumpango - Tultepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	135.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		68.63%	7.21%	24.16%	100.00%	365
0	2021	93	10	33	135	49,275
1	2022	94	10	33	137	49,866
2	2023	95	10	33	138	50,465
3	2024	96	10	34	140	51,070
4	2025	97	10	34	142	51,683
5	2026	98	10	35	143	52,303
6	2027	100	10	35	145	52,931
7	2028	101	11	35	147	53,566
8	2029	102	11	36	149	54,209
9	2030	103	11	36	150	54,859
10	2031	104	11	37	152	55,518
11	2032	106	11	37	154	56,184

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

12	2033	107	11	38	156	56,858
13	2034	108	11	38	158	57,540
14	2035	109	12	39	160	58,231
15	2036	111	12	39	161	58,930
16	2037	112	12	39	163	59,637
17	2038	113	12	40	165	60,353
18	2039	115	12	40	167	61,077
19	2040	116	12	41	169	61,810
20	2041	118	12	41	171	62,551

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	383.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%	365	
0	2021	372	4	8	383	139,795
1	2022	376	4	8	388	141,473
2	2023	380	4	8	392	143,170
3	2024	385	4	8	397	144,888
4	2025	390	4	8	402	146,627
5	2026	394	4	8	407	148,386
6	2027	399	4	8	411	150,167
7	2028	404	4	8	416	151,969
8	2029	409	4	8	421	153,793
9	2030	414	4	9	426	155,638
10	2031	419	4	9	432	157,506
11	2032	424	4	9	437	159,396
12	2033	429	4	9	442	161,309
13	2034	434	4	9	447	163,244
14	2035	439	5	9	453	165,203
15	2036	444	5	9	458	167,186
16	2037	450	5	9	464	169,192
17	2038	455	5	9	469	171,222
18	2039	460	5	9	475	173,277
19	2040	466	5	10	480	175,356
20	2041	472	5	10	486	177,461

Punto 4. Zumpango - Tultepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	37.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365	
0	2021	37	0	0	37	13,505
1	2022	37	0	0	37	13,667
2	2023	38	0	0	38	13,831

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

3	2024	38	0	0	38	13,997
4	2025	38	0	0	39	14,165
5	2026	39	0	0	39	14,335
6	2027	39	0	0	40	14,507
7	2028	40	0	0	40	14,681
8	2029	40	0	0	41	14,857
9	2030	41	0	0	41	15,036
10	2031	41	0	0	42	15,216
11	2032	42	0	0	42	15,399
12	2033	42	0	0	43	15,583
13	2034	43	0	0	43	15,770
14	2035	43	0	0	44	15,960
15	2036	44	0	0	44	16,151
16	2037	44	0	0	45	16,345
17	2038	45	0	0	45	16,541
18	2039	45	0	0	46	16,740
19	2040	46	0	0	46	16,940
20	2041	46	0	0	47	17,144

Punto 5. Zumpango a Tultitlán

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	135.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365
0	2021	134	0	1	135	49,275
1	2022	135	0	1	137	49,866
2	2023	137	0	1	138	50,465
3	2024	139	0	1	140	51,070
4	2025	140	0	1	142	51,683
5	2026	142	0	1	143	52,303
6	2027	144	0	1	145	52,931
7	2028	145	0	1	147	53,566
8	2029	147	0	1	149	54,209
9	2030	149	0	2	150	54,859
10	2031	151	0	2	152	55,518
11	2032	152	0	2	154	56,184
12	2033	154	0	2	156	56,858
13	2034	156	0	2	158	57,540
14	2035	158	0	2	160	58,231
15	2036	160	0	2	161	58,930
16	2037	162	0	2	163	59,637
17	2038	164	0	2	165	60,353
18	2039	166	0	2	167	61,077
19	2040	168	0	2	169	61,810
20	2041	170	0	2	171	62,551

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	164.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		96.00%	1.00%	3.00%	100.00%	365
0	2021	157	2	5	164	59,860
1	2022	159	2	5	166	60,578
2	2023	161	2	5	168	61,305
3	2024	163	2	5	170	62,041
4	2025	165	2	5	172	62,785
5	2026	167	2	5	174	63,539
6	2027	169	2	5	176	64,301
7	2028	171	2	5	178	65,073
8	2029	173	2	5	180	65,854
9	2030	175	2	5	183	66,644
10	2031	177	2	6	185	67,444
11	2032	180	2	6	187	68,253
12	2033	182	2	6	189	69,072
13	2034	184	2	6	192	69,901
14	2035	186	2	6	194	70,740
15	2036	188	2	6	196	71,589
16	2037	191	2	6	198	72,448
17	2038	193	2	6	201	73,317
18	2039	195	2	6	203	74,197
19	2040	197	2	6	206	75,087
20	2041	200	2	6	208	75,988

Punto 7. Tultepec - Ecatepec						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	86.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		90.00%	2.00%	8.00%	100.00%	365
0	2021	77	2	7	86	31,390
1	2022	78	2	7	87	31,767
2	2023	79	2	7	88	32,148
3	2024	80	2	7	89	32,534
4	2025	81	2	7	90	32,924
5	2026	82	2	7	91	33,319
6	2027	83	2	7	92	33,719
7	2028	84	2	7	93	34,124
8	2029	85	2	8	95	34,533
9	2030	86	2	8	96	34,947
10	2031	87	2	8	97	35,367
11	2032	88	2	8	98	35,791
12	2033	89	2	8	99	36,221

13	2034	90	2	8	100	36,655
14	2035	91	2	8	102	37,095
15	2036	93	2	8	103	37,540
16	2037	94	2	8	104	37,991
17	2038	95	2	8	105	38,447
18	2039	96	2	9	107	38,908
19	2040	97	2	9	108	39,375
20	2041	98	2	9	109	39,848

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

d) Diagnóstico de la Interacción Oferta- Demanda

La relación que tiene la oferta y la demanda es el costo en el que incurren los vehículos al circular por las calles. Al ser estimados se toman en cuenta diferentes características del camino y vehículo como: costos de operación, mantenimiento del vehículo, costo del tiempo de las personas que transitan, costos de los hidrocarburos, costos del mantenimiento vehicular, valor del tiempo de los usuarios, valor del tiempo de los choferes de las unidades, condiciones físicas de la carretera, altitud de promedio de la carretera, entre otros.

Así entonces, el CGV es el costo en el que incurre el usuario de un camino, por trasladarse entre un cierto origen y un destino en donde influyen tanto los costos de operación vehicular (COV) (combustible, lubricantes, neumáticos, refacciones, etc.), como los costos del tiempo del recorrido (CTR). La sumatoria de estos dos elementos dan como resultado los Costos Generalizados de Viaje por tipo de vehículo.

Para el caso del presente proyecto se presentarán las mismas condiciones de la situación actual, ya que no existen medidas de optimización que mejoren la situación. Únicamente se proyectará la situación para analizar el comportamiento de la problemática al no contar con trabajos que mejoren las condiciones de las localidades pertenecientes a los municipios de Tultitlán, Tultepec, Nextlalpan y Tonanitla.

- **Velocidad y Tiempo de Recorrido**

No se presenta incremento en la velocidad, ya que no se tomaron en cuenta medidas de optimización que mejoren las condiciones del proyecto.

Tabla 24 Velocidades en situación actual del Camino

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.41		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	34.00	32.00	30.00
Vel. Prom (km/hr)	32.00		
Tiempo de recorrido	00:00:43	00:00:46	00:00:49

Análisis Costo-Beneficio Simplificado**"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"**

Punto 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	10.90		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	55.00	50.00	45.00
Vel. Prom (km/hr)	50		
Tiempo de recorrido	00:11:53	00:13:05	00:14:32

Punto 3. Tultepec – Cautitlán / Nextlalpan			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	35.00	30.00	25.00
Vel. Prom (km/hr)	30.00		
Tiempo de recorrido	00:00:21	00:00:24	00:00:29

Punto 4. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.40		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	27.00	25.00	23.00
Vel. Prom (km/hr)	25.00		
Tiempo de recorrido	00:00:54	00:00:58	00:01:03

Punto 5. Zumpango a Tultitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	4.50		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	30.00	28.00	26.00
Vel. Prom (km/hr)	28.00		
Tiempo de recorrido	00:09:00	00:09:39	00:10:23

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.70		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	23.00	22.00	21.00
Vel. Prom (km/hr)	22.00		
Tiempo de recorrido	00:01:50	00:01:55	00:02:00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 7. Tultepec - Ecatepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	7.60		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	22.00	21.00	20.00
Vel. Prom (km/hr)	21.00		
Tiempo de recorrido	00:20:44	00:21:43	00:22:48

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

- **Costos de Operación Vehicular**

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar.

Para obtención de los COV del presente proyecto se hará uso del modelo computacional VOC-MEX, el cual arroja los resultados base por cada 1,000 vehículos-kilómetro. Los insumos básicos que se ingresaron para las corridas del VOC-MEX son los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 590 2020, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados arrojados por el programa VOC-MEX, para el caso de cada tipo de vehículo del presente proyecto:

Tabla 25 Costos de Operación Vehicular para cada tipo de vehículo

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Actual			
Longitud (km)	0.41		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,463.06	\$ 18,329.68	\$ 12,407.60
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.46	\$ 18.33	\$ 12.41

Punto 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Actual			
Longitud (km)	10.90		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 6,239.84	\$ 16,373.93	\$ 10,877.57
COV (\$/km)/vehículo	\$6.24	\$17.00	\$11.00

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Situación Actual			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,558.53	\$ 18,886.88	\$ 13,843.38
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.56	\$ 18.89	\$ 13.84

Punto 4. Zumpango - Tultepec

Situación Actual			
Longitud (km)	0.40		
IRI (m/km)	5		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,558.53	\$ 18,447.83	\$ 13,386.55
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.56	\$ 18.45	\$ 13.39

Punto 5. Zumpango a Tultitlán

Situación Actual			
Longitud (km)	4.50		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,928.31	\$ 19,141.92	\$ 18,133.09
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.93	\$ 19.14	\$ 18.13

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec

Situación Actual			
Longitud (km)	0.70		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 9,162.65	\$ 21,275.01	\$ 14,761.59
COV (\$/km)/vehículo	\$ 9.16	\$ 21.28	\$ 14.76

Punto 7. Tultepec - Ecatepec

Situación Actual			
Longitud (km)	7.60		
IRI (m/km)	4		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 9,406.09	\$ 21,814.92	\$ 15,225.19
COV (\$/km)/vehículo	\$ 9.41	\$ 21.81	\$ 15.23

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

○ **Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)**

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios.

Con la publicación de los resultados del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores de ingresos y horas trabajadas aplicando la metodología propuesta por Torres (2012), cuyas expresiones básicas y valores se muestran a continuación.

$$SHP = \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$

$$VTpp = 0.3 * 2 * \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$

Dónde:

SHP= Valor tiempo por motivo de trabajo

VTpp= Valor del tiempo por motivo de placer

SMGP = salario mínimo por hora (en pesos)

PHTD = promedio de horas trabajadas diarias = HTP / 7

HTPcenso2010 = promedio de las horas trabajadas por semana = 41.444

FIP censo2010 = factor de ingreso promedio de la población (en SMGP) = 3.367

H = ingreso horario familiar = 2*FIP*SMH

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

Tabla 26 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	70.00%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	30.00%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	20.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	15.00

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020, NOTAS núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

A continuación, se presentan los resultados de los CGV's correspondientes a la situación sin proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 27 Costos representativos de la Situación sin proyecto

Punto 1. Tultepec - Cuautitlán								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.46	\$17.00	\$11.00	\$409,430.31	\$0.00	\$25,144.58	\$434,574.89
2	2023	\$7.55	\$17.20	\$11.13	\$419,315.59	\$0.00	\$25,751.67	\$445,067.27
3	2024	\$7.64	\$17.41	\$11.27	\$429,439.55	\$0.00	\$26,373.42	\$455,812.97
4	2025	\$7.73	\$17.62	\$11.40	\$439,807.94	\$0.00	\$27,010.18	\$466,818.12
5	2026	\$7.83	\$17.83	\$11.54	\$450,426.66	\$0.00	\$27,662.32	\$478,088.98
6	2027	\$7.92	\$18.04	\$11.68	\$461,301.76	\$0.00	\$28,330.20	\$489,631.96
7	2028	\$8.02	\$18.26	\$11.82	\$472,439.43	\$0.00	\$29,014.20	\$501,453.63
8	2029	\$8.11	\$18.48	\$11.96	\$483,846.01	\$0.00	\$29,714.72	\$513,560.73
9	2030	\$8.21	\$18.70	\$12.10	\$495,527.99	\$0.00	\$30,432.15	\$525,960.14
10	2031	\$8.31	\$18.93	\$12.25	\$507,492.01	\$0.00	\$31,166.90	\$538,658.92
11	2032	\$8.41	\$19.15	\$12.39	\$519,744.90	\$0.00	\$31,919.40	\$551,664.30
12	2033	\$8.51	\$19.38	\$12.54	\$532,293.62	\$0.00	\$32,690.06	\$564,983.68
13	2034	\$8.61	\$19.62	\$12.69	\$545,145.32	\$0.00	\$33,479.33	\$578,624.65
14	2035	\$8.71	\$19.85	\$12.85	\$558,307.31	\$0.00	\$34,287.65	\$592,594.96
15	2036	\$8.82	\$20.09	\$13.00	\$571,787.08	\$0.00	\$35,115.49	\$606,902.57
16	2037	\$8.93	\$20.33	\$13.16	\$585,592.31	\$0.00	\$35,963.32	\$621,555.63
17	2038	\$9.03	\$20.57	\$13.31	\$599,730.85	\$0.00	\$36,831.62	\$636,562.47
18	2039	\$9.14	\$20.82	\$13.47	\$614,210.75	\$0.00	\$37,720.88	\$651,931.63
19	2040	\$9.25	\$21.07	\$13.63	\$629,040.25	\$0.00	\$38,631.62	\$667,671.87
20	2041	\$9.36	\$21.32	\$13.80	\$644,227.80	\$0.00	\$39,564.34	\$683,792.14

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	34.00	32.00	30.00	\$228,847.46	\$0.00	\$22,858.71	\$251,706.17
2	2023	33.59	31.62	29.64	\$234,406.50	\$0.00	\$23,413.98	\$257,820.49
3	2024	33.19	31.24	29.28	\$240,100.59	\$0.00	\$23,982.75	\$264,083.33
4	2025	32.79	30.86	28.93	\$245,932.99	\$0.00	\$24,565.32	\$270,498.31
5	2026	32.40	30.49	28.59	\$251,907.07	\$0.00	\$25,162.05	\$277,069.12
6	2027	32.01	30.13	28.24	\$258,026.27	\$0.00	\$25,773.27	\$283,799.55
7	2028	31.62	29.76	27.90	\$264,294.12	\$0.00	\$26,399.35	\$290,693.46
8	2029	31.24	29.41	27.57	\$270,714.22	\$0.00	\$27,040.63	\$297,754.84
9	2030	30.87	29.05	27.24	\$277,290.27	\$0.00	\$27,697.48	\$304,987.75
10	2031	30.50	28.71	26.91	\$284,026.07	\$0.00	\$28,370.30	\$312,396.36

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

11	2032	30.13	28.36	26.59	\$290,925.49	\$0.00	\$29,059.45	\$319,984.94
12	2033	29.77	28.02	26.27	\$297,992.50	\$0.00	\$29,765.35	\$327,757.85
13	2034	29.41	27.68	25.95	\$305,231.19	\$0.00	\$30,488.40	\$335,719.58
14	2035	29.06	27.35	25.64	\$312,645.71	\$0.00	\$31,229.00	\$343,874.71
15	2036	28.71	27.02	25.33	\$320,240.34	\$0.00	\$31,987.60	\$352,227.94
16	2037	28.37	26.70	25.03	\$328,019.46	\$0.00	\$32,764.63	\$360,784.09
17	2038	28.03	26.38	24.73	\$335,987.54	\$0.00	\$33,560.53	\$369,548.07
18	2039	27.69	26.06	24.43	\$344,149.18	\$0.00	\$34,375.77	\$378,524.95
19	2040	27.36	25.75	24.14	\$352,509.08	\$0.00	\$35,210.81	\$387,719.89
20	2041	27.03	25.44	23.85	\$361,072.06	\$0.00	\$36,066.13	\$397,138.19

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$638,277.76	\$0.00	\$48,003.30	\$686,281.06
2	2023	\$653,722.10	\$0.00	\$49,165.66	\$702,887.75
3	2024	\$669,540.14	\$0.00	\$50,356.17	\$719,896.30
4	2025	\$685,740.93	\$0.00	\$51,575.50	\$737,316.43
5	2026	\$702,333.73	\$0.00	\$52,824.37	\$755,158.10
6	2027	\$719,328.03	\$0.00	\$54,103.47	\$773,431.50
7	2028	\$736,733.55	\$0.00	\$55,413.54	\$792,147.09
8	2029	\$754,560.23	\$0.00	\$56,755.34	\$811,315.57
9	2030	\$772,818.26	\$0.00	\$58,129.63	\$830,947.89
10	2031	\$791,518.08	\$0.00	\$59,537.20	\$851,055.28
11	2032	\$810,670.39	\$0.00	\$60,978.85	\$871,649.24
12	2033	\$830,286.12	\$0.00	\$62,455.41	\$892,741.53
13	2034	\$850,376.50	\$0.00	\$63,967.72	\$914,344.23
14	2035	\$870,953.02	\$0.00	\$65,516.66	\$936,469.67
15	2036	\$892,027.42	\$0.00	\$67,103.10	\$959,130.52
16	2037	\$913,611.77	\$0.00	\$68,727.95	\$982,339.72
17	2038	\$935,718.39	\$0.00	\$70,392.15	\$1,006,110.54
18	2039	\$958,359.93	\$0.00	\$72,096.65	\$1,030,456.58
19	2040	\$981,549.34	\$0.00	\$73,842.42	\$1,055,391.76
20	2041	\$1,005,299.86	\$0.00	\$75,630.47	\$1,080,930.33

Punto 2. Zumpango - Tultepec								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$6.24	\$17.00	\$11.00	\$2,327,667.58	\$666,220.25	\$1,444,519.00	\$4,438,406.83
2	2023	\$6.31	\$17.20	\$11.13	\$2,383,866.78	\$682,305.47	\$1,479,395.47	\$4,545,567.72
3	2024	\$6.39	\$17.41	\$11.27	\$2,441,422.86	\$698,779.06	\$1,515,113.99	\$4,655,315.91
4	2025	\$6.47	\$17.62	\$11.40	\$2,500,368.57	\$715,650.38	\$1,551,694.90	\$4,767,713.85
5	2026	\$6.54	\$17.83	\$11.54	\$2,560,737.47	\$732,929.04	\$1,589,159.02	\$4,882,825.54
6	2027	\$6.62	\$18.04	\$11.68	\$2,622,563.92	\$750,624.88	\$1,627,527.68	\$5,000,716.48

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

7	2028	\$6.70	\$18.26	\$11.82	\$2,685,883.10	\$768,747.97	\$1,666,822.71	\$5,121,453.78
8	2029	\$6.78	\$18.48	\$11.96	\$2,750,731.06	\$787,308.62	\$1,707,066.48	\$5,245,106.16
9	2030	\$6.86	\$18.70	\$12.10	\$2,817,144.71	\$806,317.40	\$1,748,281.89	\$5,371,744.00
10	2031	\$6.95	\$18.93	\$12.25	\$2,885,161.86	\$825,785.12	\$1,790,492.41	\$5,501,439.39
11	2032	\$7.03	\$19.15	\$12.39	\$2,954,821.20	\$845,722.88	\$1,833,722.06	\$5,634,266.14
12	2033	\$7.11	\$19.38	\$12.54	\$3,026,162.41	\$866,142.01	\$1,877,995.44	\$5,770,299.86
13	2034	\$7.20	\$19.62	\$12.69	\$3,099,226.07	\$887,054.14	\$1,923,337.76	\$5,909,617.98
14	2035	\$7.29	\$19.85	\$12.85	\$3,174,053.79	\$908,471.18	\$1,969,774.83	\$6,052,299.80
15	2036	\$7.37	\$20.09	\$13.00	\$3,250,688.14	\$930,405.31	\$2,017,333.07	\$6,198,426.52
16	2037	\$7.46	\$20.33	\$13.16	\$3,329,172.76	\$952,869.01	\$2,066,039.56	\$6,348,081.33
17	2038	\$7.55	\$20.57	\$13.31	\$3,409,552.30	\$975,875.08	\$2,115,922.02	\$6,501,349.41
18	2039	\$7.64	\$20.82	\$13.47	\$3,491,872.53	\$999,436.61	\$2,167,008.84	\$6,658,317.99
19	2040	\$7.73	\$21.07	\$13.63	\$3,576,180.30	\$1,023,567.01	\$2,219,329.10	\$6,819,076.42
20	2041	\$7.83	\$21.32	\$13.80	\$3,662,523.60	\$1,048,280.01	\$2,272,912.59	\$6,983,716.20

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)			Situación Sin Proyecto			Total		
Año	A	B	C	Valor Tiempo				
	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	34.00	32.00	30.00	\$1,556,075.75	\$1,997,463.17	\$1,313,199.09	\$4,866,738.01
2	2023	33.59	31.62	29.64	\$1,593,875.16	\$2,045,984.54	\$1,345,098.66	\$4,984,958.36
3	2024	33.19	31.24	29.28	\$1,632,592.78	\$2,095,684.57	\$1,377,773.13	\$5,106,050.47
4	2025	32.79	30.86	28.93	\$1,672,250.90	\$2,146,591.89	\$1,411,241.30	\$5,230,084.08
5	2026	32.40	30.49	28.59	\$1,712,872.38	\$2,198,735.82	\$1,445,522.46	\$5,357,130.66
6	2027	32.01	30.13	28.24	\$1,754,480.62	\$2,252,146.40	\$1,480,636.37	\$5,487,263.39
7	2028	31.62	29.76	27.90	\$1,797,099.58	\$2,306,854.41	\$1,516,603.24	\$5,620,557.24
8	2029	31.24	29.41	27.57	\$1,840,753.82	\$2,362,891.36	\$1,553,443.81	\$5,757,088.99
9	2030	30.87	29.05	27.24	\$1,885,468.49	\$2,420,289.53	\$1,591,179.29	\$5,896,937.31
10	2031	30.50	28.71	26.91	\$1,931,269.34	\$2,479,081.99	\$1,629,831.42	\$6,040,182.75
11	2032	30.13	28.36	26.59	\$1,978,182.77	\$2,539,302.61	\$1,669,422.46	\$6,186,907.84
12	2033	29.77	28.02	26.27	\$2,026,235.79	\$2,600,986.07	\$1,709,975.23	\$6,337,197.09
13	2034	29.41	27.68	25.95	\$2,075,456.09	\$2,664,167.92	\$1,751,513.09	\$6,491,137.10
14	2035	29.06	27.35	25.64	\$2,125,872.03	\$2,728,884.55	\$1,794,059.97	\$6,648,816.55
15	2036	28.71	27.02	25.33	\$2,177,512.64	\$2,795,173.24	\$1,837,640.37	\$6,810,326.26
16	2037	28.37	26.70	25.03	\$2,230,407.69	\$2,863,072.19	\$1,882,279.41	\$6,975,759.29
17	2038	28.03	26.38	24.73	\$2,284,587.63	\$2,932,620.50	\$1,928,002.80	\$7,145,210.93
18	2039	27.69	26.06	24.43	\$2,340,083.69	\$3,003,858.25	\$1,974,836.87	\$7,318,778.81
19	2040	27.36	25.75	24.14	\$2,396,927.83	\$3,076,826.46	\$2,022,808.62	\$7,496,562.91
20	2041	27.03	25.44	23.85	\$2,455,152.79	\$3,151,567.19	\$2,071,945.67	\$7,678,665.65

CGV'S Anuales (\$)					
Año	A	B	C	Total	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$3,883,743.33	\$2,663,683.42	\$2,757,718.09	\$9,305,144.83
2	2023	\$3,977,741.94	\$2,728,290.01	\$2,824,494.13	\$9,530,526.08
3	2024	\$4,074,015.64	\$2,794,463.62	\$2,892,887.12	\$9,761,366.38

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

4	2025	\$4,172,619.47	\$2,862,242.26	\$2,962,936.20	\$9,997,797.94
5	2026	\$4,273,609.85	\$2,931,664.86	\$3,034,681.49	\$10,239,956.20
6	2027	\$4,377,044.53	\$3,002,771.28	\$3,108,164.05	\$10,487,979.87
7	2028	\$4,482,982.68	\$3,075,602.38	\$3,183,425.95	\$10,742,011.01
8	2029	\$4,591,484.88	\$3,150,199.98	\$3,260,510.29	\$11,002,195.15
9	2030	\$4,702,613.20	\$3,226,606.93	\$3,339,461.18	\$11,268,681.31
10	2031	\$4,816,431.20	\$3,304,867.12	\$3,420,323.82	\$11,541,622.13
11	2032	\$4,933,003.97	\$3,385,025.49	\$3,503,144.52	\$11,821,173.97
12	2033	\$5,052,398.20	\$3,467,128.08	\$3,587,970.67	\$12,107,496.95
13	2034	\$5,174,682.16	\$3,551,222.07	\$3,674,850.86	\$12,400,755.09
14	2035	\$5,299,925.82	\$3,637,355.73	\$3,763,834.80	\$12,701,116.35
15	2036	\$5,428,200.79	\$3,725,578.55	\$3,854,973.45	\$13,008,752.79
16	2037	\$5,559,580.44	\$3,815,941.20	\$3,948,318.98	\$13,323,840.62
17	2038	\$5,694,139.94	\$3,908,495.58	\$4,043,924.82	\$13,646,560.34
18	2039	\$5,831,956.22	\$4,003,294.86	\$4,141,845.72	\$13,977,096.80
19	2040	\$5,973,108.13	\$4,100,393.47	\$4,242,137.73	\$14,315,639.33
20	2041	\$6,117,676.40	\$4,199,847.20	\$4,344,858.26	\$14,662,381.85

Punto 3. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.56	\$17.00	\$11.00	\$207,448.91	\$4,810.07	\$6,224.79	\$218,483.77
2	2023	\$7.65	\$17.20	\$11.13	\$212,457.56	\$4,926.20	\$6,375.08	\$223,758.84
3	2024	\$7.74	\$17.41	\$11.27	\$217,587.14	\$5,045.14	\$6,529.00	\$229,161.28
4	2025	\$7.83	\$17.62	\$11.40	\$222,840.56	\$5,166.95	\$6,686.64	\$234,694.15
5	2026	\$7.93	\$17.83	\$11.54	\$228,220.82	\$5,291.70	\$6,848.08	\$240,360.60
6	2027	\$8.02	\$18.04	\$11.68	\$233,730.99	\$5,419.46	\$7,013.42	\$246,163.87
7	2028	\$8.12	\$18.26	\$11.82	\$239,374.19	\$5,550.31	\$7,182.75	\$252,107.25
8	2029	\$8.22	\$18.48	\$11.96	\$245,153.64	\$5,684.32	\$7,356.17	\$258,194.13
9	2030	\$8.32	\$18.70	\$12.10	\$251,072.63	\$5,821.56	\$7,533.78	\$264,427.97
10	2031	\$8.42	\$18.93	\$12.25	\$257,134.52	\$5,962.11	\$7,715.68	\$270,812.31
11	2032	\$8.52	\$19.15	\$12.39	\$263,342.78	\$6,106.06	\$7,901.96	\$277,350.81
12	2033	\$8.62	\$19.38	\$12.54	\$269,700.93	\$6,253.49	\$8,092.75	\$284,047.17
13	2034	\$8.72	\$19.62	\$12.69	\$276,212.59	\$6,404.47	\$8,288.14	\$290,905.20
14	2035	\$8.83	\$19.85	\$12.85	\$282,881.46	\$6,559.10	\$8,488.25	\$297,928.82
15	2036	\$8.93	\$20.09	\$13.00	\$289,711.35	\$6,717.47	\$8,693.19	\$305,122.01
16	2037	\$9.04	\$20.33	\$13.16	\$296,706.14	\$6,879.65	\$8,903.08	\$312,488.87
17	2038	\$9.15	\$20.57	\$13.31	\$303,869.82	\$7,045.75	\$9,118.03	\$320,033.61
18	2039	\$9.26	\$20.82	\$13.47	\$311,206.45	\$7,215.87	\$9,338.18	\$327,760.50
19	2040	\$9.37	\$21.07	\$13.63	\$318,720.22	\$7,390.09	\$9,563.64	\$335,673.95
20	2041	\$9.48	\$21.32	\$13.80	\$326,415.40	\$7,568.51	\$9,794.55	\$343,778.46

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

		Valor Tiempo						
Velocidad de Recorrido (km/hr)		Situación Sin Proyecto			Valor Tiempo			Total
Año		A	B	C	A	B	C	
0	2021				-	-	-	-
1	2022	34.00	32.00	30.00	\$114,487.21	\$14,421.55	\$5,658.90	\$134,567.66
2	2023	33.59	31.62	29.64	\$117,268.28	\$14,771.87	\$5,796.36	\$137,836.51
3	2024	33.19	31.24	29.28	\$120,116.90	\$15,130.70	\$5,937.17	\$141,184.77
4	2025	32.79	30.86	28.93	\$123,034.72	\$15,498.25	\$6,081.39	\$144,614.36
5	2026	32.40	30.49	28.59	\$126,023.42	\$15,874.73	\$6,229.12	\$148,127.26
6	2027	32.01	30.13	28.24	\$129,084.71	\$16,260.35	\$6,380.43	\$151,725.49
7	2028	31.62	29.76	27.90	\$132,220.37	\$16,655.34	\$6,535.42	\$155,411.13
8	2029	31.24	29.41	27.57	\$135,432.20	\$17,059.92	\$6,694.18	\$159,186.30
9	2030	30.87	29.05	27.24	\$138,722.06	\$17,474.33	\$6,856.79	\$163,053.17
10	2031	30.50	28.71	26.91	\$142,091.82	\$17,898.81	\$7,023.35	\$167,013.98
11	2032	30.13	28.36	26.59	\$145,543.45	\$18,333.60	\$7,193.96	\$171,071.00
12	2033	29.77	28.02	26.27	\$149,078.91	\$18,778.95	\$7,368.71	\$175,226.57
13	2034	29.41	27.68	25.95	\$152,700.26	\$19,235.12	\$7,547.71	\$179,483.09
14	2035	29.06	27.35	25.64	\$156,409.58	\$19,702.37	\$7,731.05	\$183,843.00
15	2036	28.71	27.02	25.33	\$160,209.01	\$20,180.97	\$7,918.85	\$188,308.82
16	2037	28.37	26.70	25.03	\$164,100.72	\$20,671.19	\$8,111.21	\$192,883.13
17	2038	28.03	26.38	24.73	\$168,086.97	\$21,173.33	\$8,308.24	\$197,568.55
18	2039	27.69	26.06	24.43	\$172,170.06	\$21,687.66	\$8,510.06	\$202,367.78
19	2040	27.36	25.75	24.14	\$176,352.33	\$22,214.48	\$8,716.79	\$207,283.60
20	2041	27.03	25.44	23.85	\$180,636.19	\$22,754.11	\$8,928.53	\$212,318.83

