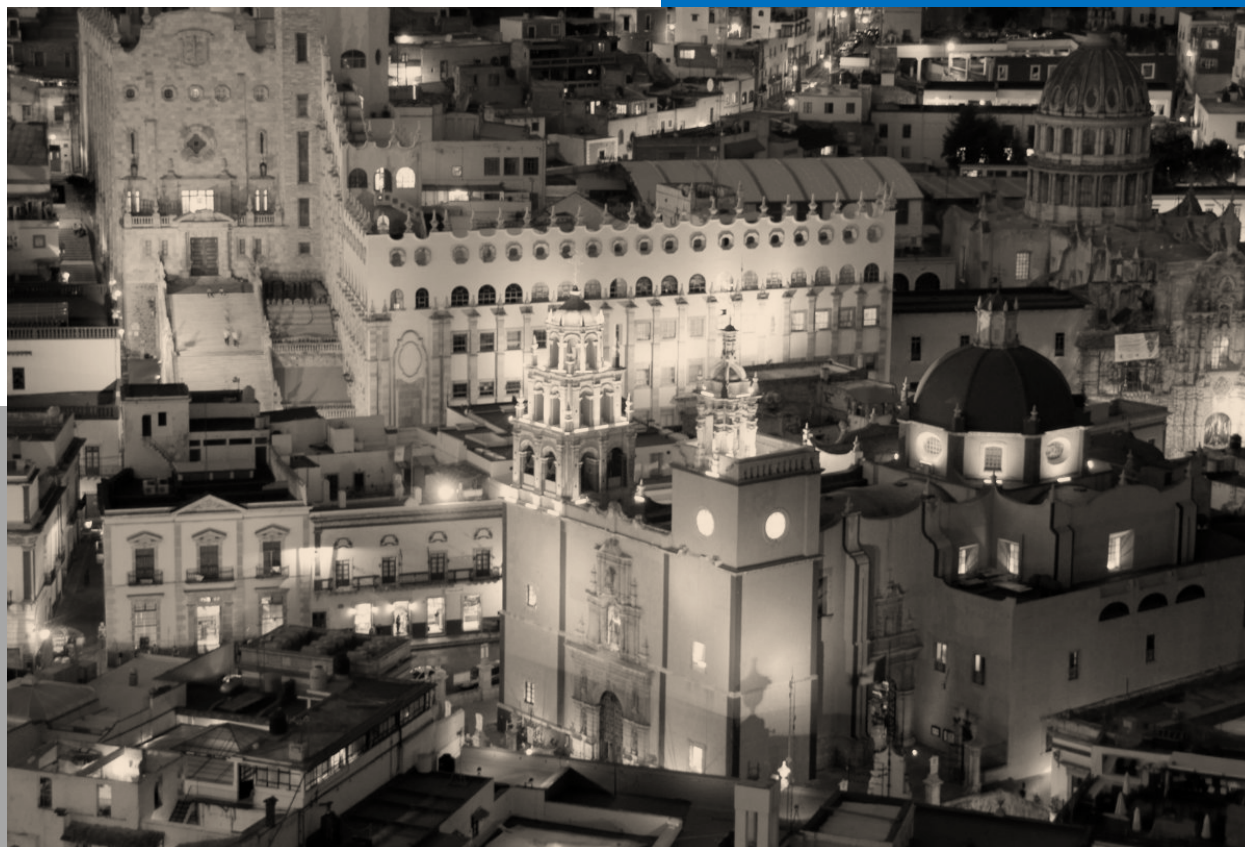


Análisis Costo Beneficio



ANÁLISIS COSTO BENEFICIO
PROYECTO DE VIALIDAD CONEXIÓN DE
VILLAS DE GUANAJUATO A CARR. YERBABUENA-PUENTECILLAS

Guanajuato, Guanajuato
Ayuntamiento 2018-2021

Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO.....	4
II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	8
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	9
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	10
D) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA.....	11
III. SITUACIÓN SIN EL PPI.....	13
A) OPTIMIZACIONES	14
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA	15
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	16
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	16
IV. SITUACIÓN CON EL PPI.....	17
A) DESCRIPCIÓN GENERAL.....	17
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	19
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	20
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	21
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	21
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO	22
G) CAPACIDAD INSTALADA	23
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	23
I) VIDA ÚTIL	24
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES.....	24
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA	25
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	26
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	26
V. EVALUACIÓN DEL PPI	29
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	29
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.....	33
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	36
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	37
E) ANÁLISIS DE RIESGOS	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	43

Tablas

Tabla 1 Ruta actual (oferta)	9
Tabla 2 Población usuaria	11
Tabla 3 Optimización propuesta	14
Tabla 4 Ruta Situación Optimizada	15
Tabla 5 Tipo de PPI.....	17
Tabla 6 Componentes del proyecto.....	18
Tabla 7 Programa de trabajo	21
Tabla 8 Inversión del proyecto (miles de pesos).....	21
Tabla 9 Financiamiento del proyecto.....	22
Tabla 10 Metas del proyecto	23
Tabla 11 Vida útil del proyecto	24
Tabla 12 Ruta situación con proyecto.....	25
Tabla 13 Ruta situación Sin Proyecto y Con Proyecto	27
Tabla 14 Valor del tiempo en la situación con proyecto	31
Tabla 15 Costos de mantenimiento y conservación	32
Tabla 16 Parámetros para obtener los Costos de Operación Vehicular (COV).....	33
Tabla 17 Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.....	34
Tabla 18 Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto ..	35
Tabla 19 Parámetros para la evaluación económica	36
Tabla 20 Indicadores de rentabilidad	36
Tabla 21 Análisis de sensibilidad ante variaciones en la inversión y variaciones en la TPDA.....	37
Tabla 22 Análisis de sensibilidad ante variaciones en la inversión y variaciones en la TPDA (2)	37
Tabla 23 Análisis de riesgos	39

