



NÚMERO DE PROYECTO:



23772

FORMATO PARA LA INCORPORACIÓN DE PROYECTOS EN EL BANCO DE PROYECTOS DEL ESTADO DE MÉXICO

FECHA DE REGISTRO: 03/03/2021

1. NOMBRE DEL PROYECTO:										Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, en el municipio de Ixtlahuaca.														
2. SECTOR:										Movilidad														
2.1 UNIDAD RESPONSABLE:										Dirección General de Vialidad														
3. OBJETIVO DEL PROYECTO:										Se pretende cumplir con las metas previstas en el Plan de Desarrollo Municipal mejorando los servicios, en la mayoría de las vialidades y calles que se encuentran en un estado de demasiado deterioro, con esta rehabilitación se pretende dar mayor circulación vial para lograr un tránsito más adecuado para el traslado en las diferentes localidades del municipio.														
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:										Concluir el tramo del Boulevard principal en la Comunidad de La Concepción de los Baños, cuyos trabajos principales consistirán en: ?Cortes y Excavaciones ?Construcción de Terracerías ?Construcción de Pavimento con Concreto Hidráulico ?Rehabilitación y Construcción de Guarniciones ?Colocación de Señalamiento Horizontal ?Colocación de Alumbrado Público de tipo Solar ?Construcción de camellón central ?Obras complementarias y obras inducida														
5. TIEMPO ESTIMADO DE DESARROLLO:										2 MESES														
6. TIEMPO DE VIDA UTIL:										5 AÑOS														
7. LOCALIZACIÓN (ANEXAR MAPAS):										7.1. REGIÓN: Atzacmulco														
7.2 MUNICIPIOS:										Ixtlahuaca														
UTMx:										0.00					UTMy:					0.00				
BENEFICIOS ESPERADOS:										8.1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER: Modernizar la infraestructura vial														
										8.2. POBLACIÓN BENEFICIADA: 7,207														
										8.3. MUNICIPIOS BENEFICIADOS: Ixtlahuaca														
9. METAS FÍSICAS ANUALES:										9.1. UNIDAD DE MEDIDA: KILÓMETRO														
Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10						
268		0		0		0		0		0		0		0		0		0						
10. COSTO TOTAL:										64,999,573.88														
Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10						
64,999,573.88		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00						
11. GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:										0.00														
Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10						
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00						
12. OTROS COSTOS ASOCIADOS:										0.00														
Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10						
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00						
13. INGRESOS GENERADOS POR EL PROYECTO:										0.00														
Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10						
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00						
14. SITUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO:										14.1. GRADO DE AVANCE FÍSICO: 0														
										14.2. DETALLE DE LA SITUACIÓN ACTUAL: Se cuenta con términos de referencia														
14.3 ESPECIFIQUE LOS ESTUDIOS CON LOS QUE CUENTA:										PROYECTO EJECUTIVO			ESTUDIO SOCIOECONÓMICO			FACTIBILIDADES								
										SI			SI			NO								
OBSERVACIONES DE FACTIBILIDADES																								
15. ESPECIFICAR SI ES COMPROMISO DE GOBIERNO:										NO														
15.1. CLAVE DE COMPROMISO																								
16. FUENTE O ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA:										16.1 ESTATAL		16.2 FEDERAL		16.3 FONDO MET.		16.4 MUNICIPAL		16.5 OTROS (ESPECIFICAR)						
16.1 MONTO DE LA FUENTE (PORCENTAJE):										100		0		0		0		0						
17. ESPECIFICAR SI EL PROYECTO ES PARTE DE UN PROGRAMA:										No														
18. OBSERVACIONES GENERALES:																								
19. DATOS DE CONTACTO DEL RESPONSABLE DESIGNADO:										19.1. NOMBRE: Ing. Luis Antonio Posada Flores														
										19.2. CARGO: Director General de Vialidad														
										19.3. DIRECCIÓN: Blvd. Manuel Ávila Camacho No. 1829, 4º Piso, Col. Ciudad S														
										19.4. TELÉFONOS: 55 57 00 18, 722 2 26 47 00 ext. 1002														
										19.5. FAX:														
										19.6. CORREO ELECTRÓNICO: luis.posada@edomex.gob.mx														



"2021. Año de la Consumación de la Independencia y la Grandeza de México"