		CGV'S Anuales (\$)			
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$321,936.12	\$19,231.62	\$11,883.69	\$353,051.44
2	2023	\$329,725.84	\$19,698.07	\$12,171.45	\$361,595.36
3	2024	\$337,704.03	\$20,175.84	\$12,466.17	\$370,346.05
4	2025	\$345,875.28	\$20,665.20	\$12,768.03	\$379,308.51
5	2026	\$354,244.24	\$21,166.43	\$13,077.20	\$388,487.86
6	2027	\$362,815.70	\$21,679.81	\$13,393.85	\$397,889.36
7	2028	\$371,594.56	\$22,205.65	\$13,718.17	\$407,518.38
8	2029	\$380,585.84	\$22,744.24	\$14,050.35	\$417,380.43
9	2030	\$389,794.68	\$23,295.89	\$14,390.57	\$427,481.14
10	2031	\$399,226.35	\$23,860.92	\$14,739.03	\$437,826.30
11	2032	\$408,886.22	\$24,439.66	\$15,095.92	\$448,421.81
12	2033	\$418,779.84	\$25,032.44	\$15,461.46	\$459,273.74
13	2034	\$428,912.85	\$25,639.59	\$15,835.85	\$470,388.29
14	2035	\$439,291.05	\$26,261.47	\$16,219.30	\$481,771.81
15	2036	\$449,920.36	\$26,898.43	\$16,612.04	\$493,430.83
16	2037	\$460,806.87	\$27,550.84	\$17,014.29	\$505,372.00
17	2038	\$471,956.79	\$28,219.08	\$17,426.28	\$517,602.15
18	2039	\$483,376.51	\$28,903.53	\$17,848.24	\$530,128.28

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

19	2040	\$495,072.55	\$29,604.57	\$18,280.43	\$542,957.54
20	2041	\$507,051.59	\$30,322.62	\$18,723.08	\$556,097.28

Punto 4. Zumpango - Tultepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.56	\$17.00	\$11.00	\$41,354.86	\$0.00	\$607.92	\$41,962.78
2	2023	\$7.65	\$17.20	\$11.13	\$42,353.33	\$0.00	\$622.60	\$42,975.93
3	2024	\$7.74	\$17.41	\$11.27	\$43,375.91	\$0.00	\$637.63	\$44,013.54
4	2025	\$7.83	\$17.62	\$11.40	\$44,423.17	\$0.00	\$653.02	\$45,076.20
5	2026	\$7.93	\$17.83	\$11.54	\$45,495.73	\$0.00	\$668.79	\$46,164.52
6	2027	\$8.02	\$18.04	\$11.68	\$46,594.18	\$0.00	\$684.94	\$47,279.11
7	2028	\$8.12	\$18.26	\$11.82	\$47,719.15	\$0.00	\$701.48	\$48,420.62
8	2029	\$8.22	\$18.48	\$11.96	\$48,871.28	\$0.00	\$718.41	\$49,589.69
9	2030	\$8.32	\$18.70	\$12.10	\$50,051.22	\$0.00	\$735.76	\$50,786.98
10	2031	\$8.42	\$18.93	\$12.25	\$51,259.66	\$0.00	\$753.52	\$52,013.18
11	2032	\$8.52	\$19.15	\$12.39	\$52,497.27	\$0.00	\$771.72	\$53,268.99
12	2033	\$8.62	\$19.38	\$12.54	\$53,764.77	\$0.00	\$790.35	\$54,555.12
13	2034	\$8.72	\$19.62	\$12.69	\$55,062.87	\$0.00	\$809.43	\$55,872.29
14	2035	\$8.83	\$19.85	\$12.85	\$56,392.30	\$0.00	\$828.97	\$57,221.28
15	2036	\$8.93	\$20.09	\$13.00	\$57,753.84	\$0.00	\$848.99	\$58,602.83
16	2037	\$9.04	\$20.33	\$13.16	\$59,148.25	\$0.00	\$869.48	\$60,017.73
17	2038	\$9.15	\$20.57	\$13.31	\$60,576.32	\$0.00	\$890.48	\$61,466.80
18	2039	\$9.26	\$20.82	\$13.47	\$62,038.88	\$0.00	\$911.98	\$62,950.86
19	2040	\$9.37	\$21.07	\$13.63	\$63,536.74	\$0.00	\$934.00	\$64,470.74
20	2041	\$9.48	\$21.32	\$13.80	\$65,070.78	\$0.00	\$956.55	\$66,027.32

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	27.00	25.00	23.00	\$28,740.05	\$0.00	\$720.85	\$29,460.90
2	2023	26.68	24.70	22.72	\$29,438.19	\$0.00	\$738.36	\$30,176.55
3	2024	26.36	24.40	22.45	\$30,153.28	\$0.00	\$756.30	\$30,909.58
4	2025	26.04	24.11	22.18	\$30,885.75	\$0.00	\$774.67	\$31,660.42
5	2026	25.73	23.82	21.92	\$31,636.01	\$0.00	\$793.49	\$32,429.50
6	2027	25.42	23.54	21.65	\$32,404.50	\$0.00	\$812.77	\$33,217.26
7	2028	25.11	23.25	21.39	\$33,191.65	\$0.00	\$832.51	\$34,024.16
8	2029	24.81	22.97	21.14	\$33,997.93	\$0.00	\$852.73	\$34,850.66
9	2030	24.51	22.70	20.88	\$34,823.79	\$0.00	\$873.45	\$35,697.23
10	2031	24.22	22.43	20.63	\$35,669.71	\$0.00	\$894.66	\$36,564.37
11	2032	23.93	22.16	20.38	\$36,536.18	\$0.00	\$916.40	\$37,452.58

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

12	2033	23.64	21.89	20.14	\$37,423.70	\$0.00	\$938.66	\$38,362.36
13	2034	23.36	21.63	19.90	\$38,332.78	\$0.00	\$961.46	\$39,294.23
14	2035	23.08	21.37	19.66	\$39,263.94	\$0.00	\$984.81	\$40,248.75
15	2036	22.80	21.11	19.42	\$40,217.72	\$0.00	\$1,008.74	\$41,226.45
16	2037	22.53	20.86	19.19	\$41,194.67	\$0.00	\$1,033.24	\$42,227.91
17	2038	22.26	20.61	18.96	\$42,195.35	\$0.00	\$1,058.34	\$43,253.68
18	2039	21.99	20.36	18.73	\$43,220.33	\$0.00	\$1,084.05	\$44,304.38
19	2040	21.73	20.12	18.51	\$44,270.22	\$0.00	\$1,110.38	\$45,380.60
20	2041	21.47	19.88	18.29	\$45,345.61	\$0.00	\$1,137.35	\$46,482.96

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$70,094.90	\$0.00	\$1,328.77	\$71,423.68
2	2023	\$71,791.51	\$0.00	\$1,360.96	\$73,152.48
3	2024	\$73,529.19	\$0.00	\$1,393.93	\$74,923.12
4	2025	\$75,308.93	\$0.00	\$1,427.70	\$76,736.62
5	2026	\$77,131.74	\$0.00	\$1,462.28	\$78,594.02
6	2027	\$78,998.67	\$0.00	\$1,497.70	\$80,496.38
7	2028	\$80,910.80	\$0.00	\$1,533.98	\$82,444.78
8	2029	\$82,869.20	\$0.00	\$1,571.14	\$84,440.35
9	2030	\$84,875.01	\$0.00	\$1,609.20	\$86,484.22
10	2031	\$86,929.37	\$0.00	\$1,648.19	\$88,577.56
11	2032	\$89,033.46	\$0.00	\$1,688.11	\$90,721.57
12	2033	\$91,188.47	\$0.00	\$1,729.00	\$92,917.47
13	2034	\$93,395.64	\$0.00	\$1,770.89	\$95,166.53
14	2035	\$95,656.24	\$0.00	\$1,813.79	\$97,470.03
15	2036	\$97,971.56	\$0.00	\$1,857.72	\$99,829.28
16	2037	\$100,342.91	\$0.00	\$1,902.72	\$102,245.64
17	2038	\$102,771.67	\$0.00	\$1,948.82	\$104,720.49
18	2039	\$105,259.21	\$0.00	\$1,996.02	\$107,255.24
19	2040	\$107,806.97	\$0.00	\$2,044.38	\$109,851.34
20	2041	\$110,416.39	\$0.00	\$2,093.90	\$112,510.29

Punto 5. Zumpango a Tultitlán

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.93	\$17.00	\$11.00	\$1,761,308.69	\$0.00	\$24,683.82	\$1,785,992.50
2	2023	\$8.02	\$17.20	\$11.13	\$1,803,833.72	\$0.00	\$25,279.78	\$1,829,113.51
3	2024	\$8.12	\$17.41	\$11.27	\$1,847,385.48	\$0.00	\$25,890.14	\$1,873,275.62
4	2025	\$8.22	\$17.62	\$11.40	\$1,891,988.76	\$0.00	\$26,515.23	\$1,918,503.99
5	2026	\$8.32	\$17.83	\$11.54	\$1,937,668.94	\$0.00	\$27,155.42	\$1,964,824.35
6	2027	\$8.42	\$18.04	\$11.68	\$1,984,452.01	\$0.00	\$27,811.06	\$2,012,263.07
7	2028	\$8.52	\$18.26	\$11.82	\$2,032,364.62	\$0.00	\$28,482.53	\$2,060,847.15

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

8	2029	\$8.62	\$18.48	\$11.96	\$2,081,434.04	\$0.00	\$29,170.21	\$2,110,604.24
9	2030	\$8.72	\$18.70	\$12.10	\$2,131,688.18	\$0.00	\$29,874.49	\$2,161,562.67
10	2031	\$8.83	\$18.93	\$12.25	\$2,183,155.66	\$0.00	\$30,595.78	\$2,213,751.44
11	2032	\$8.93	\$19.15	\$12.39	\$2,235,865.77	\$0.00	\$31,334.49	\$2,267,200.26
12	2033	\$9.04	\$19.38	\$12.54	\$2,289,848.51	\$0.00	\$32,091.03	\$2,321,939.54
13	2034	\$9.15	\$19.62	\$12.69	\$2,345,134.61	\$0.00	\$32,865.83	\$2,378,000.45
14	2035	\$9.26	\$19.85	\$12.85	\$2,401,755.54	\$0.00	\$33,659.35	\$2,435,414.89
15	2036	\$9.37	\$20.09	\$13.00	\$2,459,743.53	\$0.00	\$34,472.02	\$2,494,215.55
16	2037	\$9.48	\$20.33	\$13.16	\$2,519,131.58	\$0.00	\$35,304.31	\$2,554,435.89
17	2038	\$9.60	\$20.57	\$13.31	\$2,579,953.49	\$0.00	\$36,156.70	\$2,616,110.19
18	2039	\$9.71	\$20.82	\$13.47	\$2,642,243.89	\$0.00	\$37,029.66	\$2,679,273.55
19	2040	\$9.83	\$21.07	\$13.63	\$2,706,038.22	\$0.00	\$37,923.71	\$2,743,961.93
20	2041	\$9.95	\$21.32	\$13.80	\$2,771,372.81	\$0.00	\$38,839.34	\$2,810,212.15

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021				-	-	-	-
1	2022	30.00	28.00	26.00	\$1,050,257.06	\$0.00	\$25,892.12	\$1,076,149.17
2	2023	29.64	27.66	25.69	\$1,075,769.37	\$0.00	\$26,521.08	\$1,102,290.45
3	2024	29.28	27.33	25.38	\$1,101,901.42	\$0.00	\$27,165.31	\$1,129,066.74
4	2025	28.93	27.00	25.08	\$1,128,668.26	\$0.00	\$27,825.20	\$1,156,493.46
5	2026	28.59	26.68	24.77	\$1,156,085.30	\$0.00	\$28,501.11	\$1,184,586.42
6	2027	28.24	26.36	24.48	\$1,184,168.35	\$0.00	\$29,193.45	\$1,213,361.80
7	2028	27.90	26.04	24.18	\$1,212,933.57	\$0.00	\$29,902.60	\$1,242,836.17
8	2029	27.57	25.73	23.89	\$1,242,397.54	\$0.00	\$30,628.98	\$1,273,026.52
9	2030	27.24	25.42	23.61	\$1,272,577.24	\$0.00	\$31,373.00	\$1,303,950.25
10	2031	26.91	25.12	23.32	\$1,303,490.05	\$0.00	\$32,135.10	\$1,335,625.15
11	2032	26.59	24.82	23.04	\$1,335,153.77	\$0.00	\$32,915.71	\$1,368,069.49
12	2033	26.27	24.52	22.77	\$1,367,586.66	\$0.00	\$33,715.28	\$1,401,301.94
13	2034	25.95	24.22	22.49	\$1,400,807.39	\$0.00	\$34,534.28	\$1,435,341.67
14	2035	25.64	23.93	22.22	\$1,434,835.10	\$0.00	\$35,373.17	\$1,470,208.26
15	2036	25.33	23.65	21.96	\$1,469,689.39	\$0.00	\$36,232.43	\$1,505,921.83
16	2037	25.03	23.36	21.69	\$1,505,390.35	\$0.00	\$37,112.57	\$1,542,502.92
17	2038	24.73	23.08	21.43	\$1,541,958.53	\$0.00	\$38,014.09	\$1,579,972.63
18	2039	24.43	22.80	21.18	\$1,579,415.02	\$0.00	\$38,937.51	\$1,618,352.53
19	2040	24.14	22.53	20.92	\$1,617,781.37	\$0.00	\$39,883.36	\$1,657,664.74
20	2041	23.85	22.26	20.67	\$1,657,079.71	\$0.00	\$40,852.19	\$1,697,931.90

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$2,811,565.74	\$0.00	\$50,575.94	\$2,862,141.68
2	2023	\$2,879,603.10	\$0.00	\$51,800.86	\$2,931,403.96
3	2024	\$2,949,286.91	\$0.00	\$53,055.45	\$3,002,342.36
4	2025	\$3,020,657.02	\$0.00	\$54,340.43	\$3,074,997.45

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

5	2026	\$3,093,754.24	\$0.00	\$55,656.53	\$3,149,410.77
6	2027	\$3,168,620.36	\$0.00	\$57,004.50	\$3,225,624.87
7	2028	\$3,245,298.19	\$0.00	\$58,385.13	\$3,303,683.32
8	2029	\$3,323,831.58	\$0.00	\$59,799.19	\$3,383,630.77
9	2030	\$3,404,265.42	\$0.00	\$61,247.50	\$3,465,512.92
10	2031	\$3,486,645.71	\$0.00	\$62,730.88	\$3,549,376.59
11	2032	\$3,571,019.54	\$0.00	\$64,250.20	\$3,635,269.74
12	2033	\$3,657,435.17	\$0.00	\$65,806.31	\$3,723,241.48
13	2034	\$3,745,942.00	\$0.00	\$67,400.11	\$3,813,342.11
14	2035	\$3,836,590.64	\$0.00	\$69,032.51	\$3,905,623.15
15	2036	\$3,929,432.92	\$0.00	\$70,704.45	\$4,000,137.37
16	2037	\$4,024,521.93	\$0.00	\$72,416.88	\$4,096,938.81
17	2038	\$4,121,912.03	\$0.00	\$74,170.79	\$4,196,082.82
18	2039	\$4,221,658.90	\$0.00	\$75,967.18	\$4,297,626.08
19	2040	\$4,323,819.60	\$0.00	\$77,807.07	\$4,401,626.67
20	2041	\$4,428,452.52	\$0.00	\$79,691.53	\$4,508,144.05

Punto 6. Tultitlán - Ecatepec								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$9.16	\$17.00	\$11.00	\$372,999.06	\$7,208.82	\$13,993.59	\$394,201.47
2	2023	\$9.27	\$17.20	\$11.13	\$382,004.75	\$7,382.87	\$14,331.45	\$403,719.07
3	2024	\$9.38	\$17.41	\$11.27	\$391,227.87	\$7,561.12	\$14,677.47	\$413,466.47
4	2025	\$9.50	\$17.62	\$11.40	\$400,673.68	\$7,743.68	\$15,031.84	\$423,449.20
5	2026	\$9.61	\$17.83	\$11.54	\$410,347.54	\$7,930.64	\$15,394.77	\$433,672.96
6	2027	\$9.73	\$18.04	\$11.68	\$420,254.97	\$8,122.12	\$15,766.46	\$444,143.56
7	2028	\$9.84	\$18.26	\$11.82	\$430,401.61	\$8,318.22	\$16,147.13	\$454,866.96
8	2029	\$9.96	\$18.48	\$11.96	\$440,793.23	\$8,519.05	\$16,536.99	\$465,849.27
9	2030	\$10.08	\$18.70	\$12.10	\$451,435.74	\$8,724.74	\$16,936.26	\$477,096.73
10	2031	\$10.20	\$18.93	\$12.25	\$462,335.20	\$8,935.39	\$17,345.16	\$488,615.76
11	2032	\$10.32	\$19.15	\$12.39	\$473,497.82	\$9,151.12	\$17,763.95	\$500,412.89
12	2033	\$10.45	\$19.38	\$12.54	\$484,929.96	\$9,372.07	\$18,192.84	\$512,494.86
13	2034	\$10.57	\$19.62	\$12.69	\$496,638.10	\$9,598.35	\$18,632.09	\$524,868.54
14	2035	\$10.70	\$19.85	\$12.85	\$508,628.94	\$9,830.09	\$19,081.94	\$537,540.97
15	2036	\$10.83	\$20.09	\$13.00	\$520,909.27	\$10,067.43	\$19,542.65	\$550,519.35
16	2037	\$10.96	\$20.33	\$13.16	\$533,486.11	\$10,310.50	\$20,014.49	\$563,811.09
17	2038	\$11.09	\$20.57	\$13.31	\$546,366.59	\$10,559.43	\$20,497.72	\$577,423.75
18	2039	\$11.22	\$20.82	\$13.47	\$559,558.07	\$10,814.38	\$20,992.62	\$591,365.07
19	2040	\$11.36	\$21.07	\$13.63	\$573,068.04	\$11,075.48	\$21,499.47	\$605,642.99
20	2041	\$11.49	\$21.32	\$13.80	\$586,904.19	\$11,342.89	\$22,018.55	\$620,265.63

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	22.00	21.00	20.00	\$262,437.46	\$32,934.86	\$19,082.17	\$314,454.49
2	2023	21.74	20.75	19.76	\$268,812.46	\$33,734.90	\$19,545.71	\$322,093.06
3	2024	21.48	20.50	19.52	\$275,342.32	\$34,554.37	\$20,020.50	\$329,917.18
4	2025	21.22	20.25	19.29	\$282,030.79	\$35,393.75	\$20,506.83	\$337,931.37
5	2026	20.96	20.01	19.06	\$288,881.74	\$36,253.51	\$21,004.97	\$346,140.23
6	2027	20.71	19.77	18.83	\$295,899.12	\$37,134.16	\$21,515.21	\$354,548.49
7	2028	20.46	19.53	18.60	\$303,086.95	\$38,036.21	\$22,037.85	\$363,161.01
8	2029	20.22	19.30	18.38	\$310,449.38	\$38,960.17	\$22,573.18	\$371,982.73
9	2030	19.97	19.07	18.16	\$317,990.66	\$39,906.57	\$23,121.52	\$381,018.75
10	2031	19.73	18.84	17.94	\$325,715.13	\$40,875.96	\$23,683.17	\$390,274.26
11	2032	19.50	18.61	17.73	\$333,627.24	\$41,868.90	\$24,258.47	\$399,754.61
12	2033	19.26	18.39	17.51	\$341,731.55	\$42,885.95	\$24,847.75	\$409,465.25
13	2034	19.03	18.17	17.30	\$350,032.72	\$43,927.72	\$25,451.34	\$419,411.77
14	2035	18.80	17.95	17.10	\$358,535.54	\$44,994.79	\$26,069.59	\$429,599.91
15	2036	18.58	17.73	16.89	\$367,244.90	\$46,087.78	\$26,702.86	\$440,035.54
16	2037	18.36	17.52	16.69	\$376,165.83	\$47,207.32	\$27,351.51	\$450,724.66
17	2038	18.14	17.31	16.49	\$385,303.46	\$48,354.06	\$28,015.92	\$461,673.44
18	2039	17.92	17.10	16.29	\$394,663.06	\$49,528.65	\$28,696.47	\$472,888.18
19	2040	17.70	16.90	16.09	\$404,250.02	\$50,731.77	\$29,393.55	\$484,375.34
20	2041	17.49	16.70	15.90	\$414,069.86	\$51,964.12	\$30,107.56	\$496,141.54

CGV'S Anuales (\$)					
Año	A	B	C	Total	
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$635,436.52	\$40,143.68	\$33,075.76	\$708,655.96
2	2023	\$650,817.21	\$41,117.77	\$33,877.16	\$725,812.13
3	2024	\$666,570.19	\$42,115.49	\$34,697.97	\$743,383.65
4	2025	\$682,704.47	\$43,137.42	\$35,538.67	\$761,380.57
5	2026	\$699,229.29	\$44,184.15	\$36,399.74	\$779,813.18
6	2027	\$716,154.09	\$45,256.28	\$37,281.68	\$798,692.05
7	2028	\$733,488.56	\$46,354.43	\$38,184.98	\$818,027.96
8	2029	\$751,242.61	\$47,479.22	\$39,110.17	\$837,832.00
9	2030	\$769,426.40	\$48,631.30	\$40,057.77	\$858,115.48
10	2031	\$788,050.34	\$49,811.34	\$41,028.34	\$878,890.02
11	2032	\$807,125.07	\$51,020.02	\$42,022.42	\$900,167.50
12	2033	\$826,661.50	\$52,258.02	\$43,040.59	\$921,960.11
13	2034	\$846,670.82	\$53,526.07	\$44,083.42	\$944,280.31
14	2035	\$867,164.47	\$54,824.88	\$45,151.53	\$967,140.88
15	2036	\$888,154.18	\$56,155.21	\$46,245.51	\$990,554.89
16	2037	\$909,651.94	\$57,517.82	\$47,366.00	\$1,014,535.75
17	2038	\$931,670.06	\$58,913.49	\$48,513.64	\$1,039,097.19
18	2039	\$954,221.13	\$60,343.03	\$49,689.09	\$1,064,253.25

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

19	2040	\$977,318.06	\$61,807.26	\$50,893.01	\$1,090,018.33
20	2041	\$1,000,974.05	\$63,307.01	\$52,126.11	\$1,116,407.17

Punto 7. Tultepec - Ecatepec								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$9.16	\$17.00	\$11.00	\$1,990,898.73	\$82,085.10	\$212,455.56	\$2,285,439.39
2	2023	\$9.27	\$17.20	\$11.13	\$2,038,966.99	\$84,066.96	\$217,585.08	\$2,340,619.04
3	2024	\$9.38	\$17.41	\$11.27	\$2,088,195.81	\$86,096.68	\$222,838.46	\$2,397,130.94
4	2025	\$9.50	\$17.62	\$11.40	\$2,138,613.21	\$88,175.39	\$228,218.67	\$2,455,007.27
5	2026	\$9.61	\$17.83	\$11.54	\$2,190,247.88	\$90,304.30	\$233,728.78	\$2,514,280.97
6	2027	\$9.73	\$18.04	\$11.68	\$2,243,129.23	\$92,484.61	\$239,371.93	\$2,574,985.77
7	2028	\$9.84	\$18.26	\$11.82	\$2,297,287.34	\$94,717.56	\$245,151.32	\$2,637,156.22
8	2029	\$9.96	\$18.48	\$11.96	\$2,352,753.05	\$97,004.42	\$251,070.26	\$2,700,827.72
9	2030	\$10.08	\$18.70	\$12.10	\$2,409,557.92	\$99,346.49	\$257,132.10	\$2,766,036.51
10	2031	\$10.20	\$18.93	\$12.25	\$2,467,734.28	\$101,745.11	\$263,340.29	\$2,832,819.69
11	2032	\$10.32	\$19.15	\$12.39	\$2,527,315.26	\$104,201.65	\$269,698.38	\$2,901,215.29
12	2033	\$10.45	\$19.38	\$12.54	\$2,588,334.76	\$106,717.49	\$276,209.98	\$2,971,262.23
13	2034	\$10.57	\$19.62	\$12.69	\$2,650,827.51	\$109,294.08	\$282,878.79	\$3,043,000.39
14	2035	\$10.70	\$19.85	\$12.85	\$2,714,829.09	\$111,932.88	\$289,708.62	\$3,116,470.59
15	2036	\$10.83	\$20.09	\$13.00	\$2,780,375.93	\$114,635.38	\$296,703.35	\$3,191,714.66
16	2037	\$10.96	\$20.33	\$13.16	\$2,847,505.32	\$117,403.14	\$303,866.95	\$3,268,775.41
17	2038	\$11.09	\$20.57	\$13.31	\$2,916,255.49	\$120,237.72	\$311,203.51	\$3,347,696.73
18	2039	\$11.22	\$20.82	\$13.47	\$2,986,665.56	\$123,140.74	\$318,717.21	\$3,428,523.52
19	2040	\$11.36	\$21.07	\$13.63	\$3,058,775.62	\$126,113.85	\$326,412.32	\$3,511,301.79
20	2041	\$11.49	\$21.32	\$13.80	\$3,132,626.70	\$129,158.74	\$334,293.22	\$3,596,078.66

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	22.00	21.00	20.00	\$1,400,771.38	\$375,021.33	\$289,712.12	\$2,065,504.83
2	2023	21.74	20.75	19.76	\$1,434,798.21	\$384,131.16	\$296,749.66	\$2,115,679.04
3	2024	21.48	20.50	19.52	\$1,469,651.61	\$393,462.28	\$303,958.16	\$2,167,072.05
4	2025	21.22	20.25	19.29	\$1,505,351.65	\$403,020.07	\$311,341.76	\$2,219,713.47
5	2026	20.96	20.01	19.06	\$1,541,918.89	\$412,810.03	\$318,904.71	\$2,273,633.64
6	2027	20.71	19.77	18.83	\$1,579,374.41	\$422,837.81	\$326,651.39	\$2,328,863.61
7	2028	20.46	19.53	18.60	\$1,617,739.78	\$433,109.17	\$334,586.24	\$2,385,435.19
8	2029	20.22	19.30	18.38	\$1,657,037.11	\$443,630.04	\$342,713.84	\$2,443,380.99
9	2030	19.97	19.07	18.16	\$1,697,289.02	\$454,406.48	\$351,038.87	\$2,502,734.37
10	2031	19.73	18.84	17.94	\$1,738,518.71	\$465,444.69	\$359,566.13	\$2,563,529.54
11	2032	19.50	18.61	17.73	\$1,780,749.94	\$476,751.04	\$368,300.53	\$2,625,801.51

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

12	2033	19.26	18.39	17.51	\$1,824,007.02	\$488,332.04	\$377,247.10	\$2,689,586.16
13	2034	19.03	18.17	17.30	\$1,868,314.88	\$500,194.36	\$386,411.00	\$2,754,920.24
14	2035	18.80	17.95	17.10	\$1,913,699.05	\$512,344.83	\$395,797.50	\$2,821,841.38
15	2036	18.58	17.73	16.89	\$1,960,185.67	\$524,790.45	\$405,412.02	\$2,890,388.13
16	2037	18.36	17.52	16.69	\$2,007,801.51	\$537,538.39	\$415,260.08	\$2,960,599.99
17	2038	18.14	17.31	16.49	\$2,056,574.02	\$550,596.01	\$425,347.37	\$3,032,517.40
18	2039	17.92	17.10	16.29	\$2,106,531.28	\$563,970.81	\$435,679.70	\$3,106,181.79
19	2040	17.70	16.90	16.09	\$2,157,702.08	\$577,670.51	\$446,263.01	\$3,181,635.60
20	2041	17.49	16.70	15.90	\$2,210,115.90	\$591,702.99	\$457,103.41	\$3,258,922.29

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$3,391,670.11	\$457,106.43	\$502,167.68	\$4,350,944.22
2	2023	\$3,473,765.20	\$468,198.13	\$514,334.75	\$4,456,298.07
3	2024	\$3,557,847.42	\$479,558.96	\$526,796.61	\$4,564,202.99
4	2025	\$3,643,964.86	\$491,195.47	\$539,560.42	\$4,674,720.75
5	2026	\$3,732,166.78	\$503,114.33	\$552,633.49	\$4,787,914.61
6	2027	\$3,822,503.64	\$515,322.41	\$566,023.31	\$4,903,849.37
7	2028	\$3,915,027.13	\$527,826.73	\$579,737.56	\$5,022,591.41
8	2029	\$4,009,790.15	\$540,634.46	\$593,784.10	\$5,144,208.71
9	2030	\$4,106,846.94	\$553,752.97	\$608,170.97	\$5,268,770.88
10	2031	\$4,206,253.00	\$567,189.81	\$622,906.43	\$5,396,349.23
11	2032	\$4,308,065.20	\$580,952.69	\$637,998.91	\$5,527,016.80
12	2033	\$4,412,341.78	\$595,049.53	\$653,457.08	\$5,660,848.40
13	2034	\$4,519,142.40	\$609,488.43	\$669,289.80	\$5,797,920.63
14	2035	\$4,628,528.14	\$624,277.70	\$685,506.12	\$5,938,311.97
15	2036	\$4,740,561.59	\$639,425.83	\$702,115.36	\$6,082,102.79
16	2037	\$4,855,306.84	\$654,941.53	\$719,127.03	\$6,229,375.40
17	2038	\$4,972,829.51	\$670,833.73	\$736,550.89	\$6,380,214.13
18	2039	\$5,093,196.85	\$687,111.55	\$754,396.91	\$6,534,705.31
19	2040	\$5,216,477.70	\$703,784.36	\$772,675.33	\$6,692,937.39
20	2041	\$5,342,742.60	\$720,861.73	\$791,396.63	\$6,855,000.95

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

e) Alternativas de Solución

La selección de alternativas del presente proyecto es parte del proceso de decisión, normalmente es necesaria la evaluación comparativa de los costos y beneficios de las propuestas mutuamente excluyentes.