Ilustraciones

Ilustración 1 Panorámica Av. Santa Fe.....	8
Ilustración 3 Sección tipo del proyecto.....	18
Ilustración 4 Croquis de localización proyecto	20

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

Proyecto de Vialidad Conexión de Villas de Guanajuato a Carr. Yerbabuena - Puente de Puentecillas

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El proyecto tiene como principal objetivo el comunicar a las localidades de Yerbabuena, Puente de Puentecillas y Guanajuato a través de un acceso rápido entre el fraccionamiento Villas de Guanajuato y la Carretera Yerbabuena - Puente de Puentecillas y brindar mayor capacidad operativa a la vialidad de la Avenida Santa Fe. Asimismo, se busca proporcionar a los habitantes, una vía de comunicación moderna, eficiente, segura y de alta calidad, que promueva la reducción de sus tiempos de recorrido y costos generalizados de viaje. El proyecto contribuye a mejorar la comunicación entre las localidades mencionadas y contribuirá a brindar acceso servicios de salud, educación, transporte, etc., mediante la movilidad eficiente de La modernización de este camino se apega a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Plan Estatal de Desarrollo 2040 y el Plan de Desarrollo Municipal 2040.

Problemática Identificada

La vialidad actual tiene una longitud de 0.86 kilómetros; se cataloga como una vialidad urbana tipo "C" en el cual la problemática está dada por la saturación de ésta, por el crecimiento y expansión de la mancha urbana a su alrededor, toda vez que en su trazo inicial se consideraron niveles de servicio menores. Estas condiciones enmarcan una de las principales problemáticas que ocasionan al usuario bajas velocidades de circulación y elevados tiempos de recorrido, traducándose en altos costos de viaje y aumento en la ocurrencia de accidentes.

Localización

La vialidad se localiza en la zona sur de la cabecera municipal, en la localidad de Yerbabuena conurbada con la localidad de Guanajuato, y cercano a las localidades de Puente de Puentecillas y Paso de Perules

Breve descripción del PPI

Construcción de vialidad urbana tipo "B4" con una longitud total de 0.55 kilómetros con cuatro carriles de circulación de 3.50 metros de ancho e incluye ciclovía, guarniciones y banquetas

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación contempla 1 año de construcción, en tanto que el periodo de operación del proyecto es de 29 años.

Descripción de los principales costos del PPI

La inversión total estimada es de \$80,000,000.00 pesos, sin incluir el impuesto al valor agregado. El costo de la obra comprende la construcción de 0.55 kilómetros que incluyen terracerías, obras de drenaje, pavimentación y señalamiento vertical y horizontal.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Ahorro en costos por tiempo de viaje. Los beneficios anuales, se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

Ahorro en costos de operación vehicular. Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

Monto total de inversión (sin IVA)

El monto total de la inversión: **\$80,000,000.00**

Riesgos asociados al PPI

Los principales riesgos asociados al proyecto durante la fase de modernización son los siguientes:

- a) Incremento en el monto de inversión por encima de lo previsto
- b) No contar con la suficiencia presupuestal para la ejecución programada de la obra
- c) Conflictos sociales por la ejecución de la obra durante su construcción

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)

\$1,234,780,080

Tasa Interna de Retorno (TIR)

24.20%

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

71.89%

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debido a los ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto. Aunado a lo anterior, con la construcción de 0.55 kilómetros de esta vialidad se obtendrán los siguientes beneficios adicionales:

- Se proporcionará de manera permanente el acceso de la población beneficiada a los servicios básicos como son: salud, educación, transporte, electrificación, etc.
- Se proporcionará una vía de comunicación con transitabilidad más segura.

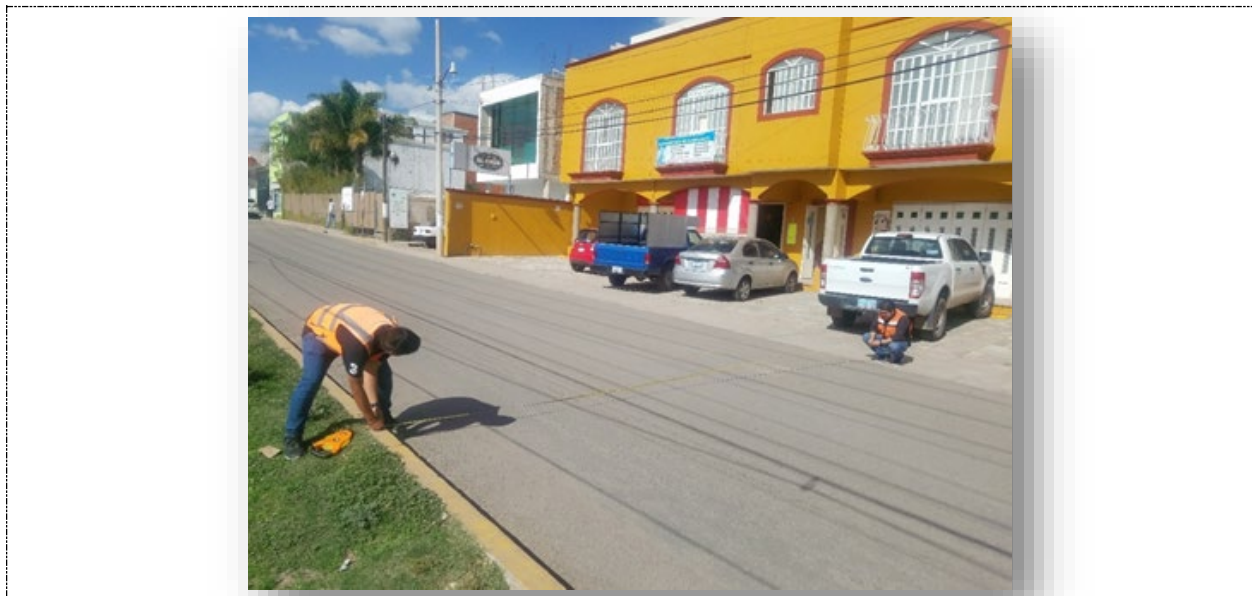
II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