Unidad Admva: Dirección General de Vialidad  
Oficio No. 21300010020000L/ 174 /2021  
Asunto: Registros Administrativos

Toluca de Lerdo, México a 03 de marzo de 2021

**LIC. FILIBERTO CARBAJAL LÓPEZ**  
**DIRECTOR DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**  
**PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO**  
**P R E S E N T E**

En atención a su oficio número 20704003010000L/013/2021 de fecha 26 de febrero del presente año, mediante el cual regresa el análisis costo beneficio del proyecto: "Construir en una primera etapa I Boulevard en la Comunidad de la Concepción de los baños en el municipio de Ixtlahuaca, (Obra nueva) por un importe de \$61'769,701.31 (sesenta y un millones setecientos sesenta y nueve mil setecientos y un pesos 31/100 M.N.)

Al respecto hago llegar dicha información subsanando las observaciones para su análisis correspondiente

Sin más, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**ING. RAMÓN SABÁS JIMÉNEZ FONSECA**  
**DIRECTOR DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS**

c.c.p. Luis Gilberto Limón Chávez. Secretario de Movilidad.  
Ing. Luis Antonio Posada Flores. Director General de Vialidad  
Lic. Daniel Romero Manjarréz . Director de Administración de Fondos y Fideicomisos (Encargado)  
Archivo/minutario  
LAPF/RSJF/BAG



SECRETARÍA DE MOVILIDAD  
DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD





# Análisis Costo-Beneficio Simplificado<sup>1</sup>

## Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77.

### I. Resumen Ejecutivo

#### Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

Dar un nivel de servicio óptimo a los usuarios, mediante la construcción de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**, para brindar una vía que permita una mayor conectividad y competitividad en la región, 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, aumentar las velocidades de operación y disminuir los índices de contaminación y accidentes en la zona urbana de Concepción de los Baños.

Problemática Identificada

La **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**, cuenta con una longitud total de **3.0 Kms**; se cataloga como un camino rural a nivel de revestimiento y carpeta asfáltica en mal estado, tipo "D", en el cual la problemática está dada debido al tipo de superficie de rodamiento de carpeta asfáltica en mal estado y terracería revestida y las condiciones del tramo sobre todo en la temporada de lluvias, velocidad promedio de 19.99 km/h.

Se presenta un déficit de usuarios atendidos (peatones) al no contar el tramo con banquetas por donde los usuarios puedan circular con seguridad generando accidentes o impidiendo que los peatones eviten el tramo proyecto si hay lodo o acumulaciones de agua teniendo que rodear.

La falta de iluminación genera un déficit de usuarios atendidos tanto peatones como vehículos, el uso del tramo debe limitarse a horarios con luz solar especialmente para los peatones generando que rodeen el tramo, acrecentando el recorrido y tiempo de traslado, en el caso de los vehículos puede generar accidentes.

Los pozos de visita y rejillas pluviales desnivelados, tomas domiciliarias para agua potable presentan poca presión y las descargas domiciliarias presentan

<sup>1</sup>Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio y 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

problemas por lo que no desazolvan correctamente, lo que ocasiona problemas en la vialidad. Estas condiciones enmarcan una de las principales problemáticas que ocasionan al usuario bajas velocidades de circulación y elevados tiempos de recorrido, traduciéndose en altos costos de viaje y aumento en la ocurrencia de accidentes, así como la marginación social de los habitantes de esta zona rural.

Aunado a las condiciones de transitabilidad antes descritas se suma la problemática de la dificultad de transporte de mercancías, víveres y personas de la localidad de **Concepción de los Baños**, la cual sobrelleva la dificultad de acceso a bienes y servicios como son salud, educación, agua potable, transporte público, energía eléctrica, servicios administrativos, etc., siendo que actualmente la población de la zona cuentan con estos servicios muy limitados y en algunas son de nivel básico o deficiente. La falta de estos elementos impacta de manera negativa en la calidad de vida de los habitantes.