Para el caso del presente proyecto se considerará como Alternativa A la construcción de rutas que permitan dar acceso a los habitantes locales al Circuito Exterior Mexiquense de tal forma que podrán optimizar sus distancias de recorrido y tiempos de traslado principalmente. Se pretende llevar a cabo esta alternativa a base de carpeta asfáltica, con obras de drenaje y señalamiento horizontal y vertical. En conjunto, los trabajos permitirán mejorar las condiciones de transitabilidad de los usuarios.

Como Alternativa "B" se considera la construcción de rutas alternas como acceso al Circuito a base de losas de concreto hidráulico, las cuales permitirán aumentar la vida útil de las mismas.

Cabe mencionar que para la evaluación se consideró una tasa social de descuento de 10% conforme a lo señalado por la Unidad de Inversiones en su oficio circular número 400.1.410.14.009 de fecha 13 de enero de 2014.⁴

A continuación, se lleva a cabo el análisis de cada alternativa a partir del Costo Anual Equivalente, ya que el horizonte de evaluación de cada alternativa es diferente.

Alternativa A / Aceptada

La alternativa A consiste en la construcción de 7 ramas a base de carpeta asfáltica, para que los usuarios ingresen y abandonen el Circuito hacia las localidades pertenecientes a los municipios de Tultitlán, Tultepec, Nextlalpan y Tonanitla principalmente.

Además, se implementarán obras de drenaje para evacuar el agua pluvial a zonas donde no se dañe el pavimento y se colocará señalamiento horizontal y vertical con la finalidad de visualizar la geometría de los caminos, así como avisar de restricciones y prevenciones a los usuarios sobre las rutas a tomar.

Las rutas que se tienen en proyecto son las siguientes:

- Punto 1 = Rama 21. Dirección Tultepec - Cuautitlán
- Punto 2 = Rama 2. Dirección Tultitlán – Tultepec
- Punto 3 = Rama 22. Dirección Tultepec – Cuautitlán
- Punto 4 = Rama 41. Dirección Zumpango – Tultepec
- Punto 5 = Rama 4. Dirección Tultepec – Tultitlán
- Punto 6 = Rama 0. Dirección Tultitlán – Ecatepec
- Punto 7 = Rama 3. Dirección Nextlalpan - Ecatepec

Ventajas:

*Reducción al ruido. El uso de superficies de asfalto puede reducir de forma significativa el ruido dentro y fuera del automóvil, ayudando a prevenir accidentes al aliviar una fuente de estrés que contribuye al cansancio del conductor.

*Dispersión del agua en la superficie. El asfalto tiene la capacidad de dispersar y drenar rápidamente el agua sobre la superficie.

*Fácil mantenimiento. Debido a que el asfalto no necesita un tiempo de "curación", los conductores pueden utilizar las carreteras tan pronto como el ultimo rodillo deja la zona de construcción.

⁴ Publicado en el DOF el 15 de mayo de 2014

*Menos molestias. Debido a su fácil construcción, las molestias generadas a los usuarios se reducen de manera significativa.

*Reciclable. El asfalto es un material reciclable, lo que permite ahorrar dinero y preservando materiales no renovables.

Desventajas:

*Mantenimiento mayor. El mantenimiento asfáltico necesita más trabajos de mantenimiento, ya que se daña más rápidamente en comparación del hormigón.

*Menor tiempo de vida útil. El asfalto tiene una durabilidad menor

*Cuestiones ambientales: Se liberan hidrocarburos, que a su vez conducen a la contaminación

Periodo de Vida útil:

*20 años, siempre y cuando se cumpla con el programa de mantenimiento adecuado, que respete la calendarización del mantenimiento rutinario, periódico y rehabilitación.

1. Mantenimiento

A continuación, se describen los trabajos correspondientes al mantenimiento de la Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)

- **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía así como de la estructura del puente superior vehicular.⁵

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo aislado: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

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

- **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo aislado: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Renivelaciones: Actividades que se realizan sobre la superficie de una carpeta asfáltica para corregir deformaciones permanentes, tales como roderas, depresiones y corrugaciones.

*Riego de sello. Aplicación de un riego de material asfáltico con el objeto de mejorar las características de una resistencia de derrapamiento y la seguridad de la superficie de rodadura.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Reposición parcial de botones. Actividades que se realizan para reponer botones sobre carreteras, cuando han sufrido algún tipo de daño.

- **Rehabilitación (Cada 10 años):**

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Fresado de la carpeta asfáltica que son el conjunto de actividades que se realizan con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar capas de rodadura deterioradas.

*Carpeta asfáltica: son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Señalamiento vertical: El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos.

Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos y Técnicas para La Conservación de Carreteras en México 2014 la cual nos dice "Para determinar las acciones de mantenimiento es necesario auscultar la red de carreteras para conocer sus condiciones actuales. Los resultados de la evaluación permiten conocer el estado físico de cada tramo y clasificarlos, determinando sus niveles de atención. Con base en esto, las áreas responsables pueden determinar las acciones de conservación de la red, previa la formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramo, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,".⁶

Los costos de mantenimiento se presentan a continuación de acuerdo a la etapa de operación:

Tabla 28 Mantenimiento de la Alternativa A

Mantenimiento Alternativa A			
Mantenimiento	Periodo	Descripción	Monto S/IVA
Rutinario	1 año	Limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado y señalamiento horizontal.	\$457,700.00
Conservación Periódica	3 años	Limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado, renivelaciones de 3.5 cm, riego de sello, señalamiento horizontal y reposición de botones.	\$3,138,000.00
Rehabilitación	10 años	Limpieza de la superficie de rodadura, fresado de la carpeta, sobrecarpeta de 5 cm de espesor, señalamiento horizontal, reposición de botones y reposición de señalamiento horizontal	\$6,148,800.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP

Para efecto de este proyecto no se considerará una reconstrucción como mantenimiento, ya que, de ser así, se tendría de nuevo el inicio del presente estudio, siendo que, como mantenimiento mayor se contempla una rehabilitación cada 10 años.

⁶ guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014-SCT

2. Costos por Molestia

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto.

Sin embargo, debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomará como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los costos por molestia.

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto al llevar a cabo trabajos que obstruyan la circulación de los usuarios sobre el camino actual. Por ello se contempla que la velocidad disminuye durante la ejecución del proyecto, ya que el paso de los vehículos se verá afectado al reducir la sección para su circulación a causa de los trabajos a ejecutar.

De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: ⁷

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

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

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

La ejecución de estos trabajos consistirá en 7 meses, por lo tanto, los costos por molestia de la Alternativa A son:

Tabla 29 Costos por molestia de la Alternativa A

Alternativa	Tiempo de ejecución (Meses)	Costo por Molestia mensual	Costo por Molestia Anual
Alternativa A	7	\$56,342.84	\$676,114.06

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

3. CAE

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación, publicado con fecha 30 de diciembre de 2013, donde se establecen los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, la comparación de alternativas con diferente horizonte de evaluación se determina mediante el Costo Anual Equivalente.

Se prosiguió a realizar el análisis del Costo Anual Equivalente (CAE) de la propuesta A, el cual se presenta a continuación:

⁷ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

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

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 30 Costo Anual Equivalente de la Alternativa A

Alternativa A						
Inversión C/IVA		Inversión S/IVA		Tasa de descuento	Vida útil (Años)	
\$ 62,786,000.00		\$54,125,862.07		10.00%	20	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$54,125,862.07	\$ -	\$ 394,399.87	\$ 54,520,261.94	\$ 54,520,261.94	\$ 6,403,929.51
1		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 416,090.91	\$ 48,873.88
2		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 378,264.46	\$ 44,430.80
3		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 2,357,625.85	\$ 276,925.85
4		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 312,615.26	\$ 36,719.67
5		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 284,195.69	\$ 33,381.52
6		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 1,771,319.19	\$ 208,058.49
7		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 234,872.47	\$ 27,588.03
8		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 213,520.43	\$ 25,080.03
9		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 1,330,818.33	\$ 156,317.42
10		\$ 6,148,800.00		\$ 6,148,800.00	\$ 2,370,628.58	\$ 278,453.14
11		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 160,421.06	\$ 18,843.00
12		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 999,863.51	\$ 117,443.59
13		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 132,579.39	\$ 15,572.73
14		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 120,526.72	\$ 14,157.02
15		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 751,212.25	\$ 88,237.11
16		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 99,608.86	\$ 11,700.02
17		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 90,553.50	\$ 10,636.38
18		\$ 3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$ 564,396.88	\$ 66,293.85
19		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 74,837.61	\$ 8,790.40
20		\$ 457,700.00		\$ 457,700.00	\$ 68,034.19	\$ 7,991.27
Total		\$ 30,926,900.00	\$ 394,399.87	\$ 85,447,161.94	\$ 67,252,247.06	\$ 7,899,423.70

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Alternativa B / Rechazada

La Alternativa "B" consiste en la construcción de 7 ramas para ingresar al Circuito Exterior Mexiquense a través de losas de concreto hidráulico. Además, se considerarán trabajos en obras de drenaje y señalamiento horizontal y vertical para dar aviso a los usuarios sobre las condiciones de las rutas.

Ventajas:

*Durabilidad: Las superficies de concreto duran más. Estadísticamente se ha demostrado que las carreteras de concreto han soportado hasta tres veces su capacidad de carga de diseño y en pavimentos de aeropuertos, el doble. El concreto gana resistencia con el tiempo, el asfalto no.

* Resistencia: El concreto resiste sin sufrir deterioros los derrames de gasolina y diésel, así mismo, los efectos de la intemperie. Los pavimentos de concreto resisten mejor las cargas transmitidas por los vehículos pesados.

*Resistencia a altas temperaturas: El concreto hidráulico no es afectado por el calor, no se vuelve pegajoso, ni se volatilizan algunos de sus ingredientes (no es contaminante).

* Indeformabilidad: En las zonas de frenado y arranque de vehículos pesados, el concreto no se deforma.

Desventajas:

*Mayor costo de inversión. La inversión inicial de ejecutar el proyecto con losas de concreto aumenta significativamente

*Costos por molestia. Los costos por molestia son mayores, ya que el concreto necesita fraguar para abrir el paso a los usuarios.

Periodo de Vida útil:

*30 años, siempre y cuando se cumpla con el programa de mantenimiento adecuado, que respete la calendarización del mantenimiento rutinario, periódico y rehabilitación.

1. Mantenimiento

A continuación, se describen los trabajos correspondientes al mantenimiento

- **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía así como de la estructura del puente superior vehicular.⁸

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Desconchaduras: Remoción parcial de la losa de concreto hidráulico en la zona dañada.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

- **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

⁸ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Desconchaduras: Remoción parcial de la losa de concreto hidráulico en la zona dañada.

*Sellado de juntas. Actividades que se realizan para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, así como prevenir la infiltración de agua.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Reposición parcial de botones. Actividades que se realizan para reponer botones sobre carreteras, cuando han sufrido algún tipo de daño.

- **Rehabilitación (Cada 10 años):**

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Reposición parcial de losas de concreto. Actividades que se realizan para reponer losas dañadas con fracturas a fin de restablecer y mejorar las condiciones de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Señalamiento vertical: El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos.

*Reposición parcial de botones. Actividades que se realizan para reponer botones sobre carreteras, cuando han sufrido algún tipo de daño.

Los costos de mantenimiento se presentan a continuación de acuerdo a la etapa de operación:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 31 Mantenimiento de la Alternativa B

Mantenimiento Alternativa A			
Mantenimiento	Periodo	Descripción	Monto S/IVA
Rutinario	1 año	Limpieza de la superficie de rodamiento, desconchaduras y señalamiento horizontal.	\$620,651.06
Conservación Periódica	3 años	Limpieza de la superficie de rodadura, sellado de juntas, reposición de desconchaduras, bacheo parcial, señalamiento horizontal y reposición parcial de botones	\$1,452,874.64
Rehabilitación	10 años	Limpieza de la superficie de rodadura, reposición parcial de losas de concreto hidráulico, señalamiento horizontal, reposición de botones y reposición de señalamiento horizontal.	\$8,726,500.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Para efecto de este proyecto no se considerará una reconstrucción como mantenimiento, ya que, de ser así, se tendría de nuevo el inicio del presente estudio, siendo que, como mantenimiento mayor se contempla una rehabilitación cada 10 años.

2. Costos por molestia

Como se mencionó anteriormente, se toman en cuenta costos por molestia derivado de llevar a cabo los trabajos de ejecución del proyecto, ya que se generar inconvenientes en la circulación de los usuarios.

La ejecución de estos trabajos consistirá en 12 meses, por lo tanto, los costos por molestia de la Alternativa B son:

Tabla 32 Costos por molestia de la Alternativa B

Alternativa	Tiempo de ejecución (Meses)	Costo por Molestia mensual	Costo por Molestia Total
Alternativa A	12	\$56,342.84	\$676,114.06

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

3. CAE

Se realizó el análisis del CAE de la propuesta B, el cual se presenta a continuación:

Tabla 33 Costo Anual Equivalente de la Alternativa B

Alternativa B						
Inversión C/IVA		Inversión S/IVA		Tasa de descuento	Vida útil (Años)	
\$ 75,750,000.00		\$65,301,724.14		10.00%	30	
Año	Inversión	Mantenimiento	Molestias	Total	VPC	CAE
0	\$65,301,724.14	\$ -	\$ 788,799.74	\$ 66,090,523.88	\$ 66,090,523.88	\$ 7,010,833.09
1		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 564,228.24	\$ 59,852.91
2		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 512,934.76	\$ 54,411.73
3		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 466,304.33	\$ 49,465.21

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

4		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 423,913.03	\$ 44,968.38
5		\$ 1,452,874.64		\$ 1,452,874.64	\$ 902,120.84	\$ 95,696.30
6		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 350,341.35	\$ 37,163.95
7		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 318,492.13	\$ 33,785.41
8		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 289,538.30	\$ 30,714.01
9		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 263,216.64	\$ 27,921.82
10		\$ 1,452,874.64		\$ 1,452,874.64	\$ 560,146.07	\$ 59,419.87
11		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 217,534.41	\$ 23,075.89
12		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 197,758.56	\$ 20,978.08
13		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 179,780.51	\$ 19,070.98
14		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 163,436.82	\$ 17,337.26
15		\$ 8,726,500.00		\$ 8,726,500.00	\$ 2,089,054.72	\$ 221,605.35
16		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 135,071.75	\$ 14,328.31
17		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 122,792.50	\$ 13,025.74
18		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 111,629.55	\$ 11,841.58
19		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 101,481.41	\$ 10,765.07
20		\$ 1,452,874.64		\$ 1,452,874.64	\$ 215,960.56	\$ 22,908.93
21		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 83,868.93	\$ 8,896.75
22		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 76,244.48	\$ 8,087.96
23		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 69,313.17	\$ 7,352.69
24		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 63,011.97	\$ 6,684.26
25		\$ 1,452,874.64		\$ 1,452,874.64	\$ 134,094.51	\$ 14,224.65
26		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 52,076.01	\$ 5,524.18
27		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 47,341.83	\$ 5,021.99
28		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 43,038.02	\$ 4,565.44
29		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 39,125.48	\$ 4,150.40
30		\$ 620,651.06		\$ 620,651.06	\$ 35,568.61	\$ 3,773.09
Total		\$ 30,054,275.17	\$ 788,799.74	\$ 96,144,799.04	\$ 74,919,943.38	\$ 7,947,451.27

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2019

De acuerdo a lo anterior, la comparativa del Costo Anual Equivalente de ambas alternativas, determina que la Alternativa A es la apropiada en realizarse al resultar menor que la Alternativa B.

Tabla 34 Costo Anual Equivalente de las Alternativas

Costo Anual Equivalente	
Indicador	Valor
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1: Carpeta asfáltica	\$7,899,423.70
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Losas de concreto hidráulico	\$7,947,451.27

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Por lo tanto, la propuesta seleccionada (Alternativa A) "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" con carpeta asfáltica es la apropiada en realizarse, ya que se reduce el monto de inversión principalmente y el Costo Anual Equivalente tiene menor valor, lo que nos indica que esta alternativa es más conveniente a lo largo del horizonte de evaluación.

Además, existen diferentes razones técnicas y económicas para llevar a cabo la ejecución de los trabajos con carpeta asfáltica:

Razones Técnicas:

- Fácil construcción ya que el asfalto no necesita tiempo de fraguado.
- Las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, son las adecuadas para el tipo de vehículos que circulan por el camino, siendo más cómodo el viaje debido a las condiciones del asfalto (baja rugosidad).
- Mejor resistencia a la fatiga
- El pavimento presenta flexibilidad
- Las carreteras de asfalto pueden permanecer parcialmente abiertas mientras están siendo mejoradas, y sin la necesidad de períodos largos de curado se pueden volver a abrir rápidamente ayudando a mantener en funcionamiento el tráfico.

Razones Económicas:

- Los costos de mantenimiento son los adecuados
- Debido a que el proyecto se realizará en menor tiempo no genera altos costos adicionales.
- El asfalto tiene bajos costos iniciales, dura mucho tiempo, y debido a su capacidad de reciclaje, tiene un valor residual superior a otros pavimentos

IV. Situación con el Proyecto

a) Descripción General

De acuerdo a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión, se tiene que el presente proyecto corresponde Proyectos de Infraestructura económica.

Tipo de PPI:	<input checked="" type="checkbox"/> Infraestructura económica
	<input type="checkbox"/> Infraestructura social
	<input type="checkbox"/> Infraestructura gubernamental
	<input type="checkbox"/> Inmuebles
	<input type="checkbox"/> Adquisiciones
	<input type="checkbox"/> Mantenimiento
	<input type="checkbox"/> Otros Programas
	<input type="checkbox"/> Otros Proyectos

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación, publicado con fecha 30 de diciembre de 2013, donde se establecen los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Los trabajos de "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)", se considera dentro del programa de infraestructura económica y le corresponde un estudio a nivel simplificado (perfil), ya que su monto es mayor a 50 millones de pesos y menor a 500 millones de pesos.

○ **Objetivo del Proyecto**

Se pretende la construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA) en las colindancias del municipio de Tultepec y Nextlalpan sobre el Circuito Exterior Mexiquense con el objeto de incorporar a los usuarios de las localidades aledañas pertenecientes a los municipios de Tultepec, Nextlalpan, Tultitlán y Tonanitla con el circuito de forma directa evitando largas distancias de recorrido y altos tiempos de traslado. De acuerdo al o anterior se determina que los objetivos principales son:

*Disminuir los tiempos de traslado

*Reducir la distancia recorrida

*Minimizar los costos generalizados de viaje

Además, el presente estudio busca la factibilidad socioeconómica de llevar a cabo el proyecto denominado "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" y de esta manera ofrecer una mejor conexión entre caminos de peaje y libre peaje, permitiendo la comunicación entre el aeropuerto

Internacional Felipe Ángeles Zumpango, Nextlalpan, Tultepec, Tultitlán y Ecatepec de Morelos.

Además, el proyecto contempla mejorar la interacción con los municipios aledaños que permitan el crecimiento urbano, industrial y demográfico, así como el desarrollo económico y social de los municipios. Permitiendo cumplir con los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 y Plan Municipal de Tultepec y Nextlalpan 2019-2021.

○ **Descripción del proyecto**

El presente proyecto contempla la construcción de 7 ramas pavimentadas con carpeta asfáltica en longitudes que van de 200 a 400 metros y anchos variables con trabajos consistentes en terracerías, estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos y señalamiento horizontal y vertical.

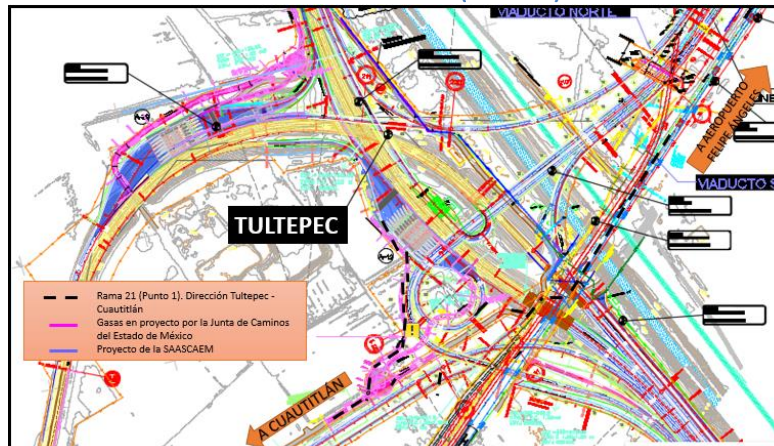
Se implementarán obras de drenaje consistentes en alcantarillas, cunetas, lavaderos y bordillos con la finalidad de transportar el agua pluvial a zonas donde no dañe el pavimento.

Se pintará señalamiento horizontal para delimitar la circulación de los usuarios, así como, mejorar la visibilidad de la geometría del camino y se colocará señalamiento vertical para informar, prevenir y prohibir a los usuarios sobre restricciones o información sobre objetos y destinos a lo largo del camino.

De acuerdo a los puntos en conflicto se construirán 7 ramas para dar acceso y salida a los usuarios del Circuito Exterior Mexiquense, las cuales consisten en lo siguiente:

- **Punto 1 = Rama 21.** La rama 21 permitirá a los habitantes de la localidad Ejido de Tultepec contar con un camino en buen estado en Dirección Tultepec – Cuautitlán a lo largo de una longitud de 314.10 m y de esta manera mejorar la conectividad e intercambio de comercio entre habitantes locales.

Ilustración 27 Punto 1 (Rama 21)

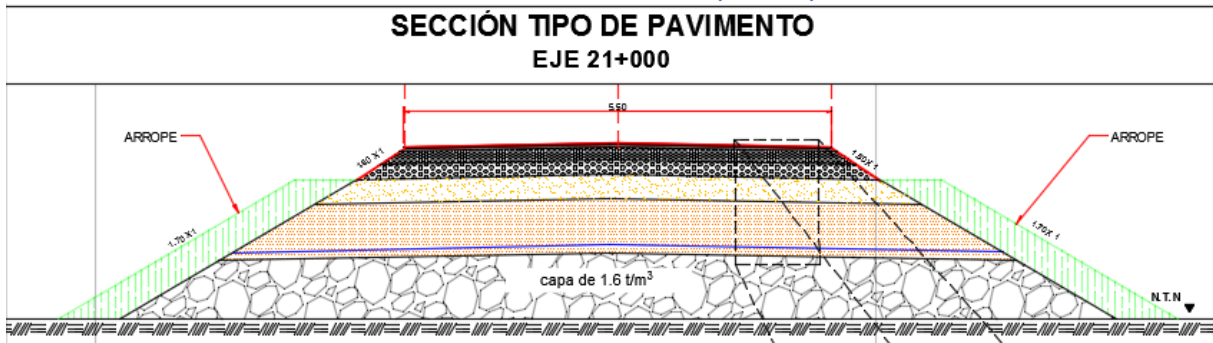


Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

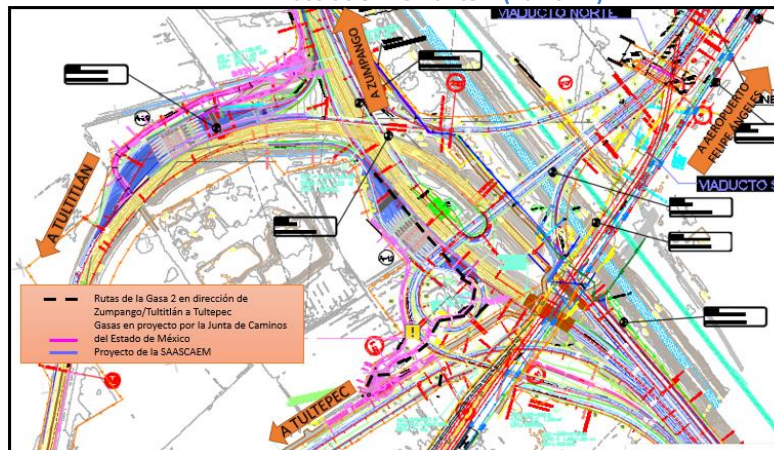
Ilustración 28 Sección del Punto 1 (Rama 21)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

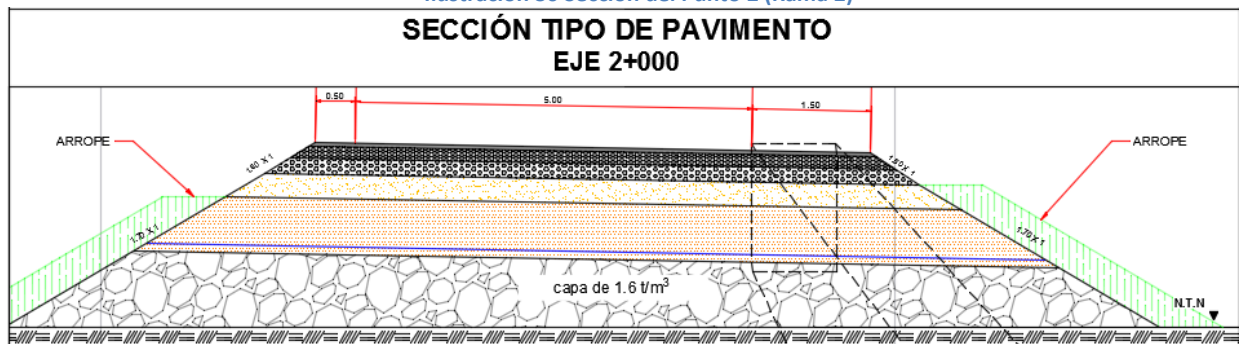
- **Punto 2 = Rama 2.** La rama 2 permitirá dar salida a los usuarios que circulan sobre el circuito hacia las localidades aledañas a la zona. Por lo que, se beneficiarán al disminuir la distancia recorrida y el tiempo de traslado. Esta consiste en una longitud de 284.88 m con un ancho de calzada de 7 metros en promedio y operará con 1 carril de circulación de 5 metros de ancho.

Ilustración 29 Punto 1 (Rama 21)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Ilustración 30 Sección del Punto 2 (Rama 2)



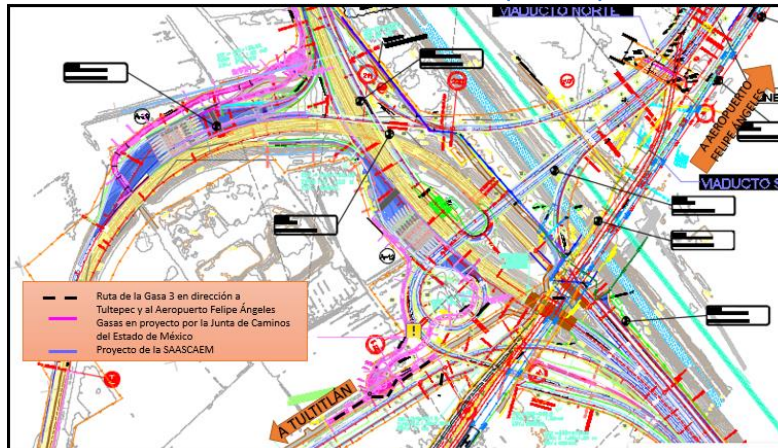
Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

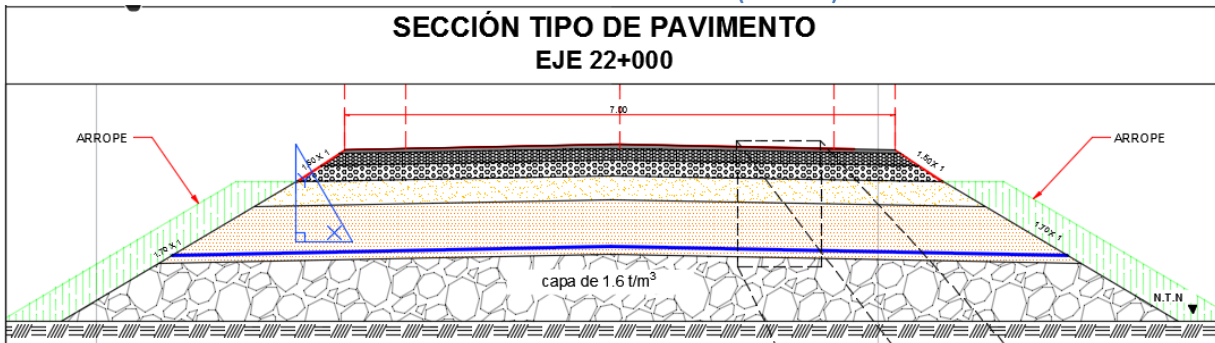
- **Punto 3 = Rama 22.** La rama 22 será adecuada debido a los trabajos ejecutados en la rama 21 y rama 2 a lo largo de 200 metros con un ancho de 7 metros. Contará con dos carriles de circulación de 3.50 metros de ancho cada uno.

Ilustración 31 Punto 3 (Rama 22)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Ilustración 32 Sección Punto 3 (Rama 22)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

- **Punto 4 = Rama 41.** La rama 41 será adecuada en conjunto de la ruta 4 para que los habitantes cuenten con un camino local en dirección a Zumpango, Tultitlán o Tultepec en buen estado a lo largo de una longitud de 389.71 m y ancho de 7 metros en promedio. Alojara dos carriles de circulación (uno por sentido).