La zona sur de la cabecera municipal de la ciudad de Guanajuato, Gto., ha enfrentado una expansión constante desde hace al menos 20 años, propiciando un crecimiento en la demanda de servicios de infraestructura vial para el desplazamiento de los habitantes de esa zona a otras zonas de la ciudad, así como de otros habitantes de la ciudad que se desplazan a esa zona por motivos de trabajo y de visitantes de otras localidades que acuden a esta zona de la ciudad donde

Actualmente en la zona de influencia del proyecto que se evalúa tiene como vialidad principal la Avenida Santa Fe, cuya longitud total es de 1,406 metros con unas características geométricas de camino tipo C con un ancho de carril de 3.5 metros cada uno.

Ilustración 1 Panorámica Av. Santa Fe



Fuente: Elaboración propia SC Vial

Actualmente, se estima un aforo vehicular diario que supera los 14 mil vehículos por lo que en horas pico la congestión que enfrenta la vialidad es relevante, incrementando sustancialmente los costos generalizados de viaje de los usuarios de esta vialidad, así como de los habitantes y vecinos de la zona.

Las características físicas en las que se encuentra la vialidad, si bien son aceptables, es el nivel de servicio que ofrece, propiciado por el creciente aforo vehicular, lo que provoca que esta vialidad no cumpla satisfactoriamente con su objetivo de movilidad para la zona sur de la ciudad de Guanajuato, Gto.

b) Análisis de la Oferta Existente

La oferta actual para efectos de la evaluación del proyecto se conforma por un tramo de 0.86 kilómetros de la Avenida Santa Fe, desde la intersección con la vialidad Alfredo Dugés hasta el entronque con la Carretera Yerbabuena – Puentecillas; la cual opera como un tipo de camino C, con 3.50 metros de ancho de calzada, misma que se utiliza para comunicar a diversas colonias y fraccionamientos ubicados en su área de influencia con la carretera Yerbabuena – Puentecillas; con el Blvd. Euquerio Guerrero e inclusive con la autopista Guanajuato – Silao. La siguiente tabla muestra las características de la ruta actual.

Tabla 1 Ruta actual (oferta)

Avenida Santa Fe	
Concepto	Situación sin proyecto
Camino Tipo	C
Superficie de Rodamiento	Asfalto
Longitud (Km.)	0.86

Avenida Santa Fe	
Concepto	Situación sin proyecto
Estado Físico	Regular
Ancho de Corona (m)	3.5
Ancho de Calzada (m)	3.5
Número de Carriles	1
Acotamientos	No
Velocidad de Operación (Km./hr.)	25
Tiempo de Recorrido (min.)	2.06
TDPA	14,371
Tipo de Terreno	Plano
IRI	5.0

Fuente: Elaboración propia SC Vial

c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vía de comunicación para trasladarse desde un origen a un destino como enlace directo entre las vialidades Alfredo Dugés y Camino a Paso de Perules y la Carretera Guanajuato - Puentecillas.

Tabla 2 Población usuaria

Localidad	Población (Hab)	Grado de marginación de la localidad	Municipio	Grado de marginación municipal
Guanajuato	72,237	Bajo	Guanajuato	Bajo
Yerbabuena	8,399	Bajo	Guanajuato	Bajo
Puentecillas	2,799	Bajo	Guanajuato	Bajo
Beneficiados Directos		83,435		

Fuente: Elaboración propia con datos INEGI

El volumen de tránsito se estima en 14, 371 vehículos diarios, con una composición vehicular de 93.19% automóviles, 0.38% autobuses y 6.43% para el resto de los vehículos. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 4.0% anual.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Considerando un volumen de tránsito de 14,371 vehículos diarios, la vialidad propuesta para conectar la zona del fraccionamiento Villas de Guanajuato con la Carretera Guanajuato – Puentecillas beneficiará en forma directa a 83,4.5 personas, a los cuales se les dificulta la conectividad, la circulación y el traslado de mercancías, víveres y personas, así como el acceso a

bienes y servicios básicos (salud, educación, agua potable, transporte público, etc.), situación que impacta y afecta de manera importante la calidad de vida de los habitantes de la región.

Se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda, con una tasa de crecimiento en la demanda del 4.0% en el largo plazo, pero en los primeros cuatro años del horizonte de evaluación se estima en 9.68%, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no llevar a cabo el proyecto. De este análisis se observa que la Avenida Santa Fe en el tramo comprendido entre la vialidad Alfredo Dugés y la Carretera Guanajuato – Puentecillas, cuenta con un nivel de servicio “E” y “F” a lo largo del horizonte de evaluación, por lo que éste se encuentra deteriorado desde el año “0” (El nivel de servicio del camino está basado del “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Cuarta Reimpresión, SCT, México 1991”, considerando las condiciones establecidas por las características físicas del camino y la velocidad durante el recorrido como los factores principales para identificar el nivel de servicio).