Otro factor afectado es la economía local ya que las condiciones en las que opera el camino actualmente no permite el desarrollo económico de la región, perjudicando a las localidades del Municipio de **Ixtlahuaca**, pues **tienen como actividades económicas las del sector Terciario; la cual es la principal fuente de ingresos de donde por lo menos el 41.92% de la población se encuentra económicamente activa dentro de dicha actividad, por lo que es de suma importancia contar con caminos que ayuden al intercambio de materiales ya sea para su uso o para su venta, así como para conectar a los habitantes con su área de trabajo, es por eso que surge la necesidad de modernizar el camino, con el fin de incrementar el desarrollo en la actividad económica de la zona, así como para obtener ahorros en el transporte de bienes y productos.**

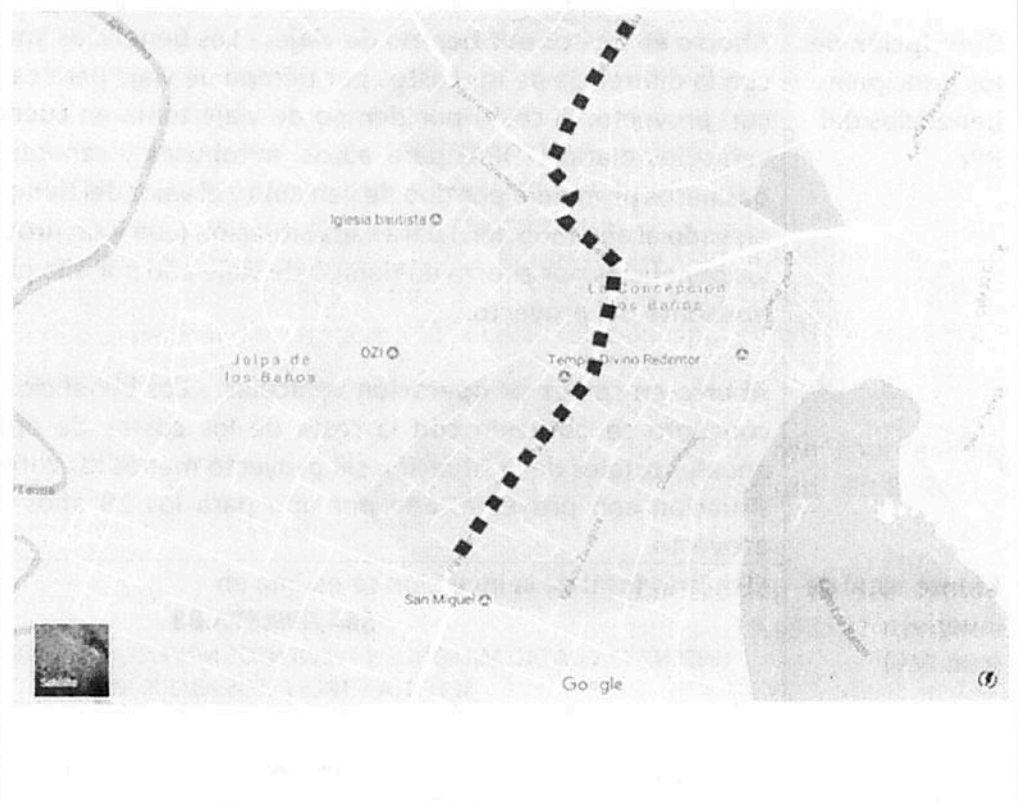


**La Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, se ubica en la región central del Estado de México, en el Municipio de Ixtlahuaca, en las siguientes coordenadas:**

**Km. 0+000, ubicado en el Concepción de los Baños con coordenadas gradientes decimales siguientes: Latitud 19.671034, Longitud - 99.867441 y elevación de 2,551 msnm;**

**Km. 2+998.77, ubicado en la localidad de Concepción de los Baños, coordenadas gradientes decimales siguientes: Latitud 19.693142, Longitud de - 99.859165 y elevación de 2,557 msnm.**

Localización



Breve descripción del PPI

**El proyecto consiste en la Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños con sección de 14.0 m, a un Camino Alimentador Tipo "C" de 14.0 m., de ancho de calzada, para alojar 4 carriles de circulación de 3.50 m de ancho cada uno (dos carriles de circulación por sentido), con el fin de uniformizar la sección a lo largo del tramo con una longitud de 3.0 kilómetros, del km 0+000 al km 2+998.77.**

## Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación contempla **30** años de los cuales, **1.0** son para su construcción y **29.0** de operación.