Ilustración 33 Punto 4 (Rama 41)

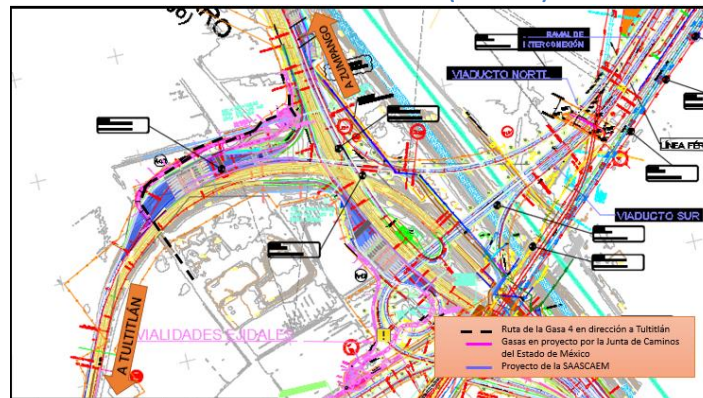
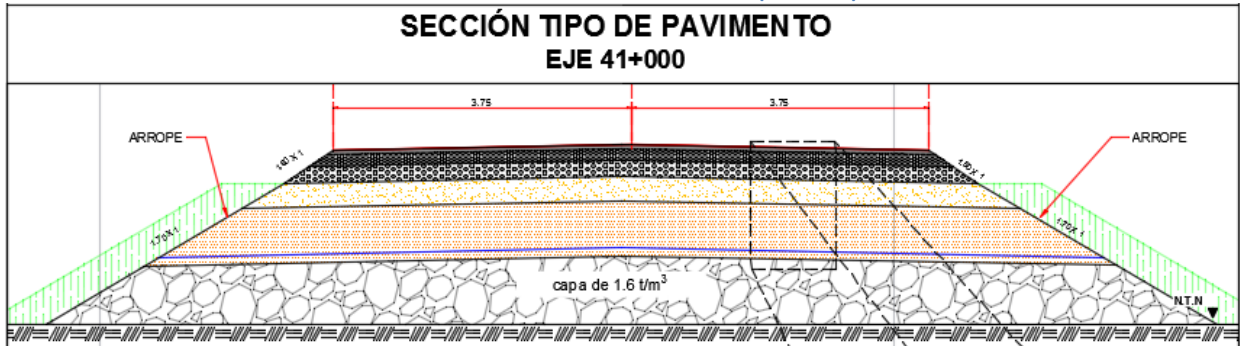


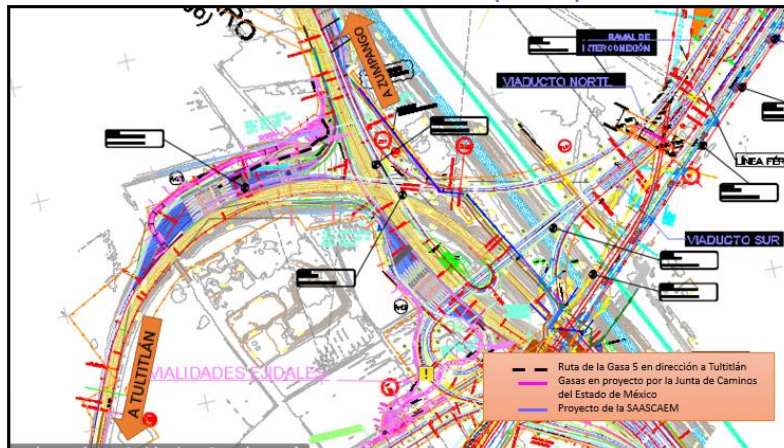
Ilustración 34 Sección del Punto 4 (Rama 4)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

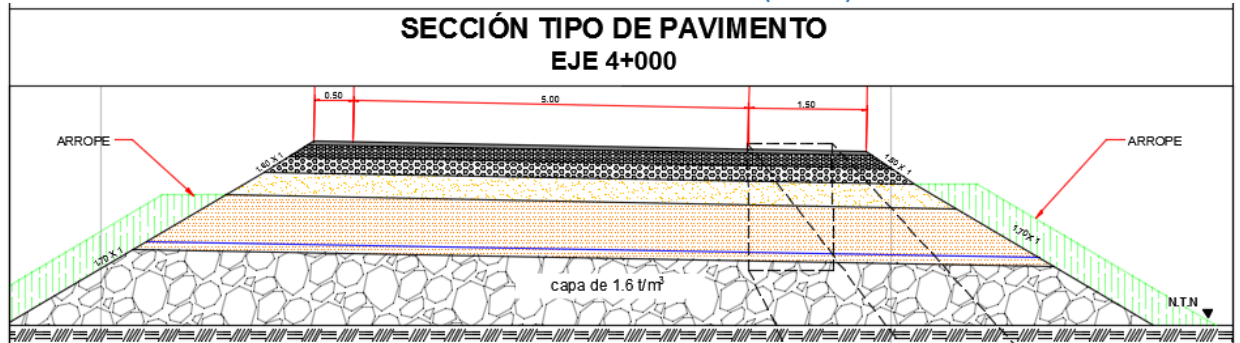
- **Punto 5 = Rama 4.** La rama 4 permitirá a los usuarios de las localidades aledañas incorporarse al circuito en dirección a Tultitlán, evitando un recorrido largo y extenso tiempo de traslado. La rama consistirá en una longitud de 289.73 m y ancho de 7 m en promedio, el cual operará con un solo carril.

Ilustración 35 Punto 5 (Rama 4)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Ilustración 36 Sección del Punto 5 (Rama 4)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- **Punto 6 = Rama 0.** La rama 0 permitirá dar acceso a los habitantes de las localidades aledañas con el Circuito en dirección a Ecatepec a partir de una rama con longitud de 310.05 m. y ancho variable. Este operará con un carril de circulación.

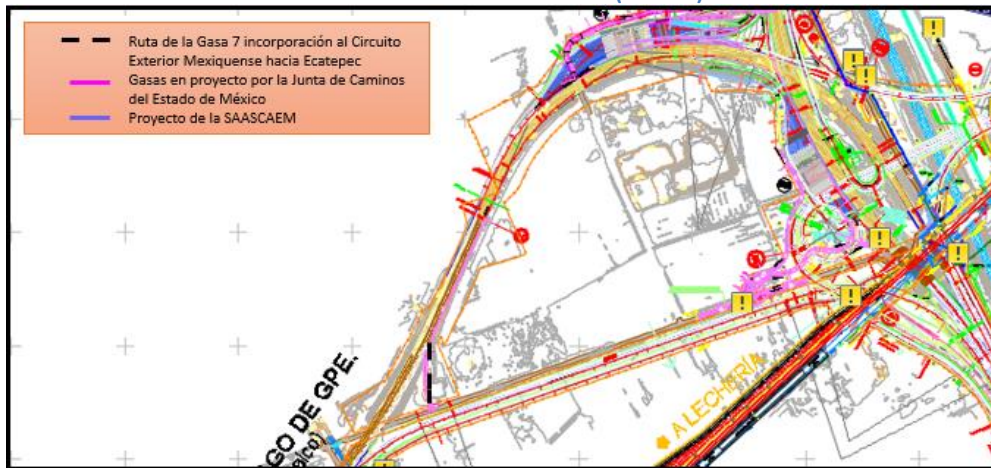
Ilustración 37 Punto 6 (Rama 0)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

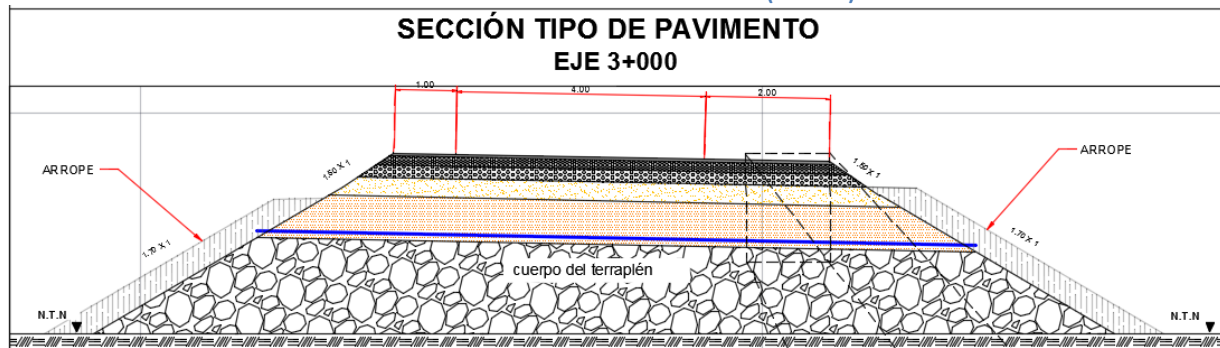
- **Punto 7 = Rama 3.** La rama 3 permitirá dar ingreso a los usuarios al Circuito Exterior Mexiquense, de tal forma que minimizarán la distancia recorrida y los tiempos de traslado. Operará con un carril de circulación en dirección a Ecatepec a lo largo de una longitud de 355.28 m.

Ilustración 38 Punto 7 (Rama 3)



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Ilustración 39 Sección del Punto 7 (Rama 3)



Para ello es necesario llevar a cabo los siguientes trabajos:

Cortes: Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes de la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.

Excavación para estructuras: Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes para alojar estructuras y obras de drenaje.

Compactación: Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes.

Terraplenes: Capa de tezontle en cuerpo de terraplén y escalones de liga para 90% con materiales compactables procedentes de bancos.

Capa subyacente: Se realizará con materiales de banco compactado al 95% AASTHO.

Subrasante: Utilizando materiales compactables procedentes de bancos compactada al 100% AASTHO.

Rellenos: Colocación de materiales seleccionados en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje, cuñas, etc.

- Relleno con materiales procedentes de bancos para la protección de las obras de drenaje.
- Relleno con materiales procedentes de bancos para filtros (piedra quebrada), con tamaño máximo de 12 cm y mínimo de 1.5 cm).
- Relleno de excavaciones.

Mampostería de piedra: elementos estructurales construidos con fragmentos de roca acomodados, juntados con mortero en obras de drenaje.

Zampeado: Recubrimiento de superficies con mampostería de piedra o tabique, concreto hidráulico o suelo-cemento, con el fin de protegerlas contra la erosión

Concreto hidráulico: Construcción de concreto hidráulico según su tipo y resistencia para cada banco en particular:

- Concreto hidráulico $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ en plantillas, canal y cabezales
- Concreto hidráulico $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ en losas y aleros
- Concreto hidráulico $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en cajones

Acero para concreto hidráulico: Lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico.

Alcantarillas tubulares: Alcantarilla tubular de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de 120 cm de diámetro para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad.

Cunetas: Zanjas construidas adyacentes a los hombros de la corona del camino en uno o ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros. Cuneta con concreto hidráulico simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con agregado de tamaño máximo de 38 mm (1 1/2").

Lavaderos: Canales que sirven para conducir y descargar el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cauce daño a la estructura del pavimento. Lavaderos de concreto hidráulico, por unidad de obra terminada de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4").

Bordillos: Elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable. Bordillos de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, de 144 cm² de sección.

Subbase hidráulica: Capa de materiales pétreos seleccionados construida sobre la subrasante, para proporcionar apoyo uniforme a la base de un pavimento asfáltico.

Base hidráulica: Capa de materiales pétreos seleccionados construida generalmente sobre la subbase, para proporcionar apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportando las cargas y aminorando los esfuerzos, distribuyéndolos a la capa inferior para dar rigidez al pavimento y evitar ondulaciones y evitar el ascenso de agua subterránea.

Riego de impregnación: Aplicación de un material asfáltico sobre la base del pavimento para impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.

Carpeta asfáltica: Tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico.

Señalamiento horizontal: conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras.

- Raya en la orilla derecha, continua sencilla de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante.
- Raya en la orilla izquierda, continua de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante.
- Flecha sencilla de dirección continua para carriles con velocidades hasta 60 km/h. a base de pintura convencional color blanco reflejante de 15 cm de espesor por 5.00 m de largo.
- Vialitas de 10 x 10 cm color blanca unidireccional con retroreflejante @ 30 mts. en la orilla derecha del arroyo vial con faja separadora.
- Vialitas de 10 x 10 cm color blanca bidireccional con retroreflejante @ 32 mts. en la orilla izquierda del arroyo vial con faja separadora.

Señalamiento vertical: conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos.

- Señal tipo SP- en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola con acabado fondo reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color amarillo, claves y símbolos en tinta serigráfica translúcida compatible en adherencia con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco de 86 x 86 cm.
- Señal restrictiva: Tipo SR- en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color blanco, círculo en color rojo reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias,, claves, símbolos y leyendas en tinta serigráfica translúcida compatible en adherencia con el fondo reflejante y/o Scotch-Cal color negro opaco de 86 x 86 cm en acabado reflejante y tablero convencional de 35 x 86 cm en acabado reflejante.
- Señales informativas de destino: Tipo SID- en lámina galvanizada cal. 16 tipo charola, con fondo verde reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color verde, claves, símbolos y leyendas en reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color blanco de 40 x 239 cm en acabado reflejante.
- Señales verticales elevadas: Señal Elevada tipo SID- en lámina galvanizada cal. 16 con fondo verde reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color verde, claves, símbolos y leyendas en reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "B" en vías primarias, color blanco en vialidades secundarias de 122 x 366 cm.
- Indicadores de alineamiento: Señal tipo od- en lámina galvanizada cal. 16, con fondo blanco reflejante tipo "A" en vías secundarias y tipo "b" en vías primarias, con franjas alternadas en color negro mate de 10 cm de ancho e inclinadas 45° de 30 x 122 cm en acabado reflejante.

Indicadores de alineamiento: Indicador de alineamiento horizontal (sección media caña) OD-6 (fantasma) de policloruro de vinilo (PCV) color blanco de 1.00 m de altura por 8 cm de ancho (ver detalle en especificación), por unidad de obra terminada.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

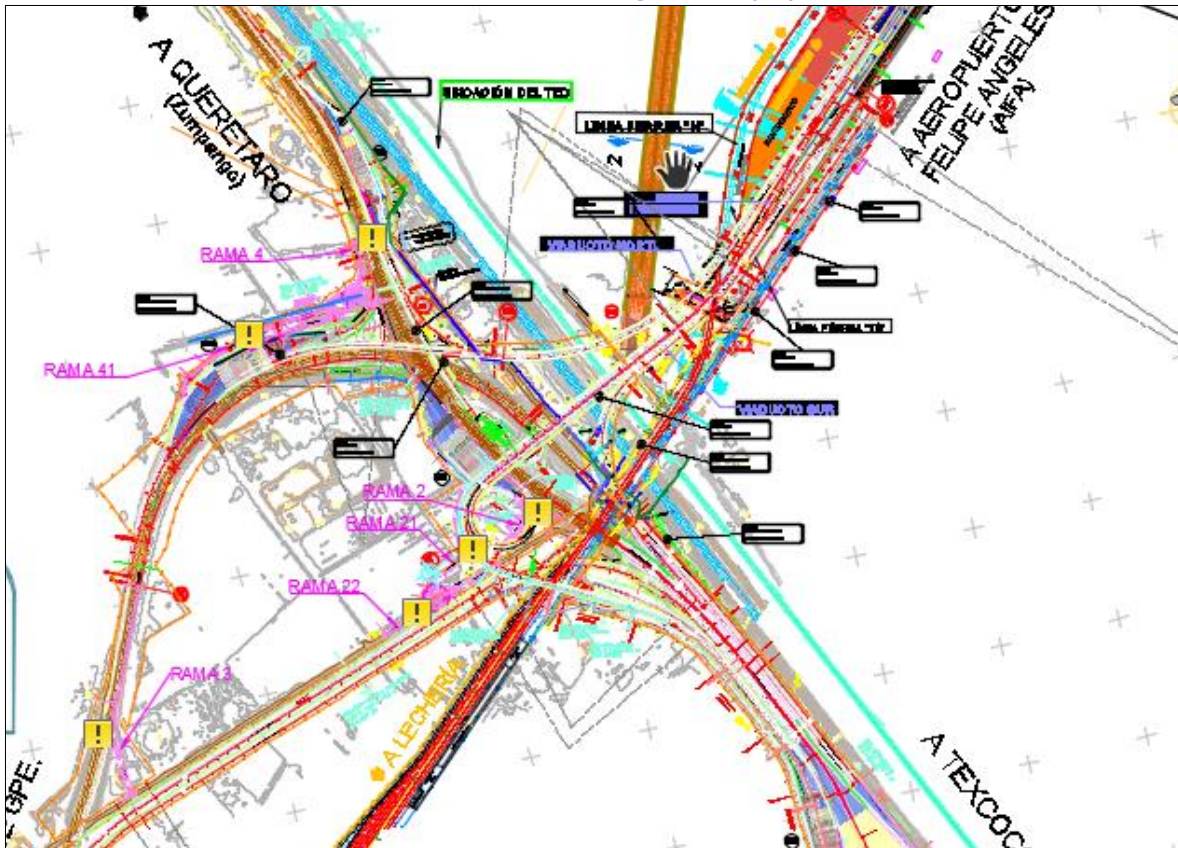
"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Defensas: Defensa metálica de tres crestas, con longitud de viga acanalada de 4,128 mm ó 7,938 mm y largo efectivo de 3,810 mm ó 7,620 mm, con recubrimiento de zinc tipo I, con clase B de espesor nominal del metal base de las vigas acanaladas, con uniones con placas de respaldo, con postes y separadores de acero.

Barreras: Sección de amortiguamiento en extremos de defensa metálica, a base de amortiguador de impacto redireccionable - no traspasable, el sistema debe resistir impactos de vehículos con velocidades hasta 100 Km /h, con esta condición, la cabeza típicamente es reutilizable después del impacto.

Barrera de transición: Barrera de transición, ubicada entre defensa metálica y parapeto o en elementos rígidos.

Ilustración 40 Planta general del proyecto



Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto Ejecutivo

Es de suma importancia llevar a cabo estos trabajos para permitir la circulación, fluida y segura de los usuarios que viajan de corto o largo itinerario.

Al llevar a cabo estos trabajos, se contarán con ramas de acceso y salida al Circuito Exterior Mexiquense minimizando los tiempos de traslado y distancias a recorrer principalmente

b) Alineación Estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Objetivo: II. POLÍTICA SOCIAL. El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar.

Estrategias:

III. ECONOMÍA. Detonar el crecimiento.

Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México.

2.5 Objetivo: Desarrollar infraestructura con una visión de conectividad integral.

Estrategia 2.5.2: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad.

Líneas de Acción.

- Incrementar, mantener y mejorar la red de vialidades primarias, carreteras y vialidades interregionales que faciliten la conectividad de la entidad.
- Ampliar la infraestructura de transporte carretero secundario.
- Fomentar las acciones inherentes a la construcción, modernización, ampliación, conservación, Reconstrucción y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Propiciar el buen funcionamiento de la red estatal de autopistas en la entidad.
- Mantener la Infraestructura Vial Primaria Libre de Peaje en óptimas condiciones de tránsito para facilitar el intercambio de productos y la movilidad de la población.

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

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

Plan de Desarrollo Municipal de Tultepec 2019-2021

Objetivo: Coordinar las acciones de planeación de obras públicas y gestión ambiental del municipio, bajo la normatividad aplicada para cada caso, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Estrategia:

- Programar actividades de mantenimiento permanente de la superficie de rodamiento de vialidades de alto flujo vehicular y al interior de las comunidades del municipio mediante el bacheo con aplicación oportuna de mezcla asfáltica.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Elaborar programas permanentes para señalización que incluya guarniciones, línea continua y de guiones para la delimitación de carriles, flechas de sentido de circulación, líneas de alto, pasos peatonales, pinta de topes, etc.

Líneas de acción:

- Programas actividades de mantenimiento permanente de vialidades del municipio.
- Vigilar los espacios públicos de manera constante para la prevención de daños de las vialidades.

Plan de Desarrollo Municipal de Nextlalpan 2019-2021

No existen objetivos, estrategias y líneas de acción relacionadas con el proyecto.

c) Localización Geográfica

El proyecto "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" se ubica en los límites del municipio de Tultepec y Nextlalpan pertenecientes a la Región XVIII Tultitlán y Región XIV Tepotzotlán respectivamente

Particularmente, las gasas se encuentran referenciadas por las siguientes coordenadas:

Tabla 35 Coordenadas del proyecto

Nombre	Coordenadas de inicio		Coordenadas de Fin	
Rama 21	19.702348°	-99.086335°	19.699654°	-99.087708°
Rama 2	19.701300°	-99.085171°	19.700053°	-99.086792°
Rama 22	19.699998°	-99.086783°	19.700261°	-99.085867°
Rama 41	19.704806°	-99.086890°	19.703395°	-99.089704°
Rama 4	19.705529°	-99.086757°	19.704399°	-99.088159°
Rama 0	19.699864°	-99.084464°	19.698807°	-99.083032°
Rama 3	19.698224°	-99.092154°	19.699137°	-99.092259°

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"



Por lo tanto, los habitantes beneficiados son los ubicados en las siguientes localidades:

Tabla 36 Localidades beneficiadas

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578
	La Saucera	3	4
	San Antonio Xahuento	740	838
	La Rinconada	326	370
	Colonia la Aurora	297	337
	El progreso	369	418
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107
	Las Chinampas	325	368
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917
	Rancho San Antonio	11	13
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732
	Ejido Tenopalco	26	30
Total		7,992	9,054

Fuente: Elaboración propia con Google

d) Calendario de Actividades

El siguiente calendario corresponde al calendario de avance físico y financiero de los 7 meses correspondientes al monto solicitado para la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Los importes incluyen IVA

Tabla 37 Calendario de actividades

Calendario de actividades								
CONCEPTO	IMPORTE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
TERRACERÍAS	\$44,674,669.36	\$ 8,934,933.87	\$ 8,934,933.87	\$ 8,934,933.87	\$ 17,869,867.74			
ESTRUCTURAS	\$1,235,838.48	\$ 370,751.54	\$ 370,751.54	\$ 123,583.85	\$ 185,375.77	\$ 185,375.77		
OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE	\$1,255,560.80	\$ 376,668.24	\$ 376,668.24	\$ 376,668.24	\$ 125,556.08			
PAVIMENTOS	\$14,226,296.84		\$ 2,133,944.53	\$ 4,267,889.05	\$ 2,845,259.37	\$ 1,422,629.68	\$ 2,133,944.53	\$ 1,422,629.68
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	\$1,393,634.52					\$ 1,114,907.62	\$ 139,363.45	\$ 139,363.45
TOTAL, MENSUAL		\$ 9,682,353.66	\$ 11,816,298.18	\$ 13,703,075.01	\$ 21,026,058.96	\$ 2,722,913.07	\$ 2,273,307.98	\$ 1,561,993.14
TOTAL, ACUMULADO	\$62,786,000.00	\$ 9,682,353.66	\$ 21,498,651.84	\$ 35,201,726.85	\$ 56,227,785.81	\$ 58,950,698.89	\$ 61,224,006.87	\$ 62,786,000.00

PORCENTAJE MENSUAL	15%	19%	22%	33%	4%	4%	2%
PORCENTAJE ACUMULADO	15%	34%	56%	90%	94%	98%	100%

Fuente: Elaboración propia

e) Monto Total de Inversión

A continuación, se presentan los costos que interfieren en la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 38 Componentes de inversión del proyecto

Componentes del proyecto					
Componente	Descripción	U	Cantidad	PU c/IVA	Importe
Terracerías	Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural	M ³	11,614.0	\$ 150.80	\$ 1,751,391.20
	Cortes	M ³	1,207.0	\$ 150.80	\$ 182,015.60
	Excavación para estructuras	M ³	360.0	\$ 226.20	\$ 81,432.00
	Compactación del terreno natural	M ³	2,972.0	\$ 55.68	\$ 165,480.96
	Terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos	M ³	52,463.0	\$ 638.00	\$ 33,471,394.00
	Capa Subyacente	M ³	6,719.0	\$ 377.00	\$ 2,533,063.00
	Subrasante compactada al 100% AASTHO	M ³	2,896.0	\$ 388.60	\$ 1,125,385.60
	Terraplén compactado al 95% AASTHO (capa subyacente)	M ³	8,021.0	\$ 377.00	\$ 3,023,917.00
	Subrasante compactada al 100% AASTHO	M ³	4,586.0	\$ 388.60	\$ 1,782,119.60
	Relleno con materiales procedentes de bancos,	M ³	1,040.0	\$ 487.20	\$ 506,688.00
	Relleno con materiales procedentes de bancos, para excavaciones, cuñas de terraplén, filtros y trincheras estabilizadoras, para filtros (piedra quebrada), con tamaño máximo de 12 cm y mínimo de 1.5 cm)	M ³	36.0	\$ 556.80	\$ 20,044.80
	Plantilla con material granular compactado para tubo	M ³	72.0	\$ 440.80	\$ 31,737.60
Estructuras	Construcción de mampostería en obras de drenaje	M ³	20.0	\$ 2,610.00	\$ 52,200.00
	Zampeado de mampostería en obras de drenaje	M ³	8.0	\$ 2,668.00	\$ 21,344.00
	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm ² en plantillas, canal y cabezales	M ³	42.0	\$ 3,306.00	\$ 138,852.00
	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 200 kg/cm ² en losas y aleros	M ³	7.5	\$ 4,524.00	\$ 33,930.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm ² en cajones	M ³	110.0	\$ 5,162.00	\$ 567,820.00
	Acero para concreto hidráulico según su tipo	Kg	10,692.0	\$ 39.44	\$ 421,692.48
Obras de drenaje y subdrenaje	Alcantarilla tubular de concreto reforzado, de f'c = 280 kg/cm ² de 120 cm de diámetro	ML	46.0	\$ 5,394.00	\$ 248,124.00
	Cuneta, con concreto hidráulico simple de f'c = 150 kg/cm ²	ML	1,525.0	\$ 458.20	\$ 698,755.00
	Lavaderos de f'c = 150 kg/cm ² con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")	ML	218.0	\$ 423.40	\$ 92,301.20
	Construcción de Bordillo de f'c = 100 kg/cm ² , de 144 cm ² de sección, en bordillo según proyecto tipo con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")	ML	926.0	\$ 145.00	\$ 134,270.00
	Malla electro soldada 6-6/10x10	M ²	363.0	\$ 226.20	\$ 82,110.60
Pavimentos	Construcción de subbase hidráulica	M ³	3,650.0	\$ 533.60	\$ 1,947,640.00
	Construcción de base hidráulica	M ³	3,057.0	\$ 527.80	\$ 1,613,484.60
	Riego de Impregnación	M ²	15,287.0	\$ 25.52	\$ 390,124.24
	Arena para cubrir el riego de impregnación	M ³	91.0	\$ 696.00	\$ 63,336.00
	Carpeta asfáltica con mezcla en caliente	M ³	1,834.0	\$ 5,568.00	\$ 10,211,712.00
Señalamiento	Raya en la orilla derecha, continua sencilla de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante	ML	176.0	\$ 17.40	\$ 3,062.40
	Raya en la orilla izquierda, continua de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante	ML	176.0	\$ 17.40	\$ 3,062.40
	Flecha sencilla de dirección continua para carriles con velocidades hasta 60 km/h. a base de pintura convencional color blanco reflejante de 15 cm de espesor por 5.00 m de largo	Pza	2.0	\$ 440.80	\$ 881.60
	Vialetas de 10 x 10 cm color blanca unidireccional con retroreflejante @ 30 mts. en la orilla derecha del arroyo vial con faja separadora	Pza.	8.0	\$ 98.60	\$ 788.80
	Vialetas de 10 x 10 cm color blanca bidireccional con retroreflejante @ 32 mts. en la orilla izquierda del arroyo vial con faja separadora	Pza.	8.0	\$ 98.60	\$ 788.80

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Señales verticales bajas de 86 X 86 cm. en acabado reflejante.	Pza.	4.0	\$ 3,306.00	\$ 13,224.00
Señales restrictivas de 86 X 86 cm. en acabado reflejante.	Pza.	4.0	\$ 3,306.00	\$ 13,224.00
Señales restrictivas: tablero adicional de 35x86 cm en acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 4,060.00	\$ 8,120.00
Señales informativas de destino de 40 X 239 cm. en acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 5,220.00	\$ 10,440.00
Señales verticales elevadas de 122 X 366 cm. en acabado reflejante.	Pza.	1.0	\$ 55,680.00	\$ 55,680.00
Indicadores de obstáculos de 30 x 122 cm. En acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 1,450.00	\$ 2,900.00
Indicadores de alineamiento de 13 x 100 cm	Pza.	4.0	\$ 1,334.00	\$ 5,336.00
Defensas metálicas	ml.	180.0	\$ 1,624.00	\$ 292,320.00
Barreras en sección de amortiguamiento en extremos de defensa metálica "Terminales"	Pza	2.0	\$ 464,000.00	\$ 928,000.00
Barrera de transición	Pza	2.0	\$ 7,426.81	\$ 14,853.61
Cartelera panorámica de 3 x 5 metros.	Pza	1.0	\$ 40,952.91	\$ 40,952.91
Total				\$ 62,786,000.00

Fuente: Presupuesto elaborado por el Departamento de Precios Unitarios de la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

f) Financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Proceso	Monto	Porcentaje
Federales				
Estatales	PAD	Por ejercer	\$ 62,786,000.00	100.00%
Municipales				
Fideicomisos				
Otros				
Total				100%

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

g) Capacidad Instalada

La capacidad instalada resultante de la implementación del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicios y seguridad operativa en el camino. El diseño operacional permitirá incrementar la seguridad vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual. Para tal efecto se toman como tasa de crecimiento el 1.20% de acuerdo al crecimiento poblacional anual del Estado de México.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo B, de acuerdo con el Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 39 Capacidad instalada del proyecto