III. Situación sin el PPI

La vialidad existente en el tramo comprendido entre la vialidad Alfredo Dugés y la Carretera Guanajuato – Puente de Guadalupe se cataloga como una vialidad urbana, la cual de acuerdo a sus características geométricas se clasifica como un camino tipo “C” asfaltado, con un ancho de calzada de 7 m., una pendiente máxima del 8% y un grado máximo de curvatura de 30 grados. La problemática se presenta en gran parte por la presencia de baches y ondulaciones en la superficie del camino; en temporadas de lluvias estas se van agravando y surgiendo más a lo largo de la ruta del camino, lo que posteriormente va debilitando la sección estructural de la calzada, el daño se va agravando en cada año lo cual se traduce en afectaciones en el alineamiento horizontal y vertical a consecuencia de las condiciones climatológicas de la región. Las condiciones físicas del camino ocasionan a los usuarios recorridos a bajas velocidades, elevados tiempos de desplazamiento y aumento en la probabilidad de ocurrencia de accidentes, lo cual se traduce en altos costos generalizados de viaje tomando en cuenta que las inundaciones afectan el flujo vehicular dejando incomunicadas a las localidades rurales de la zona, principalmente en la época de lluvias.

Se identifica también la ausencia señalética suficiente, y la necesidad de un ajuste en el diseño de acotamientos para la operación del transporte público de pasajeros; así como la ausencia de una ciclo vía que facilite la movilidad de vehículos no motorizados.

Una vez determinada la situación actual y la problemática que da origen a la necesidad de llevar a cabo la realización del proyecto de nueva vialidad Villas de Guanajuato – Carretera Guanajuato - Puente de Guadalupe es necesario analizar las optimizaciones y así obtener la situación sin proyecto que se analiza a continuación.

a) Optimizaciones

Como medida de optimización se mejorará la Avenida Santa Fe en el tramo comprendido entre su intersección con la calle Alfredo Dugés y el entronque con la Carretera Yerbabuena – Puentecillas; esta optimización implica una ampliación a 3 carriles, de 3.50 metros de ancho cada uno, y la construcción de bahías de acceso para las paradas del transporte público de pasajeros, a fin de mejorar la velocidad promedio de operación y disminuir los tiempos de traslado y los costos generalizados de viaje.

Tabla 3 Optimización propuesta

Avenida Santa Fe (Modernización)	
Concepto	Situación optimizada
Camino Tipo	B3
Superficie de Rodamiento	Asfalto
Longitud (Km.)	0.86
Número de Carriles	3
Acotamientos	Si

Fuente: Elaboración propia SC Vial

Esta optimización permitiría reducir un poco los tiempos de traslado e incrementar la velocidad de operación, con el TPDA observado en la vialidad.

b) Análisis de la Oferta

La oferta por la modernización de la Avenida Santa Fe en un tramo de 0.86 kilómetros localizados desde la intersección con la calle Alfredo Dugés hasta la intersección con la carretera Yerbabuena – Puente de las Tablas, con una ampliación a tres carriles, con acotamientos para la operación del transporte de pasajeros.

La tabla siguiente muestra las características de la ruta con medidas de optimización.

Tabla 4 Ruta Situación Optimizada

Avenida Santa Fe (Modernización)	
Concepto	Situación Optimizada
Tipo de Camino	B2
Superficie de Rodamiento	Asfalto
Longitud (Km.)	0.86
Estado Físico	Bueno
Ancho de Corona (m)	3.50
Ancho de Calzada (m)	10.50
Número de Carriles	3
Acotamientos	Si
Velocidad de Operación (Km./hr.)	40
Tiempo de Recorrido (min.)	1.29 minutos
TDPA	13,171
Tipo de Terreno	Plano
IRI	4.0

Fuente: Elaboración propia SC Vial

c) Análisis de la demanda

La demanda la constituye los vehículos que utilizan actualmente la Avenida Santa Fe como vía de acceso a la Carretera Yerbabuena – Puentecillas que funge como eje de distribución vial para diversas zonas de la cabecera municipal.

El camino presenta un volumen de tránsito de 13,171 vehículos diarios, el cual se considera con una composición vehicular de 93.19% automóviles, 0.38% autobuses y 6.43% otro tipo de vehículos. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 4.0% anual.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Considerando un volumen de tránsito de 13,171 vehículos diarios y con las medidas de optimización propuestas se beneficiaría a 83,345 personas. El mantenimiento hará que el estado físico del terreno mejore marginalmente y la velocidad aumente de 21.55 km/hr a 40 Km/hr. Se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda con la optimización aplicando una tasa de crecimiento en la demanda del 3.0% en el mediano plazo, pero es relevante mencionar que para los primeros cuatro años de vida del horizonte evaluado esta sería de 9.68%, a fin de conocer la problemática que se presentara al llevar a cabo la optimización año con año. De este análisis se observa que la vialidad mantendría su nivel de servicio en nivel A durante dos años de operación, cayendo gradualmente año con año y a partir del año 16 estaría ya en un nivel de servicio D.