Descripción de los principales costos del PPI

Concepto	Inversión 2022	Total
Terracerías	7,219,892.11	<b>7,219,892.11</b>
Estructuras	28,106,045.39	<b>28,106,045.39</b>
Pavimentos	7,910,032.37	<b>7,910,032.38</b>
Señalamiento	21,763,604.00	<b>21,763,604.00</b>
Total	<b>64,999,573.88</b>	<b>64,999,573.88</b>
Avance físico	100.0	<b>100.0</b>

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 29 años del horizonte del proyecto.

Monto total de inversión (con IVA)

El monto total de la inversión se estima en:  
**\$64,999,573.88**  
 (SESENTA Y CUATRO MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES PESOS 88/100 M.N.)

Riesgos asociados al PPI

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

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
Incremento en el monto de inversión	Un incremento mayor a <b>130.28%</b> 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.	Media	Al existir un proyecto definido, la probabilidad de que se modifique en tiempo y costo es probable debido a la inflación de la economía del país; la cual



				garantizara la disponibilidad total de los recursos.
Riesgos asociados al alza en los costos de los materiales de construcción básicos para ejecutar la obra (cemento, acero, asfalto y agregados).	Incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Baja	Establecer políticas que prevean cambios considerables en base 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 la modernización.	Posibilidad de retraso en las obras	Baja	Presupuestar un estudio completo de la, el cual contemple o descarte obras adicionales.	

**Indicadores de Rentabilidad del PPI**

Valor Presente Neto (VPN) \$ 84,683,165.86

Tasa Interna de Retorno (TIR) 22.69%

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) 21.01%

**Conclusión**

Conclusión del Análisis del PPI

Los resultados de la evaluación económica indican que **el proyecto es económicamente rentable**, pues de acuerdo a los **indicadores de rentabilidad** obtenidos y a la **realización del análisis de sensibilidad** con respecto al monto de la inversión, al monto de conservación y mantenimiento, y a la demanda de tránsito (**ver Anexo H**), se puede observar que el proyecto de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** 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 análisis.

Aunado a lo anterior, con la modernización de los **3.0 Kms.** de longitud de este camino se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se proporcionará acceso permanente y de manera directa a los habitantes, impactando a diversas localidades aledañas al Municipio de **Ixtlahuaca**.
- Se disminuirán los tiempos de recorrido.
- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se proporcionará de manera permanente el acceso de la población beneficiada a los servicios básicos como son: salud, educación, transporte, electrificación, etc.
- Mayor seguridad en la transitabilidad de los usuarios locales.
- Se combatirá el grado de marginación de la región.
- Se proporcionará un flujo continuo de los vehículos.
- Se dotará de una vía de comunicación en buen estado que permita la distribución de productos y mercancías dentro de la región propiciando el desarrollo económico.

Como resultado de un mayor intercambio comercial, se prevé que las actividades productivas de la región se incrementarán, fundamentalmente en el sector **Terciario**, ya que el Municipio de **Ixtlahuaca** el **41.92%** de la población se encuentra ocupada en las ramas del sector Terciario tales como la **Comercio y Servicios profesionales**<sup>2</sup>. Actualmente esta microeconomía es deficiente, ya que al no contar con una vía de comunicación en óptimas condiciones no es posible una distribución óptima de los productos generados en la zona.

Por lo que la modernización de la permitirá que la población pueda reducir sus tiempos y costos de distribución para obtener mayores utilidades en la venta de sus productos.

### **Principales Actividades Productivas.**

Distribución de la población ocupada por sector de actividad económica según sexo, 2000

Sector de actividad económica	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
Sector Primario	4,759	4,325	434	15.83%	14.39%	1.44%