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	382.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		96.00%	0.00%	4.00%	100.00%	365
0	2021	367	0	15	382	139,430
1	2022	371	0	15	387	141,103
2	2023	376	0	16	391	142,796
3	2024	380	0	16	396	144,510
4	2025	385	0	16	401	146,244
5	2026	389	0	16	405	147,999
6	2027	394	0	16	410	149,775
7	2028	399	0	17	415	151,572
8	2029	403	0	17	420	153,391
9	2030	408	0	17	425	155,232
10	2031	413	0	17	430	157,095
11	2032	418	0	17	436	158,980
12	2033	423	0	18	441	160,888
13	2034	428	0	18	446	162,818
14	2035	433	0	18	451	164,772
15	2036	439	0	18	457	166,749
16	2037	444	0	18	462	168,750
17	2038	449	0	19	468	170,775
18	2039	455	0	19	473	172,825
19	2040	460	0	19	479	174,898
20	2041	466	0	19	485	176,997

Punto 2=Rama 2. Zumpango - Tultepec						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	135.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		68.63%	7.21%	24.16%	100.00%	365
0	2021	93	10	33	135	49,275
1	2022	94	10	33	137	49,866
2	2023	95	10	33	138	50,465
3	2024	96	10	34	140	51,070
4	2025	97	10	34	142	51,683
5	2026	98	10	35	143	52,303
6	2027	100	10	35	145	52,931
7	2028	101	11	35	147	53,566
8	2029	102	11	36	149	54,209

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

9	2030	103	11	36	150	54,859
10	2031	104	11	37	152	55,518
11	2032	106	11	37	154	56,184
12	2033	107	11	38	156	56,858
13	2034	108	11	38	158	57,540
14	2035	109	12	39	160	58,231
15	2036	111	12	39	161	58,930
16	2037	112	12	39	163	59,637
17	2038	113	12	40	165	60,353
18	2039	115	12	40	167	61,077
19	2040	116	12	41	169	61,810
20	2041	118	12	41	171	62,551

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	383.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%	365	
0	2021	372	4	8	383	139,795
1	2022	376	4	8	388	141,473
2	2023	380	4	8	392	143,170
3	2024	385	4	8	397	144,888
4	2025	390	4	8	402	146,627
5	2026	394	4	8	407	148,386
6	2027	399	4	8	411	150,167
7	2028	404	4	8	416	151,969
8	2029	409	4	8	421	153,793
9	2030	414	4	9	426	155,638
10	2031	419	4	9	432	157,506
11	2032	424	4	9	437	159,396
12	2033	429	4	9	442	161,309
13	2034	434	4	9	447	163,244
14	2035	439	5	9	453	165,203
15	2036	444	5	9	458	167,186
16	2037	450	5	9	464	169,192
17	2038	455	5	9	469	171,222
18	2039	460	5	9	475	173,277
19	2040	466	5	10	480	175,356
20	2041	472	5	10	486	177,461

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	37.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365
0	2021	37	0	0	37	13,505
1	2022	37	0	0	37	13,667
2	2023	38	0	0	38	13,831
3	2024	38	0	0	38	13,997
4	2025	38	0	0	39	14,165
5	2026	39	0	0	39	14,335
6	2027	39	0	0	40	14,507
7	2028	40	0	0	40	14,681
8	2029	40	0	0	41	14,857
9	2030	41	0	0	41	15,036
10	2031	41	0	0	42	15,216
11	2032	42	0	0	42	15,399
12	2033	42	0	0	43	15,583
13	2034	43	0	0	43	15,770
14	2035	43	0	0	44	15,960
15	2036	44	0	0	44	16,151
16	2037	44	0	0	45	16,345
17	2038	45	0	0	45	16,541
18	2039	45	0	0	46	16,740
19	2040	46	0	0	46	16,940
20	2041	46	0	0	47	17,144

Punto 5= Rama 4. Zumpango a Tultitlán						
Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	135.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365
0	2021	134	0	1	135	49,275
1	2022	135	0	1	137	49,866
2	2023	137	0	1	138	50,465
3	2024	139	0	1	140	51,070
4	2025	140	0	1	142	51,683
5	2026	142	0	1	143	52,303
6	2027	144	0	1	145	52,931
7	2028	145	0	1	147	53,566
8	2029	147	0	1	149	54,209
9	2030	149	0	2	150	54,859
10	2031	151	0	2	152	55,518
11	2032	152	0	2	154	56,184
12	2033	154	0	2	156	56,858

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

13	2034	156	0	2	158	57,540
14	2035	158	0	2	160	58,231
15	2036	160	0	2	161	58,930
16	2037	162	0	2	163	59,637
17	2038	164	0	2	165	60,353
18	2039	166	0	2	167	61,077
19	2040	168	0	2	169	61,810
20	2041	170	0	2	171	62,551

Punto 6 = Rama 0. Tultitlán - Ecatepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	164.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		96.00%	1.00%	3.00%	100.00%	365
0	2021	157	2	5	164	59,860
1	2022	159	2	5	166	60,578
2	2023	161	2	5	168	61,305
3	2024	163	2	5	170	62,041
4	2025	165	2	5	172	62,785
5	2026	167	2	5	174	63,539
6	2027	169	2	5	176	64,301
7	2028	171	2	5	178	65,073
8	2029	173	2	5	180	65,854
9	2030	175	2	5	183	66,644
10	2031	177	2	6	185	67,444
11	2032	180	2	6	187	68,253
12	2033	182	2	6	189	69,072
13	2034	184	2	6	192	69,901
14	2035	186	2	6	194	70,740
15	2036	188	2	6	196	71,589
16	2037	191	2	6	198	72,448
17	2038	193	2	6	201	73,317
18	2039	195	2	6	203	74,197
19	2040	197	2	6	206	75,087
20	2041	200	2	6	208	75,988

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	86.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		90.00%	2.00%	8.00%	100.00%	365
0	2021	77	2	7	86	31,390
1	2022	78	2	7	87	31,767
2	2023	79	2	7	88	32,148
3	2024	80	2	7	89	32,534

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

4	2025	81	2	7	90	32,924
5	2026	82	2	7	91	33,319
6	2027	83	2	7	92	33,719
7	2028	84	2	7	93	34,124
8	2029	85	2	8	95	34,533
9	2030	86	2	8	96	34,947
10	2031	87	2	8	97	35,367
11	2032	88	2	8	98	35,791
12	2033	89	2	8	99	36,221
13	2034	90	2	8	100	36,655
14	2035	91	2	8	102	37,095
15	2036	93	2	8	103	37,540
16	2037	94	2	8	104	37,991
17	2038	95	2	8	105	38,447
18	2039	96	2	9	107	38,908
19	2040	97	2	9	108	39,375
20	2041	98	2	9	109	39,848

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

h) Metas del proyecto

A continuación, se presentan las metas correspondientes al proyecto.

Tabla 40 Metas del Proyecto

Metas		
Concepto	Unidad	Cantidad
Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)	ml	2,143.75
Cuneta	ml	1,525.00
Lavaderos	ml	218.00
Bordillo	ml	926.00
Carpeta asfáltica con mezcla en caliente	m ³	1,834.00
Raya en la orilla derecha e izquierda	ml	352.00
Flecha sencilla de dirección continua	pza	2.00
Vialetas de 10 x 10 de color blanco en orilla derecha e izquierda	pza	16.00
Señales verticales: restrictivas, preventivas y de destino	pza	13.00
Indicadores de obstáculos	pza	2.00
Indicadores de alineamiento	pza	4.00
Defensas metálicas	ml	180.00
Terminales de amortiguamiento	pza	2.00
Barrera de transición	pza	2.00

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

i) Vida Útil

La vida útil de las gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA) corresponde a 20 años.

j) Aspectos más Relevantes

Estudios técnicos

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

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

Estudios legales

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

Estudios ambientales

Al tratarse de la construcción de caminos será necesario presentar una Manifestación de impacto ambiental según lo requiera la instancia encargada. La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades ambientales antes del inicio de la obra.

k) Análisis de la Oferta Con Proyecto

Como se mencionó anteriormente el proyecto pretende la construcción de 7 gasas que permitan dar acceso y salida a los usuarios de las localidades aledañas a la zona al Circuito Exterior Mexiquense, de tal manera que se reduzcan las distancias de recorrido, tiempos de traslado y costos generalizados de viaje.

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas con las que contará el PSV:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 41 Características físicas y geométricas de la Avenida en la Situación Con proyecto, 2020

Situación con Proyecto							
Características	Rama 21	Rama 2	Rama 22	Rama 41	Rama 4	Ruta 0	Rama 3
	Tultepec - Cuautitlán	Zumpango Tultepec	Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan	Zumpango - Tultepec	Zumpango a Tultitlán	Tultitlán - Ecatepec	Tultepec a Ecatepec
Municipio	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec	Tultepec/Nextlalpan	Tultepec
Longitud de la gasa (m)	314.10	284.88	200.00	389.71	289.73	310.05	355.28
Ancho de calzada (m) Promedio	5.50	7.00	7.00	Variable de 7.00 a 10.00	Variable de 7.00-43.60	Variable de 7.17-12.13	Variable de 7.00 a 15.40
Número de carriles de circulación	1	1	2	2	1	1	1
Ancho promedio de los carriles (m)	5.50	5.00	3.50	De 3.50 a 5.00	7.00	7.00	7.00
Tipo de terreno	Plano	Plano	plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Sentidos de circulación	1	1	2	2	1	1	1
Camellón	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Tipo de superficie	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado	Carpeta asfáltica en buen estado
Índice de Rugosidad Internacional (IRI mm/m)	3	3	3	3	3	3	3
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	En buen estado	En buen estado	En buen estado	En buen estado	En buen estado
Pendiente media ascendiente (%)	0.18%	0%	0.32%	0.08%	3.34%	3.09%	1.49%
Pendiente media descendiente (%)	0%	3.43%	0.13%	0.37%	0.00%	2.00%	1.16%
Proporción de viaje	100%	0%	65.00%	61.68%	83.93%	53.22%	28.15%

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

ascendiente (%)							
Altitud (msnm)	2238	2238	2237	2238	2239	2238	2239
Curvatura horizontal máx (grados)	12	17	0	5	17		12
Nivel de Servicio	B	B	B	B	B	B	B

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

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio Carretero sobre las gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA).

Tabla 42 Nivel de Servicio de carreteras

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

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

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









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

I) Análisis de la Demanda con Proyecto

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los vehículos que utiliza la vialidad en sentido Sur-Norte y Norte-Sur.

En los aforos realizados, se clasifico el tránsito, de acuerdo con los criterios establecidos por la S.C.T. Federal, que denomina automóviles "A", autobuses "B" y camiones "C", existiendo subclasificaciones de camiones, de acuerdo con el número de ejes y la combinación de semirremolque, a continuación, se presenta la clasificación de lo antes descrito:

Ilustración 42 Composición vehicular de acuerdo a la SCT

A	
B	
C2	
C3	
T3S2	
T3S3	
T3S2-R4	
OTRO	

1. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

De acuerdo al Departamento de tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México se cuenta con los siguientes registros sobre el Circuito Exterior Mexiquense:

Tabla 43 TDPA proyecto

	Clasificación				
	TDPA	A	B	C	Total
Punto 1	1,919	80.35%	4.60%	15.05%	100%
Punto 2	2,235	80.89%	5.01%	14.10%	100%
Punto 3	35,732	68.63%	7.21%	24.16%	100%

Fuente: Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 43 TDPA sobre el Circuito Exterior Mexiquense



Fuente: Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México

Los puntos analizados dentro del circuito no representan el TDPA de las áreas en conflicto, ya que estos se encuentran en rutas locales pertenecientes a las localidades aledañas. Sin embargo, no se cuentan con registros de los usuarios que circulan sobre los caminos locales. Por lo tanto, se procedió obtener un TDPA de acuerdo a la población existente en un radio de 3 km a la zona en interés aplicado a un índice de número de vehículos por habitante y estos, se les empleo el porcentaje de usuarios que se dirigen a las diferentes direcciones que proporciona el circuito de acuerdo a las encuestas origen destino. A continuación, se presenta el procedimiento para obtener el TDPA del estudio.

- I. Se registro el número de habitantes de las localidades aledañas en un radio de 3 km a la zona de interés de acuerdo a datos obtenidos por la Secretaría de Desarrollo Social en el año 2010, la cual se proyecto al año 2021 con una tasa de crecimiento anual en el Estado de México del 1.20% de acuerdo al INEGI.

Ilustración 44 Tasa de crecimiento anual en el Estado de México

Entidad federativa	2000	2010	2020
Estados Unidos Mexicanos	1.9	1.4	1.2
Aguascalientes	2.8	2.2	1.9
Baja California	4.2	2.3	1.8
Baja California Sur	3.0	4.0	2.3
Campeche	2.6	1.7	1.2
Coahuila de Zaragoza	1.5	1.8	1.4
Colima	2.4	1.8	1.2
Chiapas	2.1	2.0	1.5
Chihuahua	2.3	1.1	1.0
Ciudad de México	0.4	0.3	0.4
Durango	0.7	1.2	1.2
Guanajuato	1.6	1.6	1.2
Guerrero	1.6	0.9	0.5
Hidalgo	1.7	1.7	1.5
Jalisco	1.8	1.5	1.3
México	3.0	1.4	1.2
Michoacán de Oaxaca	1.2	0.6	0.6

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Fuente: INEGI

Tabla 44 Población en un radio de 3 km

Tasa de crecimiento media anual en el Eo. De Méx	1.20%
Tasa de crecimiento en 11 años (2010-2021)	13.20%

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021	Grado de Marginación
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578	Bajo
	La Saucera	3	4	Alto
	San Antonio Xahuento	740	838	Bajo
	La Rinconada	326	370	Medio
	Colonia la Aurora	297	337	Muy bajo
	El progreso	369	418	Muy bajo
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107	Alto
	Las Chinampas	325	368	Alto
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262	Bajo
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80	Alto
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917	Alto
	Rancho San Antonio	11	13	Muy bajo
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732	Alto
	Ejido Tenopalco	26	30	Alto
	Total	7,992	9,054	

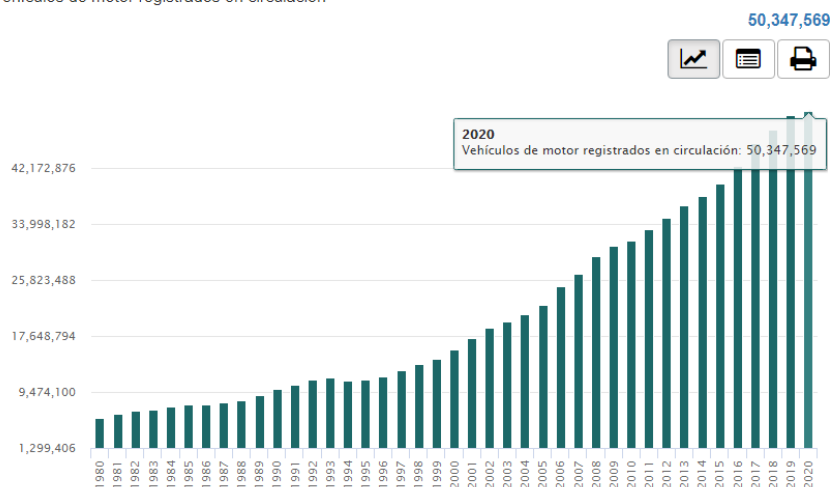
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SEDESOL e INEGI

- II. Se consulto el número de vehículos existentes en México respecto a la población del país.

Ilustración 45 Total Nacional de vehículos

Total nacional de vehículos

Vehículos de motor registrados en circulación



Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Fuente: INEGI

Tabla 45 Índice de vehículos por habitante

Vehículos por habitante	
Total Nacional de Vehículos 2020	50,347,569
Población 2020	126,014,024
Vehículos por habitante	0.40

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- III. De acuerdo al índice de vehículos por habitante se procedió a obtener el TDPA en base al número de habitantes que se trasladan en vehículo pertenecientes a las localidades aledañas.

Tabla 46 TDPA por localidad

Municipio	Localidad	Habitantes 2010	Población al 2021	TDPA
Tultepec	Ejido de Tultepec	510	578	231
	La Saucera	3	4	2
	San Antonio Xahuento	740	838	335
	La Rinconada	326	370	148
	Colonia la Aurora	297	337	135
	El progreso	369	418	168
	Cajiga (Ejido de Tultepec)	94	107	43
	Las Chinampas	325	368	148
Tultitlán	Colonia la Asunción	2,881	3262	1304
Tonanitla	Tierra de Santa Inés	70	80	32
Nextlalpan	Colonia Pozos y Vías	810	917	367
	Rancho San Antonio	11	13	6
	Colonia los Aguiluchos	1,530	1732	693
	Ejido Tenopalco	26	30	12
	Total		7,992	9,054

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- IV. Como se puede observar se tiene un total de 3,624 habitantes que se trasladan con vehículo. Sin embargo, no todos los usuarios necesitan ingresar al circuito en una misma dirección. Por ello, se obtuvo un porcentaje para cada punto de conflicto de acuerdo a encuestas origen destino publicadas por INEGI.

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{\text{No.de viajes}}{\text{No.de habitantes}}$$

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Punto 1=Rama 21. Dirección Tultepec – Cuautitlán

Ilustración 46 Encuesta origen - destino



No de viajes de Tultepec-Cuautitlán = 9,692

No de habitantes en Tultepec = 91,808

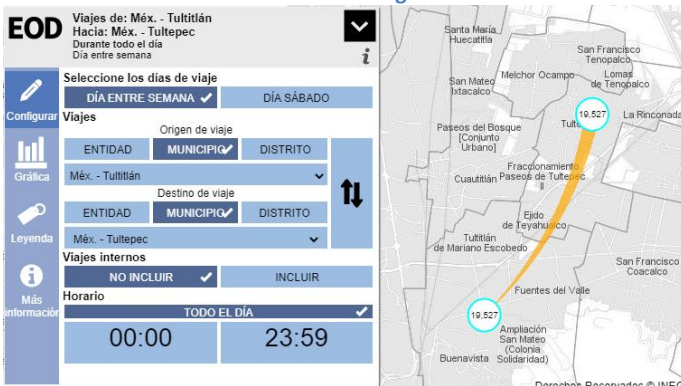
$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{9,692}{91,808}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 10.55\%$$

Fuente: INEGI

- Punto 2=Rama 2. Dirección Tultitlán - Tultepec

Ilustración 47 Encuesta origen - destino



No de viajes de Tultitlán - Tultepec = 19,527

No de habitantes en Tultitlán = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{19,527}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 3.72\%$$

Fuente: INEGI

- Punto 3=Rama 22. Tultepec - Cuautitlán

Ilustración 48 Encuesta origen - destino



No de viajes de Tultepec-Cuautitlán = 9,692

No de habitantes en Tultepec = 91,808

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{9,692}{91,808}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 10.55\%$$

Fuente: INEGI

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Punto 4=Rama 41. Zumpango – Tultepec

Ilustración 49 Encuesta origen - destino



No de viajes de Zumpango – Tultepec = 312

No de habitantes en Zumpango = 159,647

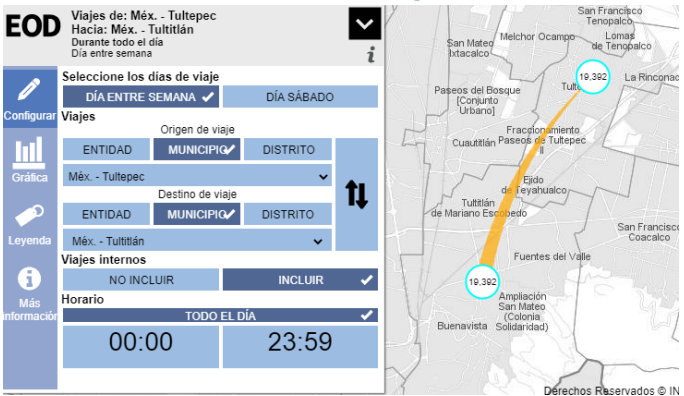
$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{312}{159,647}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 0.10\%$$

Fuente: INEGI

- Punto 5= Rama 4. Tultepec -Tultitlán

Ilustración 50 Encuesta origen – destino



No de viajes de Tultepec – Tultitlán = 19,392

No de habitantes en Tultepec = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{19,392}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 3.70\%$$

Fuente: INEGI

- Punto 6= Rama 0. Tultitlán - Ecatepec

Ilustración 51 Encuesta origen – destino



No de viajes de Tultitlán - Ecatepec = 23,616

No de habitantes en Tultitlán = 524,074

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{23,616}{524,074}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 4.50\%$$

Fuente: INEGI

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

- Punto 7=Rama 3. Nextlalpan - Ecatepec

Ilustración 52 Encuesta origen – destino

EOD Viajes de: Méx. - Nextlalpan
Hacia: Méx. - Ecatepec de Morelos
Durante todo el día
Día entre semana

Selección de los días de viaje
DÍA ENTRE SEMANA DÍA SÁBADO

Viajes
Origen de viaje
ENTIDAD: Méx. - Nextlalpan
MUNICIPIO: DISTRITO:

Destino de viaje
ENTIDAD: Méx. - Ecatepec de Morelos
MUNICIPIO: DISTRITO:

Viajes internos
NO INCLUIR INCLUIR

Horario
TODO EL DÍA
00:00 23:59

No de viajes de Nextlalpan - Ecatepec = 810

No de habitantes en Nextlalpan = 34,374

$$\% \text{ de viajes destino} = \frac{810}{34,374}$$

$$\% \text{ de viajes destino} = 2.35\%$$

Fuente: INEGI

En resumen, se muestra la siguiente tabla del destino que pueden tomar los usuarios:

Tabla 47 Porcentaje de destinos

Punto	Dirección	Porcentaje
Punto 1	Tultepec – Cuautitlán	10.55%
Punto 2	Tultitlán – Tultepec	3.72%
Punto 3	Tultepec – Cuautitlán	10.55%
Punto 4	Zumpango – Tultepec	0.10%
Punto 5	Tultepec – Tultitlán	3.70%
Punto 6	Tultepec – Ecatepec	4.50%
Punto 7	Nextlalpan - Ecatepec	2.35%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

- V. Finalmente se determinó el TDPA para cada punto de conflicto con el producto total de habitantes que tienen vehículo y el porcentaje de destino que pueden ocupar los usuarios.

Tabla 48 TDPA

TDPA	
Punto 1	382
Punto 2	135
Punto 3	383
Punto 4	37
Punto 5	135
Punto 6	164
Punto 7	86

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

2. Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de Los puntos en conflicto:

Tabla 49 Composición vehicular

	Clasificación				Total
	TDPA	A	B	C	
Punto 1	382	96.00%	0.00%	4.00%	100.00%
Punto 2	135	68.63%	7.21%	24.16%	100.00%
Punto 3	383	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%
Punto 4	37	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 5	135	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%
Punto 6	164	96.00%	1.00%	3.00%	100.00%
Punto 7	86	90.00%	2.00%	8.00%	100.00%

3. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 50 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: *Publicación Técnica No. 590, IMT*

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Para analizar el proyecto es necesario proyectar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 51 Proyección del TDPA

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	382.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	96.00%	0.00%	4.00%	100.00%	365	
0	2021	367	0	15	382	139,430
1	2022	371	0	15	387	141,103
2	2023	376	0	16	391	142,796
3	2024	380	0	16	396	144,510
4	2025	385	0	16	401	146,244
5	2026	389	0	16	405	147,999
6	2027	394	0	16	410	149,775
7	2028	399	0	17	415	151,572
8	2029	403	0	17	420	153,391
9	2030	408	0	17	425	155,232
10	2031	413	0	17	430	157,095
11	2032	418	0	17	436	158,980

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

12	2033	423	0	18	441	160,888
13	2034	428	0	18	446	162,818
14	2035	433	0	18	451	164,772
15	2036	439	0	18	457	166,749
16	2037	444	0	18	462	168,750
17	2038	449	0	19	468	170,775
18	2039	455	0	19	473	172,825
19	2040	460	0	19	479	174,898
20	2041	466	0	19	485	176,997

Punto 2=Rama 2. Zumpango - Tultepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	135.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	68.63%	7.21%	24.16%	100.00%	365	
0	2021	93	10	33	135	49,275
1	2022	94	10	33	137	49,866
2	2023	95	10	33	138	50,465
3	2024	96	10	34	140	51,070
4	2025	97	10	34	142	51,683
5	2026	98	10	35	143	52,303
6	2027	100	10	35	145	52,931
7	2028	101	11	35	147	53,566
8	2029	102	11	36	149	54,209
9	2030	103	11	36	150	54,859
10	2031	104	11	37	152	55,518
11	2032	106	11	37	154	56,184
12	2033	107	11	38	156	56,858
13	2034	108	11	38	158	57,540
14	2035	109	12	39	160	58,231
15	2036	111	12	39	161	58,930
16	2037	112	12	39	163	59,637
17	2038	113	12	40	165	60,353
18	2039	115	12	40	167	61,077
19	2040	116	12	41	169	61,810
20	2041	118	12	41	171	62,551

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cautitlán / Nextlalpan

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	383.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	97.00%	1.00%	2.00%	100.00%	365	
0	2021	372	4	8	383	139,795
1	2022	376	4	8	388	141,473
2	2023	380	4	8	392	143,170

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

3	2024	385	4	8	397	144,888
4	2025	390	4	8	402	146,627
5	2026	394	4	8	407	148,386
6	2027	399	4	8	411	150,167
7	2028	404	4	8	416	151,969
8	2029	409	4	8	421	153,793
9	2030	414	4	9	426	155,638
10	2031	419	4	9	432	157,506
11	2032	424	4	9	437	159,396
12	2033	429	4	9	442	161,309
13	2034	434	4	9	447	163,244
14	2035	439	5	9	453	165,203
15	2036	444	5	9	458	167,186
16	2037	450	5	9	464	169,192
17	2038	455	5	9	469	171,222
18	2039	460	5	9	475	173,277
19	2040	466	5	10	480	175,356
20	2041	472	5	10	486	177,461

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual	Clasificación vehicular			TDPA	37.00	
1.20%	A	B	C	Total Día	Total Anual	
Año	99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365	
0	2021	37	0	0	37	13,505
1	2022	37	0	0	37	13,667
2	2023	38	0	0	38	13,831
3	2024	38	0	0	38	13,997
4	2025	38	0	0	39	14,165
5	2026	39	0	0	39	14,335
6	2027	39	0	0	40	14,507
7	2028	40	0	0	40	14,681
8	2029	40	0	0	41	14,857
9	2030	41	0	0	41	15,036
10	2031	41	0	0	42	15,216
11	2032	42	0	0	42	15,399
12	2033	42	0	0	43	15,583
13	2034	43	0	0	43	15,770
14	2035	43	0	0	44	15,960
15	2036	44	0	0	44	16,151
16	2037	44	0	0	45	16,345
17	2038	45	0	0	45	16,541
18	2039	45	0	0	46	16,740
19	2040	46	0	0	46	16,940
20	2041	46	0	0	47	17,144

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 5= Rama 4. Zumpango a Tultitlán

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	135.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		99.00%	0.00%	1.00%	100.00%	365
0	2021	134	0	1	135	49,275
1	2022	135	0	1	137	49,866
2	2023	137	0	1	138	50,465
3	2024	139	0	1	140	51,070
4	2025	140	0	1	142	51,683
5	2026	142	0	1	143	52,303
6	2027	144	0	1	145	52,931
7	2028	145	0	1	147	53,566
8	2029	147	0	1	149	54,209
9	2030	149	0	2	150	54,859
10	2031	151	0	2	152	55,518
11	2032	152	0	2	154	56,184
12	2033	154	0	2	156	56,858
13	2034	156	0	2	158	57,540
14	2035	158	0	2	160	58,231
15	2036	160	0	2	161	58,930
16	2037	162	0	2	163	59,637
17	2038	164	0	2	165	60,353
18	2039	166	0	2	167	61,077
19	2040	168	0	2	169	61,810
20	2041	170	0	2	171	62,551

Punto 6 = Rama 0. Tultitlán - Ecatepec

Proyección del Transito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	164.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		96.00%	1.00%	3.00%	100.00%	365
0	2021	157	2	5	164	59,860
1	2022	159	2	5	166	60,578
2	2023	161	2	5	168	61,305
3	2024	163	2	5	170	62,041
4	2025	165	2	5	172	62,785
5	2026	167	2	5	174	63,539
6	2027	169	2	5	176	64,301
7	2028	171	2	5	178	65,073
8	2029	173	2	5	180	65,854
9	2030	175	2	5	183	66,644
10	2031	177	2	6	185	67,444
11	2032	180	2	6	187	68,253
12	2033	182	2	6	189	69,072

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

13	2034	184	2	6	192	69,901
14	2035	186	2	6	194	70,740
15	2036	188	2	6	196	71,589
16	2037	191	2	6	198	72,448
17	2038	193	2	6	201	73,317
18	2039	195	2	6	203	74,197
19	2040	197	2	6	206	75,087
20	2041	200	2	6	208	75,988

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec

Proyección del Tránsito Diario Promedio Anual						
Crecimiento anual		Clasificación vehicular			TDPA	86.00
1.20%		A	B	C	Total Día	Total Anual
Año		90.00%	2.00%	8.00%	100.00%	365
0	2021	77	2	7	86	31,390
1	2022	78	2	7	87	31,767
2	2023	79	2	7	88	32,148
3	2024	80	2	7	89	32,534
4	2025	81	2	7	90	32,924
5	2026	82	2	7	91	33,319
6	2027	83	2	7	92	33,719
7	2028	84	2	7	93	34,124
8	2029	85	2	8	95	34,533
9	2030	86	2	8	96	34,947
10	2031	87	2	8	97	35,367
11	2032	88	2	8	98	35,791
12	2033	89	2	8	99	36,221
13	2034	90	2	8	100	36,655
14	2035	91	2	8	102	37,095
15	2036	93	2	8	103	37,540
16	2037	94	2	8	104	37,991
17	2038	95	2	8	105	38,447
18	2039	96	2	9	107	38,908
19	2040	97	2	9	108	39,375
20	2041	98	2	9	109	39,848

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

n) Diagnóstico De La Interacción de La Oferta- Demanda Con Proyecto

Al llevar a cabo los trabajos de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA) se contará con siete rutas que darán acceso y salida a los usuarios locales de la zona aledaña, estas estarán pavimentadas con concreto asfáltico permitiendo la circulación adecuada de los usuarios. De esta manera se reducirán las distancias, tiempos de traslado y costos generalizados de viaje.