IV. Situación con el PPI

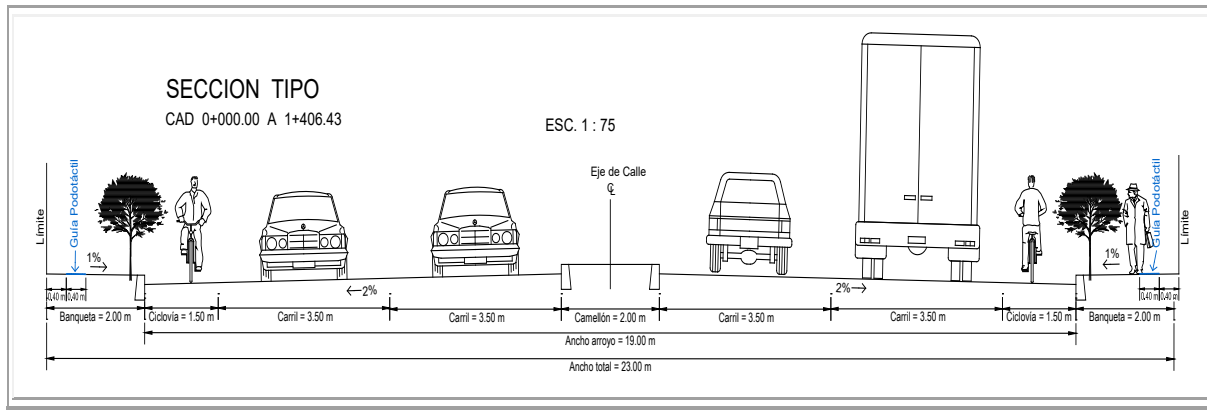
a) Descripción general

Tabla 5 Tipo de PPI

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

El proyecto consiste en la construcción de una nueva vialidad desde el fraccionamiento Villas de Guanajuato hasta la Carretera Guanajuato- Puentecilla., actualmente es un camino tipo “C” con calzada de 3.5m. de ancho y dos carriles de circulación; el proyecto propuesto es una vialidad tipo B4 con una longitud total de 0.55 kilómetros, un ancho de calzada de 3.5 metros, y con cuatro carriles de circulación, incluyendo una ciclovía, guarniciones y banquetas. El proyecto propuesto permitirá desahogar parte del aforo vehicular cuyo destino es la Carretera Guanajuato – Puentecillas y que actualmente satura la vialidad conocida como Avenida Santa Fe.

Ilustración 2 Sección tipo del proyecto



Fuente: Elaboración propia SC Vial

Tabla 6 Componentes del proyecto

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características
Nueva vialidad Villas de Guanajuato – Carretera Guanajuato a Puentecillas	B4	0.55 Km	Construcción de una vialidad tipo B2 con un ancho de calzada de 3.5 metros, cuatro carriles de circulación, incluyendo ciclovía, guarniciones y banquetas

Fuente: Elaboración propia SC Vial

b) Alineación estratégica

El proyecto es compatible con los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo; así como el Plan Estatal de Desarrollo 2040 del Estado de Guanajuato, y el Plan de Desarrollo Municipal 2040 del municipio de Guanajuato, Gto.

<

A. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

3. Economía

- Construcción de caminos rurales

B. Plan Estatal de Desarrollo 2040

Dimensión 3. Medio Ambiente y Territorio

- Objetivo 3.2.2 Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado

C. Plan de Desarrollo Municipal 2040

Eje 1. Territorio

- 1.2 Asentamientos humanos ordenados
 - 1.2.1 Movilidad
 - Continuidad de la red vial

Además, cumple con lo dispuesto en el artículo 34 fracción I de la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH).

c) Localización geográfica

El proyecto se ubica en la región del sur de la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, en el municipio de Guanajuato; dentro de la cabecera municipal; que es a su vez la capital política del Estado de Guanajuato.

Ilustración 3 Croquis de localización proyecto



Fuente: Elaboración propia SC Vial con datos Google Maps (2020)

Esta vialidad es una vía de comunicación relevante que permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, y reducirá los costos generalizados de viaje que éstos enfrentan.

d) Calendario de actividades

Calendario de programación de las principales acciones a realizar para generar los componentes del proyecto:

Tabla 7 Programa de trabajo

Concepto	Meses								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Terracerías									
Obras de drenaje									
Pavimento									
Señalamiento horizontal									
Señalamiento vertical									

Fuente: Elaboración propia SC Vial

e) Monto total de inversión

Distribución de los costos de inversión por componentes del proyecto original.

Tabla 8 Inversión del proyecto (miles de pesos)

Concepto	Costo	Costo (%)
Terracerías	\$21,256.00	26.57

Estructuras, Obras de Drenaje	\$8,136.00	10.17
Obra civil	\$6,664.00	8.33
Pavimentación	\$41,944.00	52.43
Señalamiento	\$2,000.00	2.50
Total	\$80,000.00	100.0

Fuente: Elaboración propia SC Vial

f) Fuentes de financiamiento

Los recursos para este proyecto provienen del Presupuesto de Egresos del Gobierno Federal

Tabla 9 Financiamiento del proyecto

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales			
3. Municipales	Recursos fiscales	\$80,000,000	100%
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total		\$80,000,000.00	100%

Fuente: Elaboración propia SC Vial

g) Capacidad instalada

De acuerdo con la interacción oferta y demanda, para el proyecto, se estudió su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se estima que el nivel de servicio de acuerdo a las condiciones existentes de variación de velocidad y volúmenes de tránsito se mantiene en un Nivel de Servicio “A” a lo largo de 5 años del horizonte de evaluación y continuando a un Nivel de Servicio “B” a lo largo de 15 años (del año 6 al año 20) del horizonte de evaluación. Lo anterior, conforme al Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras emitido por la SCT, en el cual se menciona que el Nivel de Servicio “A” corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricción de las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

h) Metas anuales y totales de producción

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

Tabla 10 Metas del proyecto

Año	Obras por Realizar	Meta (Km)
2021	Vialidad Conexión Villas de Guanajuato a Carretera Guanajuato - Puentecillas	0.55
Total		0.55

Fuente: Elaboración propia SC Vial

i) Vida útil

Tabla 11 Vida útil del proyecto

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

Fuente: Elaboración propia SC Vial

j) Descripción de los aspectos más relevantes

- Estudios técnicos

El Proyecto Ejecutivo se encuentra al 100%.