<sup>2</sup> Características económicas: <http://www.snim.rami.gob.mx/>



Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4,759	4,325	434	15.83%	14.39%	1.44%
<b>Sector Secundario</b>	<b>11,283</b>	<b>7,792</b>	<b>3,491</b>	<b>37.54%</b>	<b>25.92%</b>	<b>11.61%</b>
Minería	14	11	3	0.05%	0.04%	0.01%
Electricidad y agua	63	58	5	0.21%	0.19%	0.02%
Construcción	3,022	2,992	30	10.05%	9.95%	0.10%
Industrias manufactureras	8,184	4,731	3,453	27.23%	15.74%	11.49%
<b>Sector Terciario</b>	<b>12,599</b>	<b>7,916</b>	<b>4,683</b>	<b>41.92%</b>	<b>26.34%</b>	<b>15.58%</b>
Comercio	5,311	3,884	1,427	17.67%	12.92%	4.75%
Transportes, correos y almacenamiento	1,121	1,102	19	3.73%	3.67%	0.06%
Información en medios masivos	42	28	14	0.14%	0.09%	0.05%
Servicios financieros y de seguros	23	14	9	0.08%	0.05%	0.03%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	28	22	6	0.09%	0.07%	0.02%
Servicios profesionales	183	137	46	15.83%	14.39%	1.44%
Servicios de apoyos a los negocios	230	180	50	0.77%	0.60%	0.17%
Servicios educativos	1,465	556	909	4.87%	1.85%	3.02%
Servicios de salud y de asistencia social	268	92	176	0.89%	0.31%	0.59%
Servicios de esparcimiento y culturales	47	36	11	0.16%	0.12%	0.04%
Servicios de hoteles y restaurantes	624	315	309	2.08%	1.05%	1.03%
Otros servicios excepto gobierno	2,515	1,035	1,480	8.37%	3.44%	4.92%
Actividades del gobierno	742	515	227	2.47%	1.71%	0.76%
No especificado	1,417	870	547	4.71%	2.89%	1.82%

Fuente: <http://www.snim.rami.gob.mx/> (INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.)

En la imagen se desglosan las principales actividades productivas en las que se ubica la población perteneciente al **Municipio de Ixtlahuaca**. Las actividades del sector primario y secundario sobresalen por lo que refleja que se practican en mayor proporción. Razones por las que la población necesita de una vía que les permita la comunicación de personas y la distribución de productos y mercancías.

A continuación, se presenta una tabla con los principales productos agrícolas cultivados en el municipio de **Ixtlahuaca**, indicados por tipo de producto, producción en toneladas entre otros aspectos, con datos publicados en 2019 por la SAGARPA<sup>3</sup>.

Ciclo productivo	Modalidad	Unidad	Cultivo	Sembrada	Cosechada	Sinlestrada	Volumen de producción	Rendimiento	Precio	Valor de producción
Otoño-Invierno	Riego	Tonelada	Avena forrajera en verde	23	23	0	434.7	18.9	540.00	234,738.00
Otoño-Invierno	Riego	Tonelada	Ebo (janamargo o veza)	18.50	18.50	0	220.15	11.9	584.00	128,567.60
Otoño-Invierno	Riego	Tonelada	Haba verde	32	32	0	326.40	10.2	7500	2,448,000.00
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Avena forrajera en verde	312	312	0	6645.6	21.3	600.00	3,987,360.00

Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Avena grano	550	550	0	1265	2.3	3,850.00	4,870,250.00
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Calabacita	14.3	14.3	0	376.81	26.35	5,489.05	2,068,328.93
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Frijol	6.00	6.00	0	4.41	0.74	14,913.15	65,767.00
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Haba verde	120	120	0	1236	10.3	6,841.66	8,456,291.76
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Hongos, setas y champiñones	11.6	11.6	0	1357.2	117	16,302.48	22,125,725.86
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Maíz forrajero en verde	295	295	0	19765	67	800.00	15,812,000.00
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Maíz grano	8095	8095	0	49298.55	6.09	3,444.96	169,831,532.81
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Tomate rojo (jitomate)	9	9	0	1260	140	6,303.22	7,942,057.20
Primavera-Verano	Riego	Tonelada	Tomate verde	326	326	0	4238	13	5,809.82	24,622,017.16
Primavera-Verano	Riego	Gruesa	Gladiola	2.5	2.5	0	1965	786	198.24	389,541.60
Primavera-Verano	Temporal	Tonelada	Avena forrajera en verde	255	255	0	4845	19	655.00	3,173,475.00
Primavera-Verano	Temporal	Tonelada	Ebo (janamargo o veza)	19	19	0	205.2	10.8	600.00	123,120.00
Primavera-Verano	Temporal	Tonelada	Maíz grano	11280	11280	0	53241.6	4.72	3,444.96	183,415,182.34
Primavera-Verano	Temporal	Tonelada	Trigo grano	20	20	0	44	2.2	4,500.00	198,000.00
Primavera-Verano	Temporal	Tonelada	Triticale grano	500	500	0	1150	2.3	4,624.20	5,317,830.00
Perennes	Riego	Tonelada	Pastos y praderas	18	18	0	756	42	487.43	368,497.08
Perennes	Temporal	Tonelada	Pastos y praderas	25	25	0	873.75	34.95	477.55	417,259.31