La relación que tiene la oferta y la demanda es el costo en el que incurren los vehículos al circular por las calles. Al ser estimados se toman en cuenta diferentes características del camino y vehículo como: costos de operación, mantenimiento del vehículo, costo del tiempo de las personas que transitan, costos de los hidrocarburos, costos del mantenimiento vehicular, valor del tiempo de los usuarios, valor del tiempo de los choferes de las unidades, condiciones físicas de la carretera, altitud de promedio de la carretera, entre otros.

Así entonces, el CGV es el costo en el que incurre el usuario de un camino, por trasladarse entre un cierto origen y un destino en donde influyen tanto los costos de operación vehicular (COV) (combustible, lubricantes, neumáticos, refacciones, etc.), como los costos del tiempo del recorrido (CTR). La sumatoria de estos dos elementos dan como resultado los Costos Generalizados de Viaje por tipo de vehículo.

- **Velocidad y Tiempo de Recorrido**

El cálculo del tiempo de recorrido en una red en la que se presenta la situación de ruta con proyecto (situación deseable o futura), se realiza en gabinete con base en la velocidad de proyecto, misma que dependerá de las características geométricas de los tramos que integran la nueva ruta. Dicho lo anterior se considera que la velocidad máxima de circulación es de 40 km/hr en promedio de acuerdo al proyecto geométrico y condiciones de la zona.

En la siguiente tabla se muestran las velocidades y tiempos de recorrido de acuerdo a las características de la Situación con Proyecto:

Tabla 52 Velocidades en situación con proyecto

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.31		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:27	00:00:28	00:00:30

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.28		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:24	00:00:26	00:00:27

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:17	00:00:18	00:00:19

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.39		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:33	00:00:35	00:00:37

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.29		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:25	00:00:26	00:00:27

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.31		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:27	00:00:28	00:00:29

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.36		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
Velocidad (km/hr)	42.00	40.00	38.00
Vel. Prom (km/hr)	40.00		
Tiempo de recorrido	00:00:30	00:00:32	00:00:34

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Es notable que las distancias se redujeron en comparación de la situación actual, por lo tanto, los tiempos de recorrido se reducen en gran medida, mejorando sustancialmente las condiciones de operación de los usuarios. A continuación, se presenta el ahorro de tiempo de acuerdo a la situación sin proyecto.

Tabla 53 Ahorros en tiempo de traslado

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:00:43	00:00:46	00:00:49
Situación con proyecto	00:00:27	00:00:28	00:00:30
Ahorro	00:00:16	00:00:17	00:00:19

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:19:14	00:20:26	00:21:48
Situación con proyecto	00:00:24	00:00:26	00:00:27
Ahorro	00:18:50	00:20:01	00:21:21

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:00:43	00:00:46	00:00:49
Situación con proyecto	00:00:17	00:00:18	00:00:19
Ahorro	00:00:26	00:00:28	00:00:30

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:00:54	00:00:58	00:01:03
Situación con proyecto	00:00:33	00:00:35	00:00:37
Ahorro	00:00:21	00:00:23	00:00:26

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:09:00	00:09:39	00:10:23
Situación con proyecto	00:00:25	00:00:26	00:00:27
Ahorro	00:08:35	00:09:12	00:09:56

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:01:50	00:01:55	00:02:00
Situación con proyecto	00:00:27	00:00:28	00:00:29
Ahorro	00:01:23	00:01:27	00:01:31

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec			
Tiempo de ahorro			
Clasificación	A	B	C
Situación actual	00:20:44	00:21:43	00:22:48
Situación con proyecto	00:00:30	00:00:32	00:00:34
Ahorro	00:20:13	00:21:11	00:22:14

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

- **Costos de Operación Vehicular**

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar.

Para obtención de los COV del presente proyecto se hará uso del modelo computacional VOC-MEX, el cual arroja los resultados base por cada 1,000 vehículos-kilómetro. Los insumos básicos que se ingresaron para las corridas del VOC-MEX son los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 590 2020, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados arrojados por el programa VOC-MEX, para el caso de cada tipo de vehículo del presente proyecto:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 54 Costos de Operación Vehicular para cada tipo de vehículo

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.31		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 4,758.07	\$ 18,259.24	\$ 12,395.33
COV (\$/km)/vehículo	\$ 4.76	\$ 18.26	\$ 12.40

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.28		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 6,222.09	\$ 12,190.29	\$ 8,661.62
COV (\$/km)/vehículo	\$ 6.22	\$ 12.19	\$ 8.66

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.20		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 6,731.00	\$ 17,090.87	\$ 11,007.36
COV (\$/km)/vehículo	\$ 6.73	\$ 17.09	\$ 11.01

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.39		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 6,603.35	\$ 16,272.84	\$ 10,503.06
COV (\$/km)/vehículo	\$ 6.60	\$ 16.27	\$ 10.50

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.29		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,134.50	\$ 28,284.06	\$ 17,810.56
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.13	\$ 28.28	\$ 17.81

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.31		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,979.04	\$ 21,153.65	\$ 14,631.49
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.98	\$ 21.15	\$ 14.63

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec			
Situación Con Proyecto			
Longitud (km)	0.36		
IRI (m/km)	3		
Clasificación	A	B	C
COV (\$/km) 1,000 vehículos	\$ 7,413.61	\$ 17,148.09	\$ 11,679.12
COV (\$/km)/vehículo	\$ 7.41	\$ 17.15	\$ 11.68

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Para obtención de los COV del presente proyecto se hizo uso del modelo computacional VOC-MEX, el cual arroja los resultados base por cada 1,000 vehículo-kilómetros. Los insumos básicos que se ingresaron para las corridas del VOC-MEX son los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 590 2020 (Anexo III).

- **Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)**

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios.

Con la publicación de los resultados del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores de ingresos y horas trabajadas aplicando la metodología propuesta por Torres (2012), cuyas expresiones básicas y valores se muestran a continuación.

$$SHP = \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$
$$VTpp = 0.3 * 2 * \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$

Dónde:

SHP= Valor tiempo por motivo de trabajo

VTpp= Valor del tiempo por motivo de placer

SMGP = salario mínimo por hora (en pesos)

PHTD = promedio de horas trabajadas diarias = HTP / 7

HTPcenso2010 = promedio de las horas trabajadas por semana = 41.444

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

FIP censo2010 = factor de ingreso promedio de la población (en SMGP) = 3.367

H = ingreso horario familiar = 2*FIP*SMH

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

Tabla 55 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (\$)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	70.00%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	30.00%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	20.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	15.00

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020, NOTAS núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

A continuación, se presentan los resultados de los CGV's correspondientes a la situación con proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 56 Costos representativos de la situación con proyecto

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$4.76	\$18.26	\$12.40	\$202,442.71	\$0.00	\$28,334.12	\$230,776.82
2	2023	\$4.82	\$18.48	\$12.54	\$207,330.48	\$0.00	\$29,018.22	\$236,348.70
3	2024	\$4.87	\$18.70	\$12.69	\$212,336.27	\$0.00	\$29,718.83	\$242,055.10
4	2025	\$4.93	\$18.92	\$12.85	\$217,462.92	\$0.00	\$30,436.36	\$247,899.28
5	2026	\$4.99	\$19.15	\$13.00	\$222,713.34	\$0.00	\$31,171.22	\$253,884.56
6	2027	\$5.05	\$19.38	\$13.16	\$228,090.53	\$0.00	\$31,923.82	\$260,014.35
7	2028	\$5.11	\$19.61	\$13.31	\$233,597.55	\$0.00	\$32,694.58	\$266,292.13
8	2029	\$5.17	\$19.85	\$13.47	\$239,237.53	\$0.00	\$33,483.96	\$272,721.49
9	2030	\$5.23	\$20.09	\$13.64	\$245,013.68	\$0.00	\$34,292.40	\$279,306.08
10	2031	\$5.30	\$20.33	\$13.80	\$250,929.29	\$0.00	\$35,120.36	\$286,049.64
11	2032	\$5.36	\$20.57	\$13.97	\$256,987.73	\$0.00	\$35,968.30	\$292,956.03
12	2033	\$5.43	\$20.82	\$14.13	\$263,192.44	\$0.00	\$36,836.72	\$300,029.16
13	2034	\$5.49	\$21.07	\$14.30	\$269,546.96	\$0.00	\$37,726.11	\$307,273.06
14	2035	\$5.56	\$21.32	\$14.47	\$276,054.90	\$0.00	\$38,636.96	\$314,691.86
15	2036	\$5.62	\$21.58	\$14.65	\$282,719.97	\$0.00	\$39,569.82	\$322,289.78
16	2037	\$5.69	\$21.84	\$14.82	\$289,545.96	\$0.00	\$40,525.19	\$330,071.15
17	2038	\$5.76	\$22.10	\$15.00	\$296,536.76	\$0.00	\$41,503.63	\$338,040.38

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

18	2039	\$5.83	\$22.36	\$15.18	\$303,696.34	\$0.00	\$42,505.69	\$346,202.03
19	2040	\$5.90	\$22.63	\$15.36	\$311,028.78	\$0.00	\$43,531.95	\$354,560.73
20	2041	\$5.97	\$22.90	\$15.55	\$318,538.26	\$0.00	\$44,582.99	\$363,121.25

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
Año	A	B	C	Valor Tiempo				
	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$143,676.08	\$0.00	\$13,995.81	\$157,671.90
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$147,166.19	\$0.00	\$14,335.79	\$161,501.98
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$150,741.08	\$0.00	\$14,684.03	\$165,425.11
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$154,402.80	\$0.00	\$15,040.73	\$169,443.53
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$158,153.48	\$0.00	\$15,406.09	\$173,559.57
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$161,995.26	\$0.00	\$15,780.33	\$177,775.59
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$165,930.37	\$0.00	\$16,163.66	\$182,094.03
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$169,961.07	\$0.00	\$16,556.29	\$186,517.36
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$174,089.68	\$0.00	\$16,958.47	\$191,048.15
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$178,318.58	\$0.00	\$17,370.42	\$195,689.00
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$182,650.20	\$0.00	\$17,792.37	\$200,442.58
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$187,087.05	\$0.00	\$18,224.58	\$205,311.63
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$191,631.67	\$0.00	\$18,667.28	\$210,298.95
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$196,286.70	\$0.00	\$19,120.73	\$215,407.43
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$201,054.79	\$0.00	\$19,585.21	\$220,640.00
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$205,938.72	\$0.00	\$20,060.96	\$225,999.67
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$210,941.28	\$0.00	\$20,548.27	\$231,489.55
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$216,065.35	\$0.00	\$21,047.42	\$237,112.77
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$221,313.91	\$0.00	\$21,558.69	\$242,872.60
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$226,689.95	\$0.00	\$22,082.38	\$248,772.34

CGV'S Anuales (\$)					
Año	A	B	C	Total	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$346,118.79	\$0.00	\$42,329.93	\$388,448.72
2	2023	\$354,496.67	\$0.00	\$43,354.01	\$397,850.68
3	2024	\$363,077.35	\$0.00	\$44,402.86	\$407,480.21
4	2025	\$371,865.72	\$0.00	\$45,477.09	\$417,342.81
5	2026	\$380,866.82	\$0.00	\$46,577.31	\$427,444.13
6	2027	\$390,085.80	\$0.00	\$47,704.14	\$437,789.94
7	2028	\$399,527.92	\$0.00	\$48,858.24	\$448,386.16
8	2029	\$409,198.60	\$0.00	\$50,040.26	\$459,238.86
9	2030	\$419,103.36	\$0.00	\$51,250.87	\$470,354.23
10	2031	\$429,247.87	\$0.00	\$52,490.77	\$481,738.64
11	2032	\$439,637.93	\$0.00	\$53,760.67	\$493,398.60
12	2033	\$450,279.49	\$0.00	\$55,061.30	\$505,340.78
13	2034	\$461,178.63	\$0.00	\$56,393.38	\$517,572.01
14	2035	\$472,341.59	\$0.00	\$57,757.70	\$530,099.29

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

15	2036	\$483,774.76	\$0.00	\$59,155.02	\$542,929.78
16	2037	\$495,484.67	\$0.00	\$60,586.15	\$556,070.82
17	2038	\$507,478.03	\$0.00	\$62,051.90	\$569,529.93
18	2039	\$519,761.69	\$0.00	\$63,553.11	\$583,314.80
19	2040	\$532,342.69	\$0.00	\$65,090.64	\$597,433.33
20	2041	\$545,228.21	\$0.00	\$66,665.37	\$611,893.58

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$6.22	\$12.19	\$8.66	\$60,663.01	\$12,485.99	\$29,728.29	\$102,877.29
2	2023	\$6.30	\$12.34	\$8.77	\$62,127.66	\$12,787.45	\$30,446.05	\$105,361.16
3	2024	\$6.37	\$12.48	\$8.87	\$63,627.67	\$13,096.19	\$31,181.14	\$107,905.00
4	2025	\$6.45	\$12.63	\$8.98	\$65,163.90	\$13,412.38	\$31,933.97	\$110,510.25
5	2026	\$6.53	\$12.79	\$9.08	\$66,737.21	\$13,736.21	\$32,704.99	\$113,178.41
6	2027	\$6.60	\$12.94	\$9.19	\$68,348.52	\$14,067.86	\$33,494.62	\$115,910.99
7	2028	\$6.68	\$13.09	\$9.30	\$69,998.72	\$14,407.51	\$34,303.31	\$118,709.55
8	2029	\$6.76	\$13.25	\$9.42	\$71,688.77	\$14,755.37	\$35,131.53	\$121,575.67
9	2030	\$6.85	\$13.41	\$9.53	\$73,419.63	\$15,111.62	\$35,979.75	\$124,510.99
10	2031	\$6.93	\$13.57	\$9.64	\$75,192.27	\$15,476.48	\$36,848.44	\$127,517.19
11	2032	\$7.01	\$13.73	\$9.76	\$77,007.71	\$15,850.14	\$37,738.11	\$130,595.96
12	2033	\$7.09	\$13.90	\$9.88	\$78,866.99	\$16,232.83	\$38,649.26	\$133,749.07
13	2034	\$7.18	\$14.07	\$9.99	\$80,771.15	\$16,624.75	\$39,582.41	\$136,978.31
14	2035	\$7.27	\$14.24	\$10.11	\$82,721.29	\$17,026.14	\$40,538.08	\$140,285.51
15	2036	\$7.35	\$14.41	\$10.24	\$84,718.51	\$17,437.22	\$41,516.83	\$143,672.57
16	2037	\$7.44	\$14.58	\$10.36	\$86,763.96	\$17,858.22	\$42,519.22	\$147,141.40
17	2038	\$7.53	\$14.75	\$10.48	\$88,858.78	\$18,289.39	\$43,545.80	\$150,693.98
18	2039	\$7.62	\$14.93	\$10.61	\$91,004.19	\$18,730.97	\$44,597.17	\$154,332.33
19	2040	\$7.71	\$15.11	\$10.74	\$93,201.40	\$19,183.21	\$45,673.93	\$158,058.53
20	2041	\$7.80	\$15.29	\$10.86	\$95,451.65	\$19,646.37	\$46,776.68	\$161,874.70

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
				Valor Tiempo				
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$32,923.08	\$41,764.65	\$27,096.19	\$101,783.91
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$33,722.83	\$42,779.17	\$27,754.40	\$104,256.40
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$34,542.00	\$43,818.34	\$28,428.60	\$106,788.94
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$35,381.08	\$44,882.75	\$29,119.17	\$109,383.00
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$36,240.54	\$45,973.02	\$29,826.52	\$112,040.08
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$37,120.88	\$47,089.78	\$30,551.05	\$114,761.70
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$38,022.60	\$48,233.66	\$31,293.18	\$117,549.44

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

8	2029	38.60	36.76	34.92	\$38,946.23	\$49,405.33	\$32,053.34	\$120,404.89
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$39,892.29	\$50,605.46	\$32,831.96	\$123,329.70
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$40,861.33	\$51,834.74	\$33,629.50	\$126,325.57
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$41,853.91	\$53,093.88	\$34,446.41	\$129,394.20
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$42,870.61	\$54,383.61	\$35,283.16	\$132,537.38
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$43,912.00	\$55,704.67	\$36,140.24	\$135,756.92
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$44,978.69	\$57,057.82	\$37,018.14	\$139,054.65
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$46,071.29	\$58,443.84	\$37,917.37	\$142,432.50
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$47,190.43	\$59,863.53	\$38,838.44	\$145,892.40
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$48,336.75	\$61,317.70	\$39,781.88	\$149,436.34
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$49,510.93	\$62,807.20	\$40,748.25	\$153,066.38
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$50,713.62	\$64,332.88	\$41,738.08	\$156,784.59
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$51,945.53	\$65,895.63	\$42,751.96	\$160,593.12

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$93,586.09	\$54,250.63	\$56,824.48	\$204,661.20
2	2023	\$95,850.49	\$55,566.62	\$58,200.45	\$209,617.55
3	2024	\$98,169.67	\$56,914.53	\$59,609.73	\$214,693.94
4	2025	\$100,544.98	\$58,295.14	\$61,053.14	\$219,893.26
5	2026	\$102,977.75	\$59,709.24	\$62,531.50	\$225,218.50
6	2027	\$105,469.39	\$61,157.64	\$64,045.66	\$230,672.70
7	2028	\$108,021.32	\$62,641.17	\$65,596.49	\$236,258.99
8	2029	\$110,635.00	\$64,160.70	\$67,184.87	\$241,980.56
9	2030	\$113,311.91	\$65,717.08	\$68,811.71	\$247,840.70
10	2031	\$116,053.60	\$67,311.22	\$70,477.94	\$253,842.76
11	2032	\$118,861.63	\$68,944.02	\$72,184.52	\$259,990.17
12	2033	\$121,737.59	\$70,616.44	\$73,932.42	\$266,286.46
13	2034	\$124,683.15	\$72,329.42	\$75,722.65	\$272,735.22
14	2035	\$127,699.98	\$74,083.96	\$77,556.23	\$279,340.17
15	2036	\$130,789.80	\$75,881.06	\$79,434.21	\$286,105.07
16	2037	\$133,954.38	\$77,721.75	\$81,357.66	\$293,033.80
17	2038	\$137,195.54	\$79,607.10	\$83,327.69	\$300,130.32
18	2039	\$140,515.12	\$81,538.18	\$85,345.42	\$307,398.71
19	2040	\$143,915.02	\$83,516.10	\$87,412.01	\$314,843.12
20	2041	\$147,397.18	\$85,542.00	\$89,528.64	\$322,467.82

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$6.73	\$17.09	\$11.01	\$184,736.71	\$4,835.78	\$6,228.96	\$195,801.45
2	2023	\$6.81	\$17.30	\$11.14	\$189,197.00	\$4,952.53	\$6,379.35	\$200,528.88

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

3	2024	\$6.89	\$17.50	\$11.27	\$193,764.97	\$5,072.11	\$6,533.37	\$205,370.45
4	2025	\$6.98	\$17.71	\$11.41	\$198,443.23	\$5,194.57	\$6,691.11	\$210,328.91
5	2026	\$7.06	\$17.93	\$11.55	\$203,234.44	\$5,319.98	\$6,852.66	\$215,407.09
6	2027	\$7.14	\$18.14	\$11.68	\$208,141.34	\$5,448.43	\$7,018.11	\$220,607.88
7	2028	\$7.23	\$18.36	\$11.82	\$213,166.70	\$5,579.98	\$7,187.56	\$225,934.24
8	2029	\$7.32	\$18.58	\$11.97	\$218,313.40	\$5,714.70	\$7,361.10	\$231,389.19
9	2030	\$7.40	\$18.80	\$12.11	\$223,584.36	\$5,852.68	\$7,538.82	\$236,975.85
10	2031	\$7.49	\$19.03	\$12.25	\$228,982.58	\$5,993.98	\$7,720.84	\$242,697.40
11	2032	\$7.58	\$19.26	\$12.40	\$234,511.13	\$6,138.70	\$7,907.25	\$248,557.09
12	2033	\$7.67	\$19.49	\$12.55	\$240,173.17	\$6,286.91	\$8,098.17	\$254,558.25
13	2034	\$7.77	\$19.72	\$12.70	\$245,971.91	\$6,438.71	\$8,293.69	\$260,704.30
14	2035	\$7.86	\$19.96	\$12.85	\$251,910.66	\$6,594.16	\$8,493.93	\$266,998.75
15	2036	\$7.95	\$20.20	\$13.01	\$257,992.79	\$6,753.37	\$8,699.01	\$273,445.16
16	2037	\$8.05	\$20.44	\$13.16	\$264,221.76	\$6,916.42	\$8,909.04	\$280,047.22
17	2038	\$8.15	\$20.68	\$13.32	\$270,601.13	\$7,083.41	\$9,124.14	\$286,808.69
18	2039	\$8.24	\$20.93	\$13.48	\$277,134.53	\$7,254.44	\$9,344.43	\$293,733.39
19	2040	\$8.34	\$21.18	\$13.64	\$283,825.66	\$7,429.59	\$9,570.04	\$300,825.29
20	2041	\$8.44	\$21.44	\$13.81	\$290,678.35	\$7,608.97	\$9,801.10	\$308,088.42

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
Año	A	B	C	Valor Tiempo				
	A	B	C	A	B	C		
0	2021				-	-	-	-
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$92,680.12	\$11,537.24	\$4,467.55	\$108,684.92
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$94,931.46	\$11,817.50	\$4,576.08	\$111,325.04
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$97,237.49	\$12,104.56	\$4,687.24	\$114,029.29
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$99,599.53	\$12,398.60	\$4,801.10	\$116,799.23
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$102,018.96	\$12,699.78	\$4,917.72	\$119,636.46
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$104,497.15	\$13,008.28	\$5,037.18	\$122,542.61
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$107,035.54	\$13,324.27	\$5,159.54	\$125,519.35
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$109,635.59	\$13,647.94	\$5,284.88	\$128,568.41
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$112,298.81	\$13,979.46	\$5,413.25	\$131,691.53
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$115,026.71	\$14,319.05	\$5,544.75	\$134,890.51
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$117,820.88	\$14,666.88	\$5,679.44	\$138,167.20
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$120,682.93	\$15,023.16	\$5,817.40	\$141,523.49
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$123,614.50	\$15,388.09	\$5,958.72	\$144,961.31
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$126,617.28	\$15,761.89	\$6,103.46	\$148,482.64
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$129,693.00	\$16,144.77	\$6,251.72	\$152,089.50
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$132,843.44	\$16,536.95	\$6,403.59	\$155,783.98
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$136,070.41	\$16,938.66	\$6,559.14	\$159,568.21
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$139,375.76	\$17,350.13	\$6,718.47	\$163,444.36
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$142,761.41	\$17,771.59	\$6,881.67	\$167,414.67
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$146,229.30	\$18,203.29	\$7,048.84	\$171,481.42

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$277,416.84	\$16,373.02	\$10,696.51	\$304,486.37
2	2023	\$284,128.46	\$16,770.03	\$10,955.43	\$311,853.92
3	2024	\$291,002.46	\$17,176.67	\$11,220.61	\$319,399.74
4	2025	\$298,042.76	\$17,593.17	\$11,492.21	\$327,128.14
5	2026	\$305,253.40	\$18,019.77	\$11,770.39	\$335,043.55
6	2027	\$312,638.48	\$18,456.71	\$12,055.30	\$343,150.49
7	2028	\$320,202.24	\$18,904.25	\$12,347.10	\$351,453.59
8	2029	\$327,948.99	\$19,362.64	\$12,645.97	\$359,957.60
9	2030	\$335,883.16	\$19,832.14	\$12,952.08	\$368,667.38
10	2031	\$344,009.29	\$20,313.03	\$13,265.59	\$377,587.91
11	2032	\$352,332.02	\$20,805.58	\$13,586.69	\$386,724.29
12	2033	\$360,856.10	\$21,310.07	\$13,915.57	\$396,081.74
13	2034	\$369,586.41	\$21,826.80	\$14,252.40	\$405,665.61
14	2035	\$378,527.94	\$22,356.05	\$14,597.39	\$415,481.38
15	2036	\$387,685.79	\$22,898.14	\$14,950.73	\$425,534.67
16	2037	\$397,065.21	\$23,453.38	\$15,312.62	\$435,831.21
17	2038	\$406,671.54	\$24,022.08	\$15,683.28	\$446,376.89
18	2039	\$416,510.29	\$24,604.56	\$16,062.90	\$457,177.75
19	2040	\$426,587.07	\$25,201.17	\$16,451.71	\$468,239.96
20	2041	\$436,907.65	\$25,812.25	\$16,849.94	\$479,569.84

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$6.60	\$16.27	\$10.50	\$34,819.25	\$0.00	\$559.42	\$35,378.66
2	2023	\$6.68	\$16.47	\$10.63	\$35,659.92	\$0.00	\$572.92	\$36,232.85
3	2024	\$6.76	\$16.67	\$10.76	\$36,520.90	\$0.00	\$586.76	\$37,107.65
4	2025	\$6.84	\$16.87	\$10.89	\$37,402.66	\$0.00	\$600.92	\$38,003.58
5	2026	\$6.93	\$17.07	\$11.02	\$38,305.71	\$0.00	\$615.43	\$38,921.14
6	2027	\$7.01	\$17.27	\$11.15	\$39,230.56	\$0.00	\$630.29	\$39,860.85
7	2028	\$7.09	\$17.48	\$11.28	\$40,177.74	\$0.00	\$645.51	\$40,823.25
8	2029	\$7.18	\$17.69	\$11.42	\$41,147.79	\$0.00	\$661.09	\$41,808.89
9	2030	\$7.26	\$17.90	\$11.55	\$42,141.27	\$0.00	\$677.06	\$42,818.32
10	2031	\$7.35	\$18.12	\$11.69	\$43,158.72	\$0.00	\$693.40	\$43,852.13
11	2032	\$7.44	\$18.33	\$11.83	\$44,200.75	\$0.00	\$710.14	\$44,910.89
12	2033	\$7.53	\$18.55	\$11.98	\$45,267.93	\$0.00	\$727.29	\$45,995.22
13	2034	\$7.62	\$18.78	\$12.12	\$46,360.88	\$0.00	\$744.85	\$47,105.73
14	2035	\$7.71	\$19.00	\$12.26	\$47,480.22	\$0.00	\$762.83	\$48,243.05
15	2036	\$7.80	\$19.23	\$12.41	\$48,626.58	\$0.00	\$781.25	\$49,407.83
16	2037	\$7.90	\$19.46	\$12.56	\$49,800.62	\$0.00	\$800.11	\$50,600.73

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

17	2038	\$7.99	\$19.69	\$12.71	\$51,003.01	\$0.00	\$819.43	\$51,822.44
18	2039	\$8.09	\$19.93	\$12.86	\$52,234.42	\$0.00	\$839.21	\$53,073.64
19	2040	\$8.18	\$20.17	\$13.02	\$53,495.57	\$0.00	\$859.48	\$54,355.05
20	2041	\$8.28	\$20.41	\$13.17	\$54,787.17	\$0.00	\$880.23	\$55,667.40

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$17,806.06	\$0.00	\$420.49	\$18,226.56
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$18,238.60	\$0.00	\$430.71	\$18,669.31
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$18,681.64	\$0.00	\$441.17	\$19,122.81
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$19,135.45	\$0.00	\$451.89	\$19,587.33
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$19,600.28	\$0.00	\$462.86	\$20,063.14
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$20,076.40	\$0.00	\$474.11	\$20,550.50
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$20,564.08	\$0.00	\$485.62	\$21,049.70
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$21,063.61	\$0.00	\$497.42	\$21,561.03
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$21,575.28	\$0.00	\$509.50	\$22,084.78
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$22,099.38	\$0.00	\$521.88	\$22,621.26
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$22,636.20	\$0.00	\$534.56	\$23,170.76
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$23,186.07	\$0.00	\$547.54	\$23,733.61
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$23,749.30	\$0.00	\$560.84	\$24,310.14
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$24,326.20	\$0.00	\$574.47	\$24,900.67
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$24,917.12	\$0.00	\$588.42	\$25,505.54
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$25,522.40	\$0.00	\$602.71	\$26,125.11
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$26,142.37	\$0.00	\$617.35	\$26,759.73
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$26,777.41	\$0.00	\$632.35	\$27,409.76
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$27,427.87	\$0.00	\$647.71	\$28,075.58
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$28,094.14	\$0.00	\$663.45	\$28,757.58

CGV'S Anuales (\$)					
Año	A	B	C	Total	
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$52,625.31	\$0.00	\$979.91	\$53,605.22
2	2023	\$53,898.52	\$0.00	\$1,003.63	\$54,902.15
3	2024	\$55,202.54	\$0.00	\$1,027.93	\$56,230.46
4	2025	\$56,538.10	\$0.00	\$1,052.81	\$57,590.91
5	2026	\$57,905.98	\$0.00	\$1,078.29	\$58,984.28
6	2027	\$59,306.95	\$0.00	\$1,104.40	\$60,411.35
7	2028	\$60,741.82	\$0.00	\$1,131.13	\$61,872.95
8	2029	\$62,211.41	\$0.00	\$1,158.51	\$63,369.92
9	2030	\$63,716.55	\$0.00	\$1,186.56	\$64,903.10
10	2031	\$65,258.10	\$0.00	\$1,215.28	\$66,473.38
11	2032	\$66,836.95	\$0.00	\$1,244.70	\$68,081.65
12	2033	\$68,454.00	\$0.00	\$1,274.83	\$69,728.83
13	2034	\$70,110.18	\$0.00	\$1,305.69	\$71,415.87

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

14	2035	\$71,806.42	\$0.00	\$1,337.30	\$73,143.72
15	2036	\$73,543.70	\$0.00	\$1,369.67	\$74,913.37
16	2037	\$75,323.02	\$0.00	\$1,402.83	\$76,725.84
17	2038	\$77,145.38	\$0.00	\$1,436.79	\$78,582.16
18	2039	\$79,011.83	\$0.00	\$1,471.57	\$80,483.40
19	2040	\$80,923.44	\$0.00	\$1,507.19	\$82,430.63
20	2041	\$82,881.30	\$0.00	\$1,543.67	\$84,424.98