- Estudios legales

En proceso de liberación del derecho de vía

- Estudios ambientales

En proceso de elaboración la manifestación de impacto ambiental y los permisos que de ésta deriven

- Estudios de mercado

El volumen de tránsito de 1,200 vehículos diarios con una composición vehicular de 93.19% automóviles, 0.38% autobuses y 6.43% de otros vehículos. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 3.0% anual.

k) Análisis de la Oferta

Para poder ofrecer un nivel “A” de servicio de operación vehicular en la zona de influencia del proyecto, se propone el incremento de la oferta, a través de la construcción de una nueva vialidad que permita desahogar el flujo de vehículos con origen en el fraccionamiento Villas de Guanajuato y con destino a la carretera Yerbabuena – Puentecillas de 23.0 metros de ancho de calzada, para alojar cuatro carriles de circulación de 3.5 metros de ancho cada uno, incluyendo una ciclovía, guarniciones y banquetas, además de la señalética necesaria.

Tabla 12 Ruta situación con proyecto

Vialidad de conexión Villas de Guanajuato a Carretera Yerbabuena - Puentecillas	
Concepto	Situación con proyecto
Camino Tipo	Camino “B4”
Superficie de Rodamiento	Carpeta asfalto
Longitud (Km.)	0.55
Estado Físico	Bueno
Ancho de Corona (m)	14.00
Ancho de Calzada (m)	23.00
Número de Carriles	4
Acotamientos	Si
Velocidad de Operación (Km./hr.)	40
Tiempo de Recorrido (min.)	0.82
TDPA	1,200

Tipo de Terreno	Plano
IRI	4.00

Fuente: Elaboración propia SC Vial

l) Análisis de la Demanda

La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse de un origen a un destino como enlace entre el fraccionamiento Villas de Guanajuato y los diferentes puntos de destino en la ciudad, por lo que requieren para su comunicación una intersección eficaz, rápida y alterna a la Avenida Santa Fe para conectar con la Carretera Yerbabuena – Puente de las Puercas que sirve como eje de conexión a esta zona de la ciudad.

El volumen de tránsito de 1,200 vehículos diarios se considera adecuado ya que de conformidad al criterio recomendado por el Instituto Mexicano del Transporte con una composición vehicular de 93.19% automóviles, 0.38% autobuses y 6.43% otros vehículos. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 3.0% anual.

m) Interacción Oferta-Demanda

Puente de 23.0 metros de ancho de calzada, para alojar cuatro carriles de circulación de 3.5 metros de ancho cada uno, incluyendo una ciclovía, guarniciones y banquetas. Se beneficiará en forma directa 83,435 personas que viven en las localidades (INEGI 2015) de Guanajuato, Yerbabuena y Puente de las Puercas; asimismo se mejorará el nivel de servicio de la red aledaña, se generarán ahorros en costos de operación vehicular, se disminuirá de manera considerable el

tiempo de recorrido y se incrementará la seguridad de los usuarios; en el mismo sentido se generarán ahorros en el transporte de bienes y mercancías.

Tabla 13 Ruta situación Sin Proyecto y Con Proyecto

Nueva Vialidad Villas de Guanajuato – Carretera Yerbabuena - Puente de Cillas		
Concepto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto
Camino tipo	“B2”	“B4”
Tipo de Superficie	Pavimentado	Pavimentado
Longitud.	0.86 Km.	0.55 Km.
Estado físico.	Bueno	Bueno
Número de carriles.	2	4
Ancho De Calzada (m)	9.0	23.00
Ancho de Corona (m)	7.0	14.00
Velocidad de operación.	21.55 Km./Hr.	40 Km./Hr.
Tiempo de recorrido promedio.	2.39 minutos	0.82 minutos
IRI	5.0	4.00

Fuente: Elaboración propia SC Vial

Para efectos del presente proyecto, se pronosticó la demanda al horizonte de evaluación con una tasa de crecimiento en la demanda del 3.0% anual y se realizó un análisis de capacidad del proyecto, el cual indica que permitirá atender la demanda en el horizonte de planeación con un nivel de servicio óptimo hasta después del año 30 (El nivel de servicio del camino está basado del “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Cuarta Reimpresión, SCT, México 1991”, considerando las condiciones establecidas por las características físicas del camino y la velocidad durante el recorrido como los factores principales para identificar el nivel de servicio). El proyecto permitirá que el camino cuente con un nivel de servicio tipo “A” a lo largo de los primeros 5 años del horizonte de evaluación.

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

La metodología para calcular los costos de modernización y conservación depende del nivel al que se encuentra el proyecto; es decir, si se tiene a nivel perfil, se utilizan los costos índices por tipo de obra por tipo de terreno, los cuales se multiplican por la longitud aproximada.

Etapa de ejecución

La inversión total estimada es de \$80,000,000.00 pesos, a precios constantes sin incluir el Impuesto al Valor Agregado (IVA). El costo de la obra comprende la construcción de 0.55 kilómetros que incluyen terracerías, estructuras y obras de drenaje, pavimentación y señalamiento vertical y horizontal.

Para llevar a cabo la evaluación socioeconómica del proyecto se toma en cuenta los beneficios obtenidos por concepto de ahorros en costos de operación vehicular, y en los tiempos de recorrido; y así como los costos del proyecto, los correspondientes a inversión y mantenimiento.