<sup>1</sup> Tabla de producción agrícola municipal. SAGARPA 2018. [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php)

## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la Situación Actual

El camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, ubicado en la región Central del Estado de Estado de México, beneficia directamente a la población de la localidad de Concepción de los Baños.

Esta vía de comunicación se cataloga como un camino rural el cual de acuerdo a sus características geométricas se clasifica como un camino tipo "D" a nivel de terracería y pavimento en muy malas condiciones, con un ancho de sección de **14.0 m.**, una pendiente máxima del **13%** y un grado máximo de curvatura de **30°**, características aunadas a que el camino se localiza en una zona de tipo **plano** y existe una conjunción de clima **templado subhúmedo**, Ixtlahuaca de Rayón tiene una **variación extremada de lluvia mensual por estación**. La temporada de lluvia dura **6.3 meses**, del **29 de abril al 7 de noviembre**, con un **intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros**. La mayoría de la lluvia cae durante los **31 días centrados alrededor del 4 de julio**, con una **acumulación total promedio de 127 milímetros**.<sup>4</sup> La problemática física está dada por la presencia de fallas en la estabilidad de los cortes del camino, que obstruyen las cunetas; en la zona donde se localiza el proyecto se presentan lluvias frecuentes que producen que el agua escurra sobre la superficie de

<sup>4</sup> Características climatológicas: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/index.html>



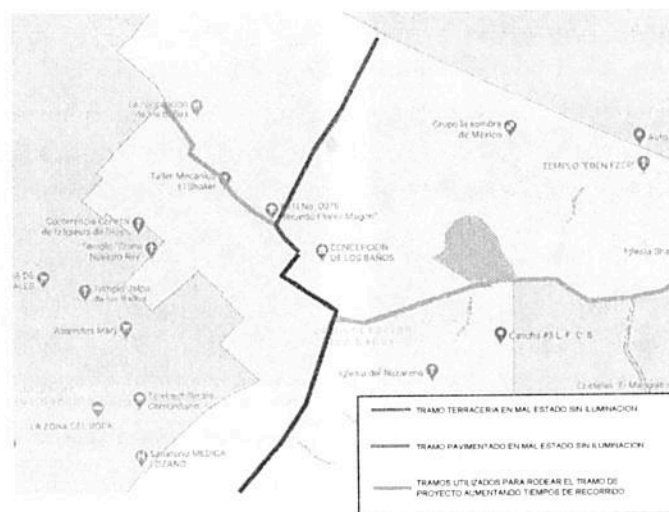
rodamiento erosionando el material que conforma la calzada, por consiguiente, el talud del terraplén es afectado gravemente, ocasionando problemas de ondulaciones, baches y encharcamientos a lo largo del trazo. Estas condiciones debilitan la sección estructural de la calzada, acelerando el daño superficial lo cual se traduce en afectaciones en el que se ubica el proyecto. Así mismo se presenta un déficit de usuarios atendidos ya que los peatones evitan el tramo de proyecto si hay lodo o acumulaciones de agua esto provoca que no transiten con seguridad generando accidentes viales.

La falta de iluminación genera un déficit de usuarios atendidos tanto peatones como vehículos, el uso del tramo debe limitarse a horarios con luz solar especialmente para los peatones generando que rodeen el tramo, acrecentando el recorrido y tiempo de traslado, en el caso de los vehículos puede generar accidentes.

Los pozos de visita y rejillas pluviales desnivelados, tomas domiciliarias para agua potable presentan poca presión y las descargas domiciliarias presentan problemas por lo que no desazolvan correctamente, lo que ocasiona problemas en la vialidad. Estas condiciones enmarcan una de las principales problemáticas que ocasionan al usuario bajas velocidades de circulación y elevados tiempos de recorrido, traduciéndose en altos costos de viaje y aumento en la ocurrencia de accidentes, así como la marginación social de los habitantes de esta zona rural.