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)			Situación Sin Proyecto			TC		
Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)			1.20%		
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.13	\$28.28	\$17.81	\$102,047.07	\$0.00	\$2,573.24	\$104,620.31
2	2023	\$7.22	\$28.62	\$18.02	\$104,510.90	\$0.00	\$2,635.37	\$107,146.26
3	2024	\$7.31	\$28.97	\$18.24	\$107,034.21	\$0.00	\$2,698.99	\$109,733.20
4	2025	\$7.39	\$29.31	\$18.46	\$109,618.44	\$0.00	\$2,764.16	\$112,382.60
5	2026	\$7.48	\$29.67	\$18.68	\$112,265.07	\$0.00	\$2,830.90	\$115,095.96
6	2027	\$7.57	\$30.02	\$18.91	\$114,975.60	\$0.00	\$2,899.24	\$117,874.84
7	2028	\$7.66	\$30.38	\$19.13	\$117,751.57	\$0.00	\$2,969.24	\$120,720.81
8	2029	\$7.76	\$30.75	\$19.36	\$120,594.56	\$0.00	\$3,040.93	\$123,635.49
9	2030	\$7.85	\$31.12	\$19.59	\$123,506.20	\$0.00	\$3,114.35	\$126,620.55
10	2031	\$7.94	\$31.49	\$19.83	\$126,488.13	\$0.00	\$3,189.55	\$129,677.68
11	2032	\$8.04	\$31.87	\$20.07	\$129,542.06	\$0.00	\$3,266.56	\$132,808.61
12	2033	\$8.13	\$32.25	\$20.31	\$132,669.72	\$0.00	\$3,345.42	\$136,015.14
13	2034	\$8.23	\$32.64	\$20.55	\$135,872.90	\$0.00	\$3,426.19	\$139,299.09
14	2035	\$8.33	\$33.03	\$20.80	\$139,153.41	\$0.00	\$3,508.92	\$142,662.33
15	2036	\$8.43	\$33.42	\$21.05	\$142,513.13	\$0.00	\$3,593.64	\$146,106.77
16	2037	\$8.53	\$33.83	\$21.30	\$145,953.97	\$0.00	\$3,680.40	\$149,634.37
17	2038	\$8.63	\$34.23	\$21.56	\$149,477.88	\$0.00	\$3,769.26	\$153,247.15
18	2039	\$8.74	\$34.64	\$21.81	\$153,086.88	\$0.00	\$3,860.27	\$156,947.14
19	2040	\$8.84	\$35.06	\$22.08	\$156,783.01	\$0.00	\$3,953.47	\$160,736.48
20	2041	\$8.95	\$35.48	\$22.34	\$160,568.38	\$0.00	\$4,048.92	\$164,617.30

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)			Situación Sin Proyecto			Total		
			Valor Tiempo					
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$48,300.32	\$0.00	\$1,140.62	\$49,440.94
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$49,473.61	\$0.00	\$1,168.32	\$50,641.93
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$50,675.40	\$0.00	\$1,196.70	\$51,872.10
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$51,906.38	\$0.00	\$1,225.77	\$53,132.15
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$53,167.26	\$0.00	\$1,255.55	\$54,422.81
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$54,458.77	\$0.00	\$1,286.05	\$55,744.82

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

7	2028	39.07	37.21	35.34	\$55,781.66	\$0.00	\$1,317.29	\$57,098.95
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$57,136.68	\$0.00	\$1,349.29	\$58,485.97
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$58,524.62	\$0.00	\$1,382.06	\$59,906.68
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$59,946.27	\$0.00	\$1,415.64	\$61,361.90
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$61,402.45	\$0.00	\$1,450.02	\$62,852.48
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$62,894.01	\$0.00	\$1,485.25	\$64,379.26
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$64,421.80	\$0.00	\$1,521.33	\$65,943.12
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$65,986.70	\$0.00	\$1,558.28	\$67,544.98
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$67,589.62	\$0.00	\$1,596.14	\$69,185.75
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$69,231.47	\$0.00	\$1,634.91	\$70,866.38
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$70,913.20	\$0.00	\$1,674.62	\$72,587.83
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$72,635.79	\$0.00	\$1,715.30	\$74,351.09
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$74,400.22	\$0.00	\$1,756.97	\$76,157.19
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$76,207.52	\$0.00	\$1,799.65	\$78,007.17

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$150,347.39	\$0.00	\$3,713.85	\$154,061.25
2	2023	\$153,984.50	\$0.00	\$3,803.69	\$157,788.19
3	2024	\$157,709.60	\$0.00	\$3,895.70	\$161,605.30
4	2025	\$161,524.82	\$0.00	\$3,989.93	\$165,514.75
5	2026	\$165,432.33	\$0.00	\$4,086.45	\$169,518.78
6	2027	\$169,434.37	\$0.00	\$4,185.29	\$173,619.66
7	2028	\$173,533.23	\$0.00	\$4,286.53	\$177,819.76
8	2029	\$177,731.24	\$0.00	\$4,390.22	\$182,121.46
9	2030	\$182,030.81	\$0.00	\$4,496.42	\$186,527.23
10	2031	\$186,434.39	\$0.00	\$4,605.18	\$191,039.58
11	2032	\$190,944.51	\$0.00	\$4,716.58	\$195,661.09
12	2033	\$195,563.73	\$0.00	\$4,830.67	\$200,394.40
13	2034	\$200,294.70	\$0.00	\$4,947.52	\$205,242.22
14	2035	\$205,140.11	\$0.00	\$5,067.20	\$210,207.31
15	2036	\$210,102.75	\$0.00	\$5,189.77	\$215,292.52
16	2037	\$215,185.44	\$0.00	\$5,315.31	\$220,500.75
17	2038	\$220,391.09	\$0.00	\$5,443.88	\$225,834.97
18	2039	\$225,722.67	\$0.00	\$5,575.57	\$231,298.24
19	2040	\$231,183.23	\$0.00	\$5,710.44	\$236,893.67
20	2041	\$236,775.89	\$0.00	\$5,848.57	\$242,624.46

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.98	\$21.15	\$14.63	\$143,868.84	\$3,973.11	\$8,244.31	\$156,086.26

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

2	2023	\$8.07	\$21.41	\$14.81	\$147,342.41	\$4,069.03	\$8,443.36	\$159,854.81
3	2024	\$8.17	\$21.66	\$14.98	\$150,899.84	\$4,167.28	\$8,647.22	\$163,714.34
4	2025	\$8.27	\$21.92	\$15.16	\$154,543.17	\$4,267.89	\$8,856.00	\$167,667.06
5	2026	\$8.37	\$22.19	\$15.35	\$158,274.46	\$4,370.93	\$9,069.82	\$171,715.21
6	2027	\$8.47	\$22.45	\$15.53	\$162,095.84	\$4,476.47	\$9,288.80	\$175,861.10
7	2028	\$8.57	\$22.72	\$15.72	\$166,009.48	\$4,584.55	\$9,513.07	\$180,107.09
8	2029	\$8.67	\$23.00	\$15.91	\$170,017.61	\$4,695.23	\$9,742.75	\$184,455.60
9	2030	\$8.78	\$23.27	\$16.10	\$174,122.52	\$4,808.60	\$9,977.98	\$188,909.10
10	2031	\$8.88	\$23.55	\$16.29	\$178,326.53	\$4,924.70	\$10,218.89	\$193,470.12
11	2032	\$8.99	\$23.83	\$16.49	\$182,632.05	\$5,043.60	\$10,465.61	\$198,141.26
12	2033	\$9.10	\$24.12	\$16.68	\$187,041.52	\$5,165.37	\$10,718.30	\$202,925.18
13	2034	\$9.21	\$24.41	\$16.88	\$191,557.45	\$5,290.08	\$10,977.08	\$207,824.61
14	2035	\$9.32	\$24.70	\$17.09	\$196,182.41	\$5,417.81	\$11,242.11	\$212,842.33
15	2036	\$9.43	\$25.00	\$17.29	\$200,919.04	\$5,548.61	\$11,513.54	\$217,981.19
16	2037	\$9.54	\$25.30	\$17.50	\$205,770.03	\$5,682.58	\$11,791.52	\$223,244.13
17	2038	\$9.66	\$25.60	\$17.71	\$210,738.14	\$5,819.78	\$12,076.22	\$228,634.13
18	2039	\$9.77	\$25.91	\$17.92	\$215,826.20	\$5,960.29	\$12,367.78	\$234,154.28
19	2040	\$9.89	\$26.22	\$18.14	\$221,037.11	\$6,104.20	\$12,666.39	\$239,807.70
20	2041	\$10.01	\$26.53	\$18.35	\$226,373.83	\$6,251.58	\$12,972.21	\$245,597.62

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)			Situación Sin Proyecto			Total		
			Valor Tiempo					
Año	A	B	C	A	B	C		
0	2021				-	-	-	-
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$60,887.58	\$7,658.52	\$4,448.40	\$72,994.49
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$62,366.63	\$7,844.55	\$4,556.46	\$74,767.64
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$63,881.61	\$8,035.11	\$4,667.14	\$76,583.86
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$65,433.39	\$8,230.29	\$4,780.51	\$78,444.19
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$67,022.86	\$8,430.22	\$4,896.64	\$80,349.72
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$68,650.95	\$8,635.00	\$5,015.58	\$82,301.54
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$70,318.58	\$8,844.76	\$5,137.42	\$84,300.76
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$72,026.73	\$9,059.61	\$5,262.22	\$86,348.56
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$73,776.37	\$9,279.68	\$5,390.04	\$88,446.09
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$75,568.50	\$9,505.10	\$5,520.98	\$90,594.58
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$77,404.18	\$9,735.99	\$5,655.09	\$92,795.26
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$79,284.44	\$9,972.50	\$5,792.46	\$95,049.39
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$81,210.38	\$10,214.74	\$5,933.17	\$97,358.29
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$83,183.10	\$10,462.87	\$6,077.29	\$99,723.26
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$85,203.74	\$10,717.03	\$6,224.92	\$102,145.69
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$87,273.47	\$10,977.37	\$6,376.13	\$104,626.96
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$89,393.47	\$11,244.02	\$6,531.02	\$107,168.51
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$91,564.97	\$11,517.16	\$6,689.66	\$109,771.79
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$93,789.22	\$11,796.93	\$6,852.17	\$112,438.31
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$96,067.50	\$12,083.49	\$7,018.62	\$115,169.61

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$204,756.42	\$11,631.62	\$12,692.71	\$229,080.75
2	2023	\$209,709.04	\$11,913.59	\$12,999.82	\$234,622.44
3	2024	\$214,781.45	\$12,202.38	\$13,314.36	\$240,298.20
4	2025	\$219,976.56	\$12,498.18	\$13,636.51	\$246,111.25
5	2026	\$225,297.32	\$12,801.15	\$13,966.45	\$252,064.93
6	2027	\$230,746.79	\$13,111.47	\$14,304.38	\$258,162.64
7	2028	\$236,328.07	\$13,429.30	\$14,650.49	\$264,407.86
8	2029	\$242,044.34	\$13,754.85	\$15,004.97	\$270,804.16
9	2030	\$247,898.88	\$14,088.28	\$15,368.02	\$277,355.19
10	2031	\$253,895.04	\$14,429.80	\$15,739.86	\$284,064.70
11	2032	\$260,036.23	\$14,779.59	\$16,120.70	\$290,936.52
12	2033	\$266,325.96	\$15,137.87	\$16,510.75	\$297,974.58
13	2034	\$272,767.82	\$15,504.82	\$16,910.24	\$305,182.89
14	2035	\$279,365.51	\$15,880.68	\$17,319.40	\$312,565.59
15	2036	\$286,122.78	\$16,265.65	\$17,738.46	\$320,126.88
16	2037	\$293,043.50	\$16,659.94	\$18,167.65	\$327,871.09
17	2038	\$300,131.61	\$17,063.80	\$18,607.23	\$335,802.64
18	2039	\$307,391.17	\$17,477.45	\$19,057.45	\$343,926.07
19	2040	\$314,826.33	\$17,901.12	\$19,518.56	\$352,246.01
20	2041	\$322,441.33	\$18,335.07	\$19,990.82	\$360,767.22

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto			TC	
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			1.20%	
Año	A	B	C	A	B	C	Total	
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	\$7.41	\$17.15	\$11.68	\$75,304.11	\$3,870.72	\$10,544.99	\$89,719.82
2	2023	\$7.50	\$17.35	\$11.82	\$77,122.25	\$3,964.18	\$10,799.59	\$91,886.02
3	2024	\$7.59	\$17.56	\$11.96	\$78,984.29	\$4,059.89	\$11,060.34	\$94,104.52
4	2025	\$7.68	\$17.77	\$12.10	\$80,891.29	\$4,157.91	\$11,327.38	\$96,376.58
5	2026	\$7.78	\$17.99	\$12.25	\$82,844.33	\$4,258.30	\$11,600.87	\$98,703.49
6	2027	\$7.87	\$18.20	\$12.40	\$84,844.52	\$4,361.11	\$11,880.96	\$101,086.59
7	2028	\$7.96	\$18.42	\$12.55	\$86,893.01	\$4,466.41	\$12,167.81	\$103,527.22
8	2029	\$8.06	\$18.64	\$12.70	\$88,990.95	\$4,574.24	\$12,461.59	\$106,026.78
9	2030	\$8.16	\$18.87	\$12.85	\$91,139.55	\$4,684.68	\$12,762.46	\$108,586.70
10	2031	\$8.25	\$19.09	\$13.00	\$93,340.02	\$4,797.79	\$13,070.60	\$111,208.41
11	2032	\$8.35	\$19.32	\$13.16	\$95,593.62	\$4,913.63	\$13,386.18	\$113,893.43
12	2033	\$8.45	\$19.55	\$13.32	\$97,901.64	\$5,032.26	\$13,709.37	\$116,643.27
13	2034	\$8.55	\$19.79	\$13.48	\$100,265.37	\$5,153.76	\$14,040.37	\$119,459.51
14	2035	\$8.66	\$20.02	\$13.64	\$102,686.18	\$5,278.19	\$14,379.36	\$122,343.74
15	2036	\$8.76	\$20.26	\$13.80	\$105,165.44	\$5,405.63	\$14,726.54	\$125,297.60
16	2037	\$8.87	\$20.51	\$13.97	\$107,704.55	\$5,536.14	\$15,082.09	\$128,322.79

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

17	2038	\$8.97	\$20.75	\$14.14	\$110,304.97	\$5,669.81	\$15,446.24	\$131,421.01
18	2039	\$9.08	\$21.00	\$14.30	\$112,968.17	\$5,806.70	\$15,819.17	\$134,594.04
19	2040	\$9.19	\$21.26	\$14.48	\$115,695.68	\$5,946.90	\$16,201.11	\$137,843.68
20	2041	\$9.30	\$21.51	\$14.65	\$118,489.03	\$6,090.48	\$16,592.27	\$141,171.78

Valor Tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/hr)				Situación Sin Proyecto			Total	
Año	A	B	C	Valor Tiempo				
				A	B	C		
0	2021			-	-	-	-	
1	2022	42.00	40.00	38.00	\$34,300.58	\$9,203.99	\$7,128.10	\$50,632.67
2	2023	41.50	39.52	37.54	\$35,133.79	\$9,427.57	\$7,301.25	\$51,862.62
3	2024	41.00	39.05	37.09	\$35,987.25	\$9,656.58	\$7,478.61	\$53,122.44
4	2025	40.51	38.58	36.65	\$36,861.43	\$9,891.15	\$7,660.28	\$54,412.86
5	2026	40.02	38.11	36.21	\$37,756.85	\$10,131.42	\$7,846.36	\$55,734.63
6	2027	39.54	37.66	35.77	\$38,674.02	\$10,377.53	\$8,036.96	\$57,088.51
7	2028	39.07	37.21	35.34	\$39,613.47	\$10,629.61	\$8,232.19	\$58,475.27
8	2029	38.60	36.76	34.92	\$40,575.74	\$10,887.82	\$8,432.16	\$59,895.73
9	2030	38.13	36.32	34.50	\$41,561.39	\$11,152.31	\$8,636.99	\$61,350.68
10	2031	37.68	35.88	34.09	\$42,570.97	\$11,423.21	\$8,846.80	\$62,840.98
11	2032	37.22	35.45	33.68	\$43,605.09	\$11,700.70	\$9,061.70	\$64,367.48
12	2033	36.78	35.03	33.27	\$44,664.32	\$11,984.93	\$9,281.82	\$65,931.07
13	2034	36.34	34.61	32.88	\$45,749.28	\$12,276.06	\$9,507.29	\$67,532.63
14	2035	35.90	34.19	32.48	\$46,860.60	\$12,574.26	\$9,738.24	\$69,173.10
15	2036	35.47	33.78	32.09	\$47,998.92	\$12,879.71	\$9,974.79	\$70,853.42
16	2037	35.04	33.37	31.71	\$49,164.88	\$13,192.58	\$10,217.09	\$72,574.55
17	2038	34.62	32.97	31.33	\$50,359.17	\$13,513.04	\$10,465.28	\$74,337.50
18	2039	34.21	32.58	30.95	\$51,582.47	\$13,841.30	\$10,719.50	\$76,143.27
19	2040	33.80	32.19	30.58	\$52,835.49	\$14,177.52	\$10,979.89	\$77,992.90
20	2041	33.39	31.80	30.21	\$54,118.94	\$14,521.92	\$11,246.61	\$79,887.47

CGV'S Anuales (\$)					
Año		A	B	C	Total
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$109,604.69	\$13,074.71	\$17,673.09	\$140,352.50
2	2023	\$112,256.05	\$13,391.75	\$18,100.85	\$143,748.64
3	2024	\$114,971.54	\$13,716.47	\$18,538.95	\$147,226.95
4	2025	\$117,752.72	\$14,049.06	\$18,987.66	\$150,789.44
5	2026	\$120,601.18	\$14,389.72	\$19,447.22	\$154,438.12
6	2027	\$123,518.54	\$14,738.64	\$19,917.92	\$158,175.10
7	2028	\$126,506.48	\$15,096.02	\$20,400.00	\$162,002.50
8	2029	\$129,566.69	\$15,462.07	\$20,893.75	\$165,922.51
9	2030	\$132,700.94	\$15,836.99	\$21,399.45	\$169,937.38
10	2031	\$135,911.00	\$16,221.00	\$21,917.40	\$174,049.39
11	2032	\$139,198.71	\$16,614.33	\$22,447.87	\$178,260.91
12	2033	\$142,565.96	\$17,017.19	\$22,991.19	\$182,574.34
13	2034	\$146,014.66	\$17,429.82	\$23,547.66	\$186,992.14

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

14	2035	\$149,546.78	\$17,852.46	\$24,117.60	\$191,516.84
15	2036	\$153,164.35	\$18,285.34	\$24,701.33	\$196,151.02
16	2037	\$156,869.43	\$18,728.72	\$25,299.19	\$200,897.34
17	2038	\$160,664.14	\$19,182.85	\$25,911.52	\$205,758.51
18	2039	\$164,550.64	\$19,648.00	\$26,538.67	\$210,737.31
19	2040	\$168,531.16	\$20,124.42	\$27,181.00	\$215,836.58
20	2041	\$172,607.97	\$20,612.39	\$27,838.88	\$221,059.25

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

V. Evaluación del Proyecto de Inversión

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

Etapa de ejecución.

La "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" constará de un monto de inversión de 62.786 mdp provenientes del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD 2021).

- **Monto de Inversión**

*Terracerías	\$38,512,646.00
*Estructuras	\$1,065,378.00
*Obras de drenaje y su drenaje	1,082,380.0
*Pavimentos	\$12,264,049.00
*Señalamiento	\$1,201,409.07
Subtotal	\$54,125,862.07
IVA	\$8,660,137.93
Total	\$62,786,000.00

A continuación, se presentan los componentes de la "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 57 Componentes de inversión del proyecto

Componentes del proyecto					
Componente	Descripción	U	Cantidad	PU c/IVA	Importe
Terracerías	Excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural	M ³	11,614.0	\$ 150.80	\$ 1,751,391.20
	Cortes	M ³	1,207.0	\$ 150.80	\$ 182,015.60
	Excavación para estructuras	M ³	360.0	\$ 226.20	\$ 81,432.00
	Compactación del terreno natural	M ³	2,972.0	\$ 55.68	\$ 165,480.96
	Terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos	M ³	52,463.0	\$ 638.00	\$ 33,471,394.00
	Capa Subyacente	M ³	6,719.0	\$ 377.00	\$ 2,533,063.00
	Subrasante compactada al 100% AASTHO	M ³	2,896.0	\$ 388.60	\$ 1,125,385.60
	Terraplén compactado al 95% AASTHO (capa subyacente)	M ³	8,021.0	\$ 377.00	\$ 3,023,917.00
	Subrasante compactada al 100% AASTHO	M ³	4,586.0	\$ 388.60	\$ 1,782,119.60

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

	Relleno con materiales procedentes de bancos,	M ³	1,040.0	\$ 487.20	\$ 506,688.00
	Relleno con materiales procedentes de bancos, para excavaciones, cuñas de terraplén, filtros y trincheras estabilizadoras, para filtros (piedra quebrada), con tamaño máximo de 12 cm y mínimo de 1.5 cm)	M ³	36.0	\$ 556.80	\$ 20,044.80
	Plantilla con material granular compactado para tubo	M ³	72.0	\$ 440.80	\$ 31,737.60
Estructuras	Construcción de mampostería en obras de drenaje	M ³	20.0	\$ 2,610.00	\$ 52,200.00
	Zampeado de mampostería en obras de drenaje	M ³	8.0	\$ 2,668.00	\$ 21,344.00
	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm ² en plantillas, canal y cabezales	M ³	42.0	\$ 3,306.00	\$ 138,852.00
	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 200 kg/cm ² en losas y aleros	M ³	7.5	\$ 4,524.00	\$ 33,930.00
	Construcción de concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm ² en cajones	M ³	110.0	\$ 5,162.00	\$ 567,820.00
	Acero para concreto hidráulico según su tipo	Kg	10,692.0	\$ 39.44	\$ 421,692.48
Obras de drenaje y subdrenaje	Alcantarilla tubular de concreto reforzado, de f'c = 280 kg/cm ² de 120 cm de diámetro	ML	46.0	\$ 5,394.00	\$ 248,124.00
	Cuneta, con concreto hidráulico simple de f'c = 150 kg/cm ²	ML	1,525.0	\$ 458.20	\$ 698,755.00
	Lavaderos de f'c =150 kg/cm ² con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")	ML	218.0	\$ 423.40	\$ 92,301.20
	Construcción de Bordillo de f'c = 100 kg/cm ² , de 144 cm ² de sección, en bordillo según proyecto tipo con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")	ML	926.0	\$ 145.00	\$ 134,270.00
	Malla electro soldada 6-6/10x10	M ²	363.0	\$ 226.20	\$ 82,110.60
Pavimentos	Construcción de subbase hidráulica	M ³	3,650.0	\$ 533.60	\$ 1,947,640.00
	Construcción de base hidráulica	M ³	3,057.0	\$ 527.80	\$ 1,613,484.60
	Riego de Impregnación	M ²	15,287.0	\$ 25.52	\$ 390,124.24
	Arena para cubrir el riego de impregnación	M ³	91.0	\$ 696.00	\$ 63,336.00
	Carpeta asfáltica con mezcla en caliente	M ³	1,834.0	\$ 5,568.00	\$ 10,211,712.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Señalamiento	Raya en la orilla derecha, continua sencilla de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante	ML	176.0	\$ 17.40	\$ 3,062.40
	Raya en la orilla izquierda, continua de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante	ML	176.0	\$ 17.40	\$ 3,062.40
	Flecha sencilla de dirección continua para carriles con velocidades hasta 60 km/h. a base de pintura convencional color blanco reflejante de 15 cm de espesor por 5.00 m de largo	Pza	2.0	\$ 440.80	\$ 881.60
	Vialetas de 10 x 10 cm color blanca unidireccional con retroreflejante @ 30 mts. en la orilla derecha del arroyo vial con faja separadora	Pza.	8.0	\$ 98.60	\$ 788.80
	Vialetas de 10 x 10 cm color blanca bidireccional con retroreflejante @ 32 mts. en la orilla izquierda del arroyo vial con faja separadora	Pza.	8.0	\$ 98.60	\$ 788.80
	Señales verticales bajas de 86 X 86 cm. en acabado reflejante.	Pza.	4.0	\$ 3,306.00	\$ 13,224.00
	Señales restrictivas de 86 X 86 cm. en acabado reflejante.	Pza.	4.0	\$ 3,306.00	\$ 13,224.00
	Señales restrictivas: tablero adicional de 35x86 cm en acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 4,060.00	\$ 8,120.00
	Señales informativas de destino de 40 X 239 cm. en acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 5,220.00	\$ 10,440.00
	Señales verticales elevadas de 122 X 366 cm. en acabado reflejante.	Pza.	1.0	\$ 55,680.00	\$ 55,680.00
	Indicadores de obstáculos de 30 x 122 cm. En acabado reflejante.	Pza.	2.0	\$ 1,450.00	\$ 2,900.00
	Indicadores de alineamiento de 13 x 100 cm	Pza.	4.0	\$ 1,334.00	\$ 5,336.00
	Defensas metálicas	ml.	180.0	\$ 1,624.00	\$ 292,320.00
	Barreras en sección de amortiguamiento en extremos de defensa metálica "Terminales"	Pza	2.0	\$ 464,000.00	\$ 928,000.00
	Barrera de transición	Pza	2.0	\$ 7,426.81	\$ 14,853.61
	Cartelera panorámica de 3 x 5 metros.	Pza	1.0	\$ 40,952.91	\$ 40,952.91
Total				\$ 62,786,000.00	

Fuente: Elaborado con el Proyecto Ejecutivo

- **Costos por molestia**

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto.

Sin embargo, debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomara como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los costos por molestia.

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por las actividades de construcción del proyecto. Por ello se contempla que la velocidad disminuye durante la ejecución del proyecto, ya que el paso de los vehículos se verá afectado al reducir la sección para su circulación a causa de los trabajos a ejecutar.

De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: ⁹

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

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

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

En el proyecto se consideran molestias mínimas, ya que el trabajo se realizará en zonas de terreno libre. Sin embargo, su construcción puede llegar a afectar partes de los carriles de circulación del Entronque al Circuito Exterior Mexiquense al intersectar las gasas.

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

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

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 58 Costos por molestia

Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán

Situación Actual			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	34	32	30

Situación Actual			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 7.46	\$ 17.00	\$ 11.00

Durante la Construcción			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	28	27	25

Durante la Construcción			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 8.58	\$ 19.55	\$ 12.65

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$630,709.25	\$0.00	\$47,434.09
Total	\$678,143.34		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$739,716.20	\$0.00	\$55,678.58
	\$795,394.78		

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
-\$109,006.95	\$0.00	-\$8,244.50	-\$117,251.44

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec

Situación Actual			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	34	32	30

Situación Actual			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 6.24	\$ 17.00	\$ 11.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Durante la Construcción			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	28	27	25

Durante la Construcción			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 6.90	\$ 19.55	\$ 12.65

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$142,593.11	\$97,798.15	\$101,250.66
Total	\$341,641.92		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$163,877.28	\$115,048.27	\$118,848.99
	\$397,774.54		

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
-\$21,284.17	-\$17,250.12	-\$17,598.33	-\$56,132.62

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan

Situación Actual			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	34	32	30

Situación Actual			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 7.56	\$ 17.00	\$ 11.00

Durante la Construcción			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	28	27	25

Durante la Construcción			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 11.04	\$ 19.55	\$ 12.65

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$644,190.37	\$38,482.24	\$23,779.13
Total	\$706,451.74		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$884,477.60	\$45,269.93	\$27,912.17
	\$957,659.70		

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
-\$240,287.24	-\$6,787.69	-\$4,133.04	-\$251,207.96

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec

Situación Actual			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	27	25	23

Situación Actual			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 7.56	\$ 17.00	\$ 11.00

Durante la Construcción			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	22	21	19

Durante la Construcción			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 9.23	\$ 19.55	\$ 12.65

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$703,583.43	\$46,562.30	\$27,225.38
Total	\$777,371.12		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$860,941.83	\$55,041.73	\$32,203.14
	\$948,186.71		

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
-\$157,358.40	-\$8,479.43	-\$4,977.76	-\$170,815.59

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán

Situación Actual				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2021	30	28	26	

Situación Actual				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2021	\$ 7.93	\$ 17.00	\$ 11.00	

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2021	25	23	22	

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2021	\$ 7.53	\$ 19.55	\$ 12.65	

CGV Actual				
Año	A	B	C	
0 2021	\$695,043.18	\$42,604.72	\$25,521.19	
Total	\$763,169.09			

CGV Durante la Construcción				
Año	A	B	C	
0 2021	\$725,095.12	\$51,217.98	\$29,765.09	
	\$806,078.19			

CGV Total Anual				
A	B	C	Total	
-\$30,051.94	-\$8,613.26	-\$4,243.90	-\$42,909.10	

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec

Situación Actual				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2021	23	22	21	

Situación Actual				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2021	\$ 9.16	\$ 17.00	\$ 11.00	

Durante la Construcción				
Velocidad promedio (km/h)				
Año	A	B	C	
0 2021	19	18	17	

Durante la Construcción				
COV (\$/km)				
Año	A	B	C	
0 2021	\$ 7.84	\$ 19.55	\$ 12.65	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$841,850.01	\$51,599.22	\$28,632.01
Total	\$922,081.24		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$840,506.91	\$62,370.58	\$34,306.56
	\$937,184.05		

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
\$1,343.09	-\$10,771.36	-\$5,674.54	-\$15,102.81

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec

Situación Actual			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	22	21	20

Situación Actual			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 9.16	\$ 17.00	\$ 11.00

Durante la Construcción			
Velocidad promedio (km/h)			
Año	A	B	C
0 2021	18	17	17

Durante la Construcción			
COV (\$/km)			
Año	A	B	C
0 2021	\$ 7.84	\$ 19.55	\$ 12.65

CGV Actual			
Año	A	B	C
0 2021	\$857,243.24	\$53,598.00	\$29,440.83
Total	\$940,282.07		

CGV Durante la Construcción			
Año	A	B	C
0 2021	\$863,281.70	\$65,388.35	\$34,306.56
	\$962,976.60		

CGV Total Anual			
A	B	C	Total
-\$6,038.46	-\$11,790.35	-\$4,865.73	-\$22,694.54

COSTOS POR MOLESTIA TOTALES

CGV Total de costos por molestias Anuales			
A	B	C	Total
-\$562,684.06	-\$63,692.21	-\$49,737.79	-\$676,114.06

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Etapa de operación

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, que incluye bacheo general, renivelaciones, riego de sello y señalamiento horizontal y vertical y una rehabilitación con una sobrecarpeta cada 10 años. Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014.