- El horizonte de evaluación es de 30 años y se considera un periodo de operación de 29 años
- Se considera factible la construcción de la vialidad en 1 año puesto que ya se cuenta con el proyecto ejecutivo
- La tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Se consideran precios constantes de 2020 a lo largo del horizonte de evaluación, debido a que se está realizando un análisis en términos reales.

1. Costos por tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto.

Se asumió que en promedio un 80.00% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 20.00% con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

De acuerdo con estudios del Banco Mundial¹, para el caso de caminos no pavimentados con un Perfil general con frecuentes depresiones y/o baches (por ejemplo, en 40-80 mm/1.5m) y ocasionales depresiones muy profundas (por ejemplo, > 80 mm/0.6-2m), la velocidad adecuada para una conducción cómoda es de 20-30 Km/h. Las Velocidades mayores (40-50 Km/h.) causan una incomodidad extrema, y posibles daños al vehículo. De ahí que se considera adecuada la velocidad de serían de 40 Km/h.

En ambos casos, sin y con proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la tabla denominada Configuración Valor del Tiempo. Estos valores se obtuvieron de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), para el año 2019 se obtuvo la referencia del Boletín Notas No. 176 (Enero-Febrero 2019. Artículo 1), que señala que el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$100.82 y por motivo de placer de \$60.49 pesos por hora.

¹ Unpaved Roads Roughness Estimation by Subjective Evaluation, Infrastructure Notes, October 1999, Rodrigo S. Archondo Callao, The World Bank.

Tabla 14 Valor del tiempo en la situación con proyecto

CONFIGURACION VALOR DEL TIEMPO		
Valor del tiempo viaje de trabajo	100.82	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	60.49	\$/hr
% de viajeros por motivo de trabajo	80.0%	
Número de pasajeros auto	1.50	pas/veh
Número de pasajeros autobus	25.00	pas/veh
Valor tiempo de la carga	55.37	\$/hr/ton
Toneladas promedio	3.00	ton/veh

Fuente: Elaboración propia SC Vial

2. Costos por mantenimiento y conservación

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente: mantenimiento normal, 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; conservación rutinaria, que incluye bacheo general la cual está programada cada cinco años; reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada veinte años. La tabla siguiente presenta los costos de mantenimiento y conservación considerados para las situaciones sin y con proyecto, de acuerdo con las frecuencias indicadas.

Tabla 15 Costos de mantenimiento y conservación

Componente	Situación sin proyecto	Situación con proyecto
Longitud (Km)	0.86	0.55
Conservación (anual)	\$74,000	
Mantenimiento rutinario (anual)		\$148,000
Mantenimiento periódico (cada 5 años)		\$863,000
Reconstrucción (cada 10 años)		\$4,082,000

Fuente: Elaboración propia SC Vial

3. Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial se calcularon los costos de operación vehicular, para un IRI de 12.0 en superficie no pavimentada, para el caso sin proyecto, y un IRI de 4.0 para superficie pavimentada en la situación con proyecto. Para ambas situaciones se consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 407², sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, montañoso suave y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran en la siguiente tabla:

² Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014, José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 407

Tabla 16 Parámetros para obtener los Costos de Operación Vehicular (COV)

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
Precio del vehículo nuevo	\$	274,498.41	2,638,379.52	1,373,632.51
Costo del combustible	\$/litro	19.37	21.03	21.03
Costo de los lubricantes	\$/litro	32.88	32.24	32.24
Costo por llanta nueva	\$/llanta	1,151.67	3,382.78	3,155.59
Tiempo de los operarios	\$/hora	28.80	82.50	66.13
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	27.22	70.76	46.94

Fuente: SCT. Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano, 2014, PT 407 IMT, actualizados con calculadora de inflación INEGI a noviembre de 2019

Los costos de operación vehicular reflejan los costos correspondientes al desgaste del vehículo, combustible, lubricantes, refacciones y mano de obra del mantenimiento, se incluyen únicamente los costos por tiempo del operador del autobús y del camión; no se incluye el valor del tiempo del operador del automóvil, del tiempo de los pasajeros ni del tiempo de la carga, por lo que se suma en la hoja de la evaluación para obtener los costos generalizados de viaje.

Para la situación actual optimizada sin proyecto se consideró una calidad de la superficie de rodamiento correspondiente a la de nivel de terracería en buen estado.

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

1. Determinación de Beneficios.

1.1. Por ahorro en tiempo de viaje

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

Tabla 17 Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto

Costos (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por tiempo de viaje del tránsito	\$19,051	\$1,076	\$17,795

Fuente: Elaboración propia

1.2. Por ahorro en costos de operación vehicular

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 30 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo (para mayor detalle ver hoja de evaluación adjunta).

En la tabla siguiente se muestran los costos de operación vehicular para las situaciones sin y con proyecto para el primer año de operación del proyecto.

Tabla 18 Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto

Costos (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por ahorro en costos de operación vehicular	\$41,800	\$2,389	\$39,411

Fuente: Elaboración propia SC Vial

La evaluación económica se realizó bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se tomaron en cuenta las características físicas actuales de del camino (la geometría del camino, tipo de terreno, se obtuvieron costos de operación para un vehículo “tipo” y se consideró la evolución esperada del tránsito con respecto al crecimiento promedio en este tipo de caminos).
- En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas, se emplearon las velocidades de proyecto y se obtuvieron los costos de operación vehicular con las nuevas características del camino alimentador.