Aunado a las condiciones de transitabilidad antes descritas se suma la problemática de la dificultad de transporte de mercancías, víveres y personas de la localidad de **Concepción de los Baños**, la cual sobrelleva la dificultad de acceso a bienes y servicios como son salud, educación, agua potable, transporte público, energía eléctrica, servicios administrativos, etc., siendo que actualmente la población de la zona cuentan con estos servicios muy limitados y en algunas son de nivel básico o deficiente. La falta de estos elementos impacta de manera negativa en la calidad de vida de los habitantes.

Por otra parte, existen vialidades que comunican internamente diferentes zonas de la localidad. En este caso la problemática consiste en el mal estado de los caminos, ya que son de terracería, lo que dificulta su tránsito fundamentalmente en época de lluvias.



A continuación, se muestran fotografías en las cuales se puede apreciar las condiciones físicas de la que va del del km 0+000 al km 2+998.77.



Tramos en terracería revestida  
Cadenamiento 1: sobre Calle Emiliano Zapata sentido a Ixtlahuaca-Atlacomulco Km 0+000 al km 0+505.37



Tramo en terracería revestida sin banquetas ni guarniciones, son señalamiento adecuado  
Cadenamiento 1: sobre Calle Emiliano Zapata sentido a Ixtlahuaca-Atlacomulco Km 0+000 al km 0+505.37



Tramo en terracería revestida  
Cadenamiento 2: sobre Calle Emiliano Zapata  
Del km 1+500 al km 2+550 sentido a Concepción de los Baños



Carpeta asfáltica con desgaste, grietas, derrumbes, sin señalamiento horizontal ni vertical  
iii) Del km 2+400 al km 2+998.77 sentido a Concepción de los Baños (calle pavimento)



Carpeta asfáltica con desgaste, grietas, derrumbes, sin señalamiento horizontal ni vertical  
iii) Del km 2+400 al km 2+998.77 sentido a Concepción de los Baños (calle pavimento)



Las características de operación del camino son deficientes y no permiten el libre flujo de vehículos y personas; sin embargo, otro de los objetivos para llevar a cabo la modernización de esta vía, es la problemática de comunicación que enfrenta la población de localidad de **Concepción de los Baños**, ya que presentan un limitado acceso a servicios básicos como son educación, salud, energía eléctrica, transporte, servicios administrativos, etc. La falta de estos servicios y el mal estado en el que se encuentra parte del equipamiento, afectan directamente en el bienestar de las personas las cuales se encuentran en una zona con un nivel de **marginación medio** de acuerdo con los indicadores de CONAPO 2015.

**Indicadores de Marginación 2015**  
**Ixtlahuaca**

Indicador	Valor
Índice de marginación	-0.25300
Grado de marginación (*)	Medio
Lugar a nivel estatal	31
Lugar a nivel nacional	1397

Nota: (\*) CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por CONAPO.  
Fuente: CONAPO con base en el INEGI. Censo de Población y Vivienda 2015.<sup>5</sup>

El grado de marginación nos indica la falta de servicios básicos dando como resultado una mala calidad de vida de los habitantes de la zona.

**Distribución de la población por características seleccionadas 2015**  
**Ixtlahuaca**

Indicador	%
Población analfabeta de 15 años ó más	8.57
Población sin primaria completa de 15 años ó más	20.40
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	61.93
Población Económicamente Activa ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	56.55

Algunos aspectos que se han utilizado para definir el grado de marginación se encuentra el nivel de estudio que tiene la población, en este caso el municipio de **Ixtlahuaca** en el Estado de

<sup>5</sup> Indicadores de marginación: <http://www.snim.rami.gob.mx/>

**Estado de México;** se presenta un porcentaje considerable de la población sin primaria completa, siendo que es el nivel básico de educación, esto generalmente se debe a que se carece de este servicio o el acceso a las instalaciones educativas es complicado o se deben recorrer grandes distancias.

La falta de una vía de comunicación en buen estado que permita la circulación de los diferentes tipos de vehículos ha limitado a la población a desplazarse y por lo tanto se encuentra aislada dando como resultado un grado de marginación **medio**.