A continuación, se describen los trabajos correspondientes al mantenimiento.

- **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía así como de la estructura del puente superior vehicular.¹⁰

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo aislado: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

- **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

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

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo aislado: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Renivelaciones: Actividades que se realizan sobre la superficie de una carpeta asfáltica para corregir deformaciones permanentes, tales como roderas, depresiones y corrugaciones.

*Riego de sello. Aplicación de un riego de material asfáltico con el objeto de mejorar las características de una resistencia de derrapamiento y la seguridad de la superficie de rodadura.

*Señalamiento horizontal: que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Reposición parcial de botones. Actividades que se realizan para reponer botones sobre carreteras, cuando han sufrido algún tipo de daño.

- **Rehabilitación (Cada 10 años):**

*Limpieza de la superficie de rodadura: consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo: consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

*Fresado de la carpeta asfáltica que son el conjunto de actividades que se realizan con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar capas de rodadura deterioradas.

*Carpeta asfáltica: son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

*Señalamiento vertical: El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

En las siguientes tablas se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado:

**Tabla 59 Mantenimiento de alternativa A
Punto 1=Rama 21. Tultepec - Cuautitlán**

COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Carpeta asfáltica			
DATOS			
LONGITUD =		314.10	M
ANCHO =		5.50	M
ÁREA =		1727.5335	M ²
CARPETA ASFÁLTICA			
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,195.94
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 39,733.27
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 14,134.37
TOTAL S/ IVA=			\$57,100.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,195.94
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 55,626.58
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 278,132.89
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 105,379.54
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 14,134.37
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 456,600.00
REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,195.94
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 55,626.58
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 556,265.79
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 88,104.21
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 14,134.37
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$731,700.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 2 = Rama 2. Zumpango - Tultepec		
COSTOS DE MANTENIMIENTO		
Carpeta asfáltica		
DATOS		
LONGITUD =	284.88	M
ANCHO =	7.00	M
ÁREA =	1994.181	M ²

CARPETA ASFÁLTICA

CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,689.23
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 45,866.16
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 12,819.74
TOTAL S/ IVA=			\$62,400.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,689.23
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 64,212.63
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 321,063.14
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 121,645.04
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 12,819.74
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 523,600.00

REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,689.23
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 64,212.63
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 642,126.28
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 101,703.23
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 12,819.74
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$839,000.00

Punto 3=Rama 22. Tultepec – Cuautitlán / Nextlalpan		
COSTOS DE MANTENIMIENTO		
Carpeta asfáltica		
DATOS		
LONGITUD =	200.00	M
ANCHO =	7.00	M
ÁREA =	1400	M ²
CARPETA ASFÁLTICA		
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)		

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 2,590.00
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 32,200.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 9,000.00
TOTAL S/ IVA=			\$43,800.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 2,590.00
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 45,080.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 225,400.00
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 85,400.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 9,000.00
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 367,600.00

REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 2,590.00
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 45,080.00
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 450,800.00
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 71,400.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 9,000.00
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIE TO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$593,300.00

Punto 4=Rama 41. Zumpango - Tultepec

COSTOS DE MANTENIMIENTO

Carpeta asfáltica

DATOS

LONGITUD =	389.71	M
ANCHO =	7.00	M
ÁREA =	2727.991	M ²

CARPETA ASFÁLTICA

CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 5,046.78
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 62,743.79
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 17,537.09
TOTAL S/ IVA=			\$85,300.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 5,046.78
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 87,841.31

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 439,206.55
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 166,407.45
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 17,537.09
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 716,200.00

REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 5,046.78
BACHEO AISLADO	M3	\$ 4,600.00	\$ 87,841.31
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 878,413.10
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 139,127.54
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 17,537.09
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$1,142,400.00

Punto 5=Rama 4. Zumpango a Tultitlán

COSTOS DE MANTENIMIENTO

Carpeta asfáltica

DATOS			
LONGITUD =		289.73	M
ANCHO =		7.00	M
ÁREA =		2028.117	M ²

CARPETA ASFÁLTICA

CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,752.02
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 46,646.69
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,037.90
TOTAL S/ IVA=			\$63,400.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,752.02
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 65,305.37
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 326,526.84
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 123,715.14
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,037.90
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 532,500.00

REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 3,752.02
BACHEO AISLADO	M3	\$ 4,600.00	\$ 65,305.37

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 653,053.67
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 103,433.97
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,037.90
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$853,000.00

Punto 6=Ruta 0. Tultitlán - Ecatepec			
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Carpeta asfáltica			
DATOS			
LONGITUD =		310.05	M
ANCHO =		7.00	M
ÁREA =		2170.329	M ²

CARPETA ASFÁLTICA			
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,015.11
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 49,917.57
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,952.12
TOTAL S/ IVA=			\$67,900.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,015.11
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 104,826.89
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 349,422.97
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 132,390.07
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,952.12
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 604,800.00

REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,015.11
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 104,826.89
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 698,845.94
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 110,686.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 13,952.12
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$946,700.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Punto 7=Rama 3. Tultepec - Ecatepec			
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Carpeta asfáltica			
DATOS			
LONGITUD =	355.28	M	
ANCHO =	7.00	M	
ÁREA =	2486.981	M ²	
CARPETA ASFÁLTICA			
CONSERVACIÓN RUTINARIA (1 AÑO)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,600.91
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 57,200.56
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 15,987.74
TOTAL S/ IVA=			\$77,800.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (3 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,600.91
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 80,080.79
RENIVELACIONES (3.5 CM)	M ³	\$ 4,600.00	\$ 400,403.94
RIEGO DE SELLO	M ²	\$ 61.00	\$ 151,705.84
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 15,987.74
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
TOTAL S/ IVA=			\$ 652,900.00
REHABILITACIÓN (10 AÑOS)			
CONCEPTOS	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	Ha	\$ 18,500.00	\$ 4,600.91
BACHEO AISLADO	M ³	\$ 4,600.00	\$ 80,080.79
REPOSICIÓN DE CARPETA	M ³	\$ 4,600.00	\$ 800,807.88
FRESADO DE CARPETA	M ²	\$ 51.00	\$ 126,836.03
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	M	\$ 15.00	\$ 15,987.74
REP. PARCIAL DE BOTONES	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00
REP. PARCIAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL	PZA	\$ 2,850.00	\$ 14,250.00
TOTAL S/ IVA=			\$1,042,700.00

Mantenimiento Total	
Conservación Rutinaria	\$ 457,700.00
Conservación periódica	\$ 3,138,000.00
Rehabilitación	\$ 6,148,800.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

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

Tabla 60 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto

Alternativa A				
Mantenimiento Proyecto				
Vida útil (Años)	Concreto Asfáltico			TOTAL
20	Rutinaria	Periódica	Rehabilitación	
AÑO	Anual	3 años	10 años	
0				
1	\$457,700.00			\$457,700.00
2	\$457,700.00			\$457,700.00
3		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
4	\$457,700.00			\$457,700.00
5	\$457,700.00			\$457,700.00
6		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
7	\$457,700.00			\$457,700.00
8	\$457,700.00			\$457,700.00
9		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
10			\$6,148,800.00	\$6,148,800.00
11	\$457,700.00			\$457,700.00
12		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
13	\$457,700.00			\$457,700.00
14	\$457,700.00			\$457,700.00
15		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
16	\$457,700.00			\$457,700.00
17	\$457,700.00			\$457,700.00
18		\$3,138,000.00		\$3,138,000.00
19	\$457,700.00			\$457,700.00
20	\$457,700.00			\$457,700.00

Fuente: Elaboración propia.

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

Para llevar a cabo la evaluación socioeconómica del proyecto se toman en cuenta los beneficios obtenidos por concepto de ahorros en costos generalizados de viaje de los vehículos, así como los costos operativos del proyecto y costos tiempo recorrido.

Los factores considerados para la obtención de los beneficios del proyecto son los siguientes:

- El Horizonte de evaluación, que es de 50 años una vez terminado el proyecto.
- La Tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes:

1. Ahorros en costo de operación vehicular
2. Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios.

El cálculo del CGV se obtuvo tanto de la situación sin proyecto como de la situación con proyecto, la cual se realizó con base en información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de composición vehicular. De acuerdo a esto se calcularon los beneficios por ahorro en CGV entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto incluyendo optimizaciones.

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

En la siguiente tabla se muestran los beneficios obtenidos del análisis de la situación sin proyecto y la situación con proyecto.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 61 Beneficios del proyecto

Costos Generalizados de Viaje										
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Beneficios			
	COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$9,599,061.63	\$8,738,581.23	\$18,337,642.86	\$915,260.61	\$559,435.39	\$1,474,696.00	\$8,683,801.02	\$8,179,145.84	\$16,862,946.86
2	2023	\$9,830,821.37	\$8,950,854.46	\$18,781,675.83	\$937,358.66	\$573,024.91	\$1,510,383.58	\$8,893,462.71	\$8,377,829.55	\$17,271,292.26
3	2024	\$10,068,176.72	\$9,168,284.13	\$19,236,460.85	\$959,990.25	\$586,944.55	\$1,546,934.80	\$9,108,186.47	\$8,581,339.58	\$17,689,526.05
4	2025	\$10,311,262.78	\$9,390,995.48	\$19,702,258.26	\$983,168.25	\$601,202.31	\$1,584,370.56	\$9,328,094.53	\$8,789,793.17	\$18,117,887.70
5	2026	\$10,560,217.91	\$9,619,116.83	\$20,179,334.74	\$1,006,905.87	\$615,806.41	\$1,622,712.28	\$9,553,312.04	\$9,003,310.41	\$18,556,622.46
6	2027	\$10,815,183.81	\$9,852,779.59	\$20,667,963.40	\$1,031,216.60	\$630,765.28	\$1,661,981.88	\$9,783,967.21	\$9,222,014.31	\$19,005,981.52
7	2028	\$11,076,305.61	\$10,092,118.36	\$21,168,423.97	\$1,056,114.30	\$646,087.51	\$1,702,201.81	\$10,020,191.31	\$9,446,030.85	\$19,466,222.16
8	2029	\$11,343,731.93	\$10,337,271.03	\$21,681,002.97	\$1,081,613.12	\$661,781.94	\$1,743,395.06	\$10,262,118.81	\$9,675,489.09	\$19,937,607.90
9	2030	\$11,617,615.00	\$10,588,378.83	\$22,205,993.83	\$1,107,727.59	\$677,857.62	\$1,785,585.21	\$10,509,887.41	\$9,910,521.22	\$20,420,408.62
10	2031	\$11,898,110.69	\$10,845,586.42	\$22,743,697.11	\$1,134,472.56	\$694,323.79	\$1,828,796.36	\$10,763,638.13	\$10,151,262.62	\$20,914,900.75
11	2032	\$12,185,378.68	\$11,109,041.96	\$23,294,420.63	\$1,161,863.27	\$711,189.96	\$1,873,053.23	\$11,023,515.41	\$10,397,852.00	\$21,421,367.40
12	2033	\$12,479,582.46	\$11,378,897.23	\$23,858,479.69	\$1,189,915.30	\$728,465.83	\$1,918,381.12	\$11,289,667.16	\$10,650,431.40	\$21,940,098.56
13	2034	\$12,780,889.50	\$11,655,307.69	\$24,436,197.18	\$1,218,644.61	\$746,161.35	\$1,964,805.97	\$11,562,244.89	\$10,909,146.33	\$22,471,391.22
14	2035	\$13,089,471.29	\$11,938,432.57	\$25,027,903.86	\$1,248,067.57	\$764,286.73	\$2,012,354.30	\$11,841,403.73	\$11,174,145.84	\$23,015,549.56
15	2036	\$13,405,503.49	\$12,228,434.98	\$25,633,938.47	\$1,278,200.91	\$782,852.40	\$2,061,053.31	\$12,127,302.58	\$11,445,582.58	\$23,572,885.16
16	2037	\$13,729,165.96	\$12,525,481.98	\$26,254,647.95	\$1,309,061.79	\$801,869.06	\$2,110,930.85	\$12,420,104.17	\$11,723,612.92	\$24,143,717.10
17	2038	\$14,060,642.95	\$12,829,744.70	\$26,890,387.65	\$1,340,667.78	\$821,347.66	\$2,162,015.44	\$12,719,975.17	\$12,008,397.04	\$24,728,372.21
18	2039	\$14,400,123.11	\$13,141,398.42	\$27,541,521.53	\$1,373,036.86	\$841,299.42	\$2,214,336.29	\$13,027,086.25	\$12,300,099.00	\$25,327,185.24
19	2040	\$14,747,799.68	\$13,460,622.67	\$28,208,422.36	\$1,406,187.47	\$861,735.85	\$2,267,923.31	\$13,341,612.22	\$12,598,886.83	\$25,940,499.04
20	2041	\$15,103,870.56	\$13,787,601.36	\$28,891,471.92	\$1,440,138.46	\$882,668.70	\$2,322,807.16	\$13,663,732.10	\$12,904,932.66	\$26,568,664.76

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

d) Calculo de Indicadores de Rentabilidad

La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los indicadores: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y los beneficios de los Costos Generalizados de Viaje del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y (ii) ahorros en costo de operación vehicular.

Indicadores económicos:

Los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil de 20 años, por lo tanto, la "Evaluación del Proyecto" integra los flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de descuento. Acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, la tasa de descuento que se utilizó en la presente evaluación es el 10%. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los siguientes indicadores:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Los Indicadores de rentabilidad se calcularon conforme al anexo III de los Lineamientos para la elaboración de Estudios Costo Beneficio de los proyectos de inversión de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre de 2013.

- **Valor Presente Neto (VPN)**

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

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

Dónde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

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

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

B_t: son los beneficios totales en el año t

C_t: son los costos totales en el año t

B_t-C_t: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

- **Tasa Rendimiento Inmediata**

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

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Dónde:

Bt+1: es el beneficio total en el año t+1

Ct+1: es el costo total en el año t+1

It: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

A continuación, se muestran los indicadores de rentabilidad que corresponden al proyecto "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Ilustración 53 Indicadores de Rentabilidad

Indicadores		
Indicador	Valor	Observación
VPN Valor Presente Neto	\$101,886,082.77	>\$0.00; Proyecto rentable
TIR Tasa Interna de Retorno	31.04%	> 10%; Proyecto rentable
TRI Tasa de Rentabilidad Inmediata	30.09%	> 10%; Proyecto rentable

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Tabla 62 Análisis de Evaluación del proyecto

Indicadores de Rentabilidad										
TD 10%		Inversión S/IVA	Mantenimiento	Molestias por Construcción	Total costos	COV	Tiempo	Total Beneficios	Flujos Nominales	VPN
Año										
0	2021	\$ 54,125,862.07	-	\$394,399.87	\$ 54,520,261.94				-\$ 54,520,261.94	-\$54,520,261.94
1	2022		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$8,683,801.02	\$8,179,145.84	\$16,862,946.86	\$ 16,405,246.86	\$14,913,860.78
2	2023		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$8,893,462.71	\$8,377,829.55	\$17,271,292.26	\$ 16,813,592.26	\$13,895,530.79
3	2024		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$9,108,186.47	\$8,581,339.58	\$17,689,526.05	\$ 14,551,526.05	\$10,932,776.90
4	2025		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$9,328,094.53	\$8,789,793.17	\$18,117,887.70	\$ 17,660,187.70	\$12,062,145.82
5	2026		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$9,553,312.04	\$9,003,310.41	\$18,556,622.46	\$ 18,098,922.46	\$11,238,006.88
6	2027		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$9,783,967.21	\$9,222,014.31	\$19,005,981.52	\$ 15,867,981.52	\$8,957,061.89
7	2028		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$10,020,191.31	\$9,446,030.85	\$19,466,222.16	\$ 19,008,522.16	\$9,754,377.46
8	2029		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$10,262,118.81	\$9,675,489.09	\$19,937,607.90	\$ 19,479,907.90	\$9,087,520.80
9	2030		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$10,509,887.41	\$9,910,521.22	\$20,420,408.62	\$ 17,282,408.62	\$7,329,428.34
10	2031		\$6,148,800.00		\$ 6,148,800.00	\$10,763,638.13	\$10,151,262.62	\$20,914,900.75	\$ 14,766,100.75	\$5,692,971.06
11	2032		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$11,023,515.41	\$10,397,852.00	\$21,421,367.40	\$ 20,963,667.40	\$7,347,637.54
12	2033		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$11,289,667.16	\$10,650,431.40	\$21,940,098.56	\$ 18,802,098.56	\$5,990,928.04
13	2034		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$11,562,244.89	\$10,909,146.33	\$22,471,391.22	\$ 22,013,691.22	\$6,376,582.21
14	2035		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$11,841,403.73	\$11,174,145.84	\$23,015,549.56	\$ 22,557,849.56	\$5,940,186.82
15	2036		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$12,127,302.58	\$11,445,582.58	\$23,572,885.16	\$ 20,434,885.16	\$4,891,949.04
16	2037		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$12,420,104.17	\$11,723,612.92	\$24,143,717.10	\$ 23,686,017.10	\$5,154,767.43
17	2038		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$12,719,975.17	\$12,008,397.04	\$24,728,372.21	\$ 24,270,672.21	\$4,801,823.11
18	2039		\$3,138,000.00		\$ 3,138,000.00	\$13,027,086.25	\$12,300,099.00	\$25,327,185.24	\$ 22,189,185.24	\$3,990,920.01
19	2040		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$13,341,612.22	\$12,598,886.83	\$25,940,499.04	\$ 25,482,799.04	\$4,166,641.27
20	2041		\$457,700.00		\$ 457,700.00	\$13,663,732.10	\$12,904,932.66	\$26,568,664.76	\$ 26,110,964.76	\$3,881,228.53

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Valor Presente Neto VPN	\$101,886,082.77
Tasa Interna de Retorno TIR	31.04%
Tasa de Rendimiento Inmediata TRI	30.09%
B/C	2.87

e) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad. Para ello se consideraron 4 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

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

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

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

El análisis de sensibilidad arrojó los siguientes resultados:

Tabla 63 Análisis de Sensibilidad

Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	B/C
Inversión	40%	\$ 134,361,600.02	74.81%	74.42%	7.09
	50%	\$ 128,949,013.81	60.31%	59.75%	5.70
	60%	\$ 123,536,427.60	50.61%	49.91%	4.76
	70%	\$ 118,123,841.40	43.66%	42.85%	4.09
	80%	\$ 112,711,255.19	38.43%	37.54%	3.58
	90%	\$ 107,298,668.98	34.33%	33.41%	3.18
	100%	\$ 101,886,082.77	31.04%	30.09%	2.87

Proyecto

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

	110%	\$ 96,473,496.57	28.32%	27.37%	2.61	
	200%	\$ 47,760,220.70	15.49%	15.10%	1.44	
	230%	\$ 31,522,462.08	13.24%	13.14%	1.25	
	288%	\$ -	10.00%	10.49%	1.00	
	300%	-\$ 6,365,641.37	9.47%	10.08%	0.96	
	310%	-\$ 11,778,227.57	9.05%	9.75%	0.93	
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	B/C	
Mantenimiento	40%	\$ 109,525,273.84	32.34%	30.59%	3.01	Proyecto
	50%	\$ 108,252,075.33	32.12%	30.51%	2.99	
	56%	\$ 107,472,703.70	31.99%	30.46%	2.97	
	70%	\$ 105,705,678.31	31.69%	30.34%	2.94	
	80%	\$ 104,432,479.80	31.48%	30.26%	2.92	
	90%	\$ 103,159,281.29	31.26%	30.17%	2.89	
	100%	\$ 101,886,082.77	31.04%	30.09%	2.87	
	110%	\$ 100,612,884.26	30.82%	30.01%	2.85	
	120%	\$ 99,339,685.75	30.60%	29.92%	2.82	
	130%	\$ 98,066,487.24	30.38%	29.84%	2.80	
	140%	\$ 96,793,288.73	30.16%	29.75%	2.78	
	900%	\$ -	10.00%	23.37%	1.00	
910%	-\$ 1,242,996.67	9.69%	23.29%	0.98		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI	B/C	
Demanda	30%	-\$ 16,510,748.11	5.62%	8.44%	0.70	Proyecto
	35%	-\$ 8,053,831.61	7.95%	9.99%	0.85	
	40%	\$ -	10.00%	11.46%	1.00	
	70%	\$ 51,144,583.83	21.16%	20.81%	1.94	
	80%	\$ 68,058,416.81	24.52%	23.90%	2.25	
	90%	\$ 84,972,249.79	27.80%	27.00%	2.56	
	100%	\$ 101,886,082.77	31.04%	30.09%	2.87	
	110%	\$ 118,799,915.76	34.24%	33.18%	3.18	
	120%	\$ 135,713,748.74	37.42%	36.28%	3.49	
	130%	\$ 152,627,581.72	40.59%	39.37%	3.80	
	140%	\$ 169,541,414.71	43.74%	42.46%	4.11	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el proyecto no es sensible a modificaciones del monto de inversión, pues aun subiendo su monto a un 288% el VAN tendría niveles positivos, por lo que la inversión del proyecto (62.786 mdp) es óptima, ya que el proyecto es rentable en ese momento teniendo un VPN de \$ 101,886,082.77, una TIR de 31.04% y una TRI de 30.09%, las cuales son mayores a la tasa de descuento (10.00%).

f) Análisis de riesgos

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, es decir que por factores imputables al licitante ganador del proyecto no se llegue a edificar los diversos componentes de la vialidad. Esta situación a pesar que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses de la empresa a la cual le sea asignado el proyecto, ya que se vería obligado a ejercer las fianzas de cumplimiento y en un extremo incluso en acciones legales en su contra.

El proyecto registra un riesgo vinculado con una deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros por parte del contratista, bajo este escenario, los beneficios proyectados en el horizonte del proyecto no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con la construcción de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones, principalmente ante un cambio escenario en la tendencia de estabilidad económica. Sin embargo, la propia Junta de Caminos del Estado de México ha llevado a cabo tanto un programa de mantenimiento como de construcción de infraestructuras de vialidades similares a la propuesta en el presente proyecto, por lo cual se supone que contratante cuenta con la experiencia suficiente y capacidad técnica para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza.

Tabla 64 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACIÓN DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
Regulatorio	Riesgo ocasionado por cambios en la normatividad técnica durante la ejecución del proyecto.	100%		M	B
Diseño	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños realizados por el contratista		100%	B	M
	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños entregados por la Junta de Caminos.	100%		B	M
Construcción	Riesgo ocasionado por falta de calidad en las obras realizadas por el Contratista		100%	B	M
	Riesgo ocasionado por ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al CONTRATISTA, o por deficiente programación (o cronología) de ejecución de las obras.		100%	B	M

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	Riesgo presentado en el contrato por precios por debajo del presupuesto oficial (es decir, cuando estos precios se encuentran por debajo del presupuesto oficial y/o de cada uno de los (insumos, costos, precios, tarifas, alquiler de equipos, salarios, transportes, de los APU)) en la propuesta del CONTRATISTA. El presupuesto oficial se calcula de conformidad con los precios de mercado existentes en el sitio del proyecto al momento de publicación del Pliego Definitivo y/o Adendas (en caso de presentarse).		100%	M	M
	Riesgo presentado por escasez de cualquier tipo de material y/o insumos para la ejecución de la obra; o por salida del mercado de insumos o materias primas para la ejecución de las obras objeto del contrato. Al CONTRATISTA le corresponde teniendo en cuenta que debe prever en su propuesta planes de contingencia para mitigar estas eventualidades, teniendo también un Plan de Calidad acorde con el proyecto y de conformidad con la visita técnica que le corresponde realizar al sitio donde se pretenden ejecutar las obras. Riesgo que asume el CONTRATISTA.		100%	B	M
	Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales.		100%	M	B
	Riesgo de mayor permanencia y stand by de maquinaria y disponibilidad de personal, por el no inicio de las obras y/o parálisis de la mismas por demoras ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que lleve a cabo y/o		100%	B	A

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACIÓN DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	ejecute el CONTRATISTA, de acuerdo con lo estipulado en el ANEXO TECNICO, en caso de que dichos cálculos y/o diseños y/o estudios estén a cargo del CONTRATISTA.				
	Riesgo presentado por la modificación y/o cambios de ubicación en las fuentes de materiales presentadas y/o propuestas por el CONTRATISTA. Hace referencia al riesgo técnico, ambiental y/o social, en cuanto a calidad y cantidad del material, explotación y su distancia de acarreo. Le corresponde al interesado o proponente verificar en la visita a la obra las fuentes de materiales a emplear, para la presentación de una propuesta acorde con las obras a ejecutar.		100%	B	B
Financiero	Riesgo generado por Las fluctuaciones de las tasas de interés, tasa de cambio, variaciones cambiarias y financieras por causas micro o macroeconómicas.		100%	B	B
	Riesgo por insolvencia del Contratista		100%	B	A
Aseguramiento	Riesgo correspondiente a la diferencia entre el valor del siniestro asegurado y el valor del amparo de las pólizas establecidas en el CONTRATO, en el evento en que las causas de los daños objeto del siniestro, sean imputables al CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo de mayores costos y disponibilidad de las pólizas de Garantía Única de Cumplimiento, Responsabilidad Civil Extracontractual y Estabilidad y Calidad de Obra		100%	B	M
Ambiental	Mayores plazos y costos por la gestión para la obtención de licencias y/o permisos.		100%	B	M

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	Mayores costos por modificaciones ambientales imputables al contratista		100%	B	M
Fuerza Mayor Asegurable	Riesgo presentado por accidentalidad y/o muerte de personal del CONTRATISTA (Adjudicatario) desde la adjudicación y/o durante la ejecución del contrato, por causas externas al proyecto o por ausencia o falta o deficiencia del SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL de la obra.		100%	B	A
	Impacto adverso que generen los desastres naturales sobre la ejecución y/o operación del proyecto. Estos incluyen terremotos, inundaciones, incendios y sequías, entre otros. El contratista tiene la obligación de asegurar únicamente la longitud intervenida correspondiente a la reparación de puntos críticos.		100%	B	A
Fuerza Mayor NO Asegurable	Se refieren de manera exclusiva al daño emergente derivado de los actos de terrorismo, guerras o eventos que alteren el orden público, hallazgos arqueológicos, de minas o yacimientos, entre otros.	100%		B	A
Político Social	Mayores costos y plazos por las actividades de gestión Social		100%	B	B
Terminación Anticipada	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada imputable al Contratista		100%	B	M
	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada no imputable al contratista	100%		M	B

Nota: B = Baja, M = Media y A = Alta

VI. Conclusiones y recomendaciones

La "Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)" es factible desde el punto de vista de seguridad vial, ya que se volverán en rutas con mejores condiciones de operación, eliminando viajes de largas distancias, las cuales provocan altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje. Cabe mencionar que la infraestructura a construir mejorará en gran medida la imagen urbana de zona.

El proyecto forma parte de un proyecto integral de incremento de eficiencia operativa como parte de las obras a realizar para la óptima incorporación de los usuarios hacia el Circuito Exterior Mexiquense, con el objetivo de mejorar sustancialmente el nivel de servicio vial ofrecido una mejor y más eficiente comunicación en la zona potencializando el desarrollo económico de la zona y al disminuir el costo de los transportes a elevar el nivel de vida de la población.

Los beneficios del proyecto definidos en reducción de costos generalizados de viaje son mayores que los costos sociales definidos por el costo de inversión, molestias durante el periodo de construcción y mantenimiento, por lo cual la sociedad en su conjunto tendría un beneficio mayor mediante la implementación del proyecto. Adicionalmente, las problemáticas descritas en la situación actual pueden encontrar una solución mediante la implantación de la infraestructura vial que considera el proyecto, este escenario no resulta alcanzable mediante la implementación única de las propuestas optimizadas.

Con la ejecución del proyecto, se cuenta con los siguientes beneficios principalmente:

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

Los resultados del análisis arrojaron los siguientes índices de rentabilidad, los cuales son aceptables de acuerdo a lo mencionado anteriormente.

Indicadores		
Indicador	Valor	Observación
VPN Valor Presente Neto	\$101,886,082.77	>\$0.00; Proyecto rentable
TIR Tasa Interna de Retorno	31.04%	> 10%; Proyecto rentable
TRI Tasa de Rentabilidad Inmediata	30.09%	> 10%; Proyecto rentable

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Construcción de gasas en el entronque de acceso principal al Aeropuerto Felipe Ángeles (AIFA)"

Analizando los resultados con respecto a los indicadores económicos obtenidos para la evaluación socioeconómica base de la obra en proyecto, indican que el proyecto es viable desde el punto de vista económico, ya que en base a los beneficios cuantificables se presentó:

- Una relación Beneficio/Costo (B/C) igual o superior a la unidad (**B/C** > 1, ya que representa la utilidad que se obtendrá por cada peso invertido.
- La diferencia Beneficio menos Costo; o Valor Presente Neto es una unidad positiva (**VPN > 0**), que equivale a las ganancias que se obtendrán con el proyecto.
- La Tasa Interna de Retorno es superior al costo de oportunidad de capital, (**TIR>10%**), esta tasa muestra el rendimiento de la inversión.
- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (final del primer año de operación de la situación “con Proyecto”) muestra un valor igual o superior a la tasa de actualización o de descuento (**TRI >= 10%**)

VII. Bibliografía

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

Notas núm. 182 Enero-Febrero 2020, Artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020 IMT Publicación técnica no 590.

Libro de datos viales SCT 2013-2020 <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales>.

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

Plan de Desarrollo Municipal de Tultitlán 2019-2021

Plan de Desarrollo Municipal de Nextlalpan 2019-2021

Responsables de la Información

Ramo: Secretaria de Movilidad

Entidad: Estado de México

Área Responsable: Junta de Caminos del Estado de México.

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Ing. Lucio Barrera Calva	Director de Infraestructura Carretera		28/10/2021

Versión	Fecha
1.0	28/10/2021

*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.