La tabla siguiente resume el valor de los parámetros básicos utilizados para llevar a cabo la evaluación económica del proyecto:

Tabla 19 Parámetros para la evaluación económica

Vialidad de conexión de Villas de Guanajuato a Carretera Yerbabuena - Puentecillas						
Tramo	Longitud (Km)	TDPA	Composición Vehicular			Inversión S/IVA (MDP)
			A%	B%	C%	
Km. 0+000 al Km. 0+550	0.55	1,200	93.19	0.38	4.27	80,000

Fuente: Elaboración propia SC Vial

La composición vehicular tipo “A” ocupa el 93.19% debido a que son automóviles particulares, el tipo “B” ocupa el 0.38% ya que son vehículos para pasajeros y el tipo “C” con un 4.27% se compone de vehículos de carga; el resto son otro tipo de vehículos.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Tabla 20 Indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$1,234,782,082
Tasa interna de retorno (TIR)	24.19%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	71.89%

Fuente: Elaboración propia SC Vial

d) Análisis de sensibilidad

Tabla 21 Análisis de sensibilidad ante variaciones en la inversión y variaciones en la TPDA

Incremento de la inversión	VPN	Disminución del TPDA	VPN
Inicial	1,563,117.15	0%	1,563,191.07
10%	1,555,117.15	10%	1,398,879.35
20%	1,537,517.15	20%	1,234,567.64
30%	1,505,837.15	30%	1,070,255.92
50%	1,510,763.55	40%	905,944.21
		50%	741,632.49

Fuente: Elaboración propia SC Vial

Aún con variaciones de la inversión que superen en 25% el valor inicial de ésta, el proyecto sigue arrojando un VANs positivo, y una TIR por encima de la tasa social de descuento; lo que justificaría su ejecución.

Tabla 22 Análisis de sensibilidad ante variaciones en la inversión y variaciones en la TPDA (2)

Incremento de la inversión	TIR	Disminución del TPDA	TIR
Inicial	24.20%	0%	24.20%
10%	41.44%	10%	43.26%
20%	39.83%	20%	41.25%
30%	38.40%	30%	39.09%

Incremento de la inversión	TIR	Disminución del TPDA	TIR
50%	35.94%	40%	36.76%
Incremento de la inversión	TRI	Disminución del TPDA	TRI
Inicial	71.892%	0%	71.892%
10%	84.93%	10%	76.44%
20%	77.85%	20%	62.28%
30%	71.87%	30%	50.31%
50%	62.28%	40%	37.37%

Fuente: Elaboración propia SC Vial

Una disminución de 50% en la demanda (transito promedio diario anual de vehículos) no impacta en la rentabilidad del proyecto, aún con esta variación negativa el proyecto es rentable, arrojando un VANS positivo, una TIR que supera la tasa de descuento y una TRI óptima en el año de inicio de operaciones del proyecto.

e) Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados al proyecto durante la fase de modernización del proyecto se expresan en el siguiente cuadro:

Tabla 23 Análisis de riesgos

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
Incremento en el monto de inversión	Un incremento mayor a 393% en el monto de inversión provoca que el proyecto deje de ser rentable	Baja	Establecer un proceso formal de seguimiento con el fin de identificar a tiempo variaciones en costos y definir medidas correctivas
Riesgo de no contar con la disponibilidad de la totalidad de recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto.	Incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Baja	Al existir un proyecto definido, la probabilidad de que se modifique en tiempo y costo es casi nula al estar garantizada la disponibilidad del total de los recursos.
Riesgos asociados al alza en el costo de los materiales de	Incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Baja	Establecer políticas que prevean cambios considerables en base

construcción, básicos para ejecutar la obra (cemento, acero, asfalto y agregados).			a eventos de inflación económica a lo largo del periodo de ejecución del proyecto.
Riesgos asociados con la demanda social de obras adicionales al momento de su modernización.	Posibilidad de retraso en las obras	Baja	Presupuestar un estudio completo del camino, el cual contemple o descarte obras adicionales.

Fuente: Elaboración propia SC Vial

Los riesgos antes descritos llevan intrínseco el posible hecho de que la obra no termine en el tiempo previsto, factor asociado principalmente a que los recursos necesarios para la misma no sean aplicados en el tiempo programado.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Con la construcción de esta vialidad, se beneficiará en forma directa a 83,435 personas y en forma indirecta a la población total del municipio de Guanajuato y los visitantes frecuentes que a ella acuden por ser la sede de los poderes estatales.

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

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

Aunado a lo anterior, con la construcción de los 0.55 kilómetros de vialidad de esta obra se obtendrían los siguientes beneficios:

1. Se dotará de manera permanente el acceso de la población beneficiada a los servicios básicos, como son:
 - Salud
 - Educación

- Agua potable
 - Energía eléctrica.
 - Drenaje.
2. Además, se obtendrán beneficios de transitabilidad para los usuarios locales como son:
- Comunicación constante entre las localidades de la zona.
 - Aumento en las velocidades.
 - Reducción de tiempos de recorrido.
 - Disminución de los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
 - Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
 - Disminuir la posibilidad de accidentes.
 - Optimizar el nivel de servicio.
 - Aminorar la contaminación ambiental por gases y por ruido.

VII. Bibliografía

1. 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.
2. Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanándola, Oro., 2000.
3. Unpaved Roads Roughness Estimation by Subjective Evaluation, Infrastructure Notes, October 1999, Rodrigo S. Archon do Callao, The World Bank.
4. Boletín Notas 147, Artículo 1, marzo - abril de 2014. Instituto Mexicano del Transporte (IMT).
5. Boletín Notas 153, Artículo 1, marzo-abril de 2015, de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
6. Boletín Notas No. 176 (Enero-Febrero 2019. Artículo 1), Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
7. Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014, IMT Publicación Técnica 407
8. Catálogo de Localidades: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>
9. Enciclopedia de los Municipios: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>
10. Estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio
11. Actividades productivas por municipio: <http://www.snim.rami.gob.mx/>