### *Índice de Marginación*

Ixtlahuaca	2005	2010
Población total	126,505	141,482
% Población de 15 años o más analfabeta	13.24	11.26
% Población de 15 años o más sin primaria completa	29.89	24.78
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	33.08	16.61
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.82	2.05
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	23.98	25.33
% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	55.14	48.34
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	18.07	9.14
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	60.83	61.93
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	53.10	53.14
Índice de marginación	-0.19367	-0.17983
Grado de marginación	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,354	1,354

Fuente: Estimaciones del CONAPO, Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011)

Fuente: Catalogo de localidades SEDESOL.

**La Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, se localiza en el Municipio de Ixtlahuaca, el cual pertenece a la Región VI del Estado de México se localiza al norte y la conforman los municipios de Ixtlahuaca, Almoloya de Juárez, Jiquipilco, Oztolotepec, San Felipe del Progreso y Temoaya. De acuerdo con los criterios de asignación antes mencionados ocupa el lugar número 4 en el contexto estatal.**

## **b) Análisis de la Oferta Existente**

La oferta actual está integrada por el el Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, el cual opera como un Camino Tipo "D", con 14.0 m de ancho de calzada a nivel de revestimiento para alojar 4 carriles de circulación los cuales **funcionan como ida y vuelta**. La siguiente tabla muestra las características de la ruta actual.

### ***Ruta Actual (oferta)***



<b>Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, del km 0+000 al km 2+998.77</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Situación Actual</b>
Camino Tipo	Camino Rural "D"
Superficie de Rodamiento	Terracería y Pavimento
Longitud (Km.)	3.0
Estado Físico	malo
Ancho de Corona (m)	14.0
Ancho de Calzada (m)	14.0
Número de Carriles	4
Acotamientos	No
Velocidad de Operación (Km/hr)	20
Tiempo de Recorrido (min.)	9
TDPA	1,249
Tipo de Terreno	plano
IRI	10.0

### c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituyen los usuarios que utilizan esta vía de comunicación para trasladarse desde un origen a un destino como enlace directo entre la localidad de **Concepción de los Baños** y la cabecera municipal.

#### *Población Usuaría*

Localidad	Población (hab.)*	Grado de marginación de la Localidad 2010	Municipio	Grado de marginación del Municipio 2010
Concepción de los Baños	7,207	Alto	Ixtlahuaca	Medio
<b>Beneficiados Directos</b>	<b>7,207</b>			

\*<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/>

El conocimiento del volumen y tipo de vehículos que circulan en la red de carreteras permite determinar el grado de ocupación y las condiciones en que opera cada segmento de la red; el análisis de su evolución histórica es fundamental para definir las tendencias de su crecimiento y para planear con oportunidad las acciones que se necesitan para evitar que alguno de sus tramos deje de prestar el nivel de servicio que demanda el tránsito usuario.

En ese sentido, se llevó a cabo un estudio de demanda consistente en aforos automáticos (AA) 7 días consecutivos las 24 horas para poder obtener el comportamiento entre semana y fines de semana obteniéndose el siguiente resultado:

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles.

Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios

Se denomina volumen de tránsito al número de unidades que pasan por un punto o sección transversal dados, de una avenida, calle o carril durante un periodo específico de tiempo. Este conteo puede estar clasificado por hora del día, dirección del viaje, tipo de vehículo y número de ocupantes.

Un inventario de los volúmenes de tránsito es una herramienta esencial para los estudios de Ingeniería de Tránsito el cual auxilia a las autoridades correspondientes a prever con tiempo, cualquier anomalía en la red vial.

Se le denomina como una unidad de tránsito a los vehículos de todas clases: automóviles, camiones, ómnibus, motocicletas los cuales son propulsados por un motor.

Para la ejecución de los aforos vehiculares se utilizó el método de conteo manual, El recuento manual es un método para obtener datos de volúmenes de tránsito a través del uso de personal de campo, conocido como aforadores de tránsito. El método manual permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características. Registro de movimiento de vueltas y otros movimientos, vehiculares.

Se realizaron aforos vehiculares de los días 08 al 14 de febrero del presente año, cubriendo los tres periodos de máxima demanda de un día hábil y sacando de cada una de ellas la hora de máxima demanda (Hora Pico).

A continuación, se muestran los croquis de movimientos direccionales, volúmenes vehiculares y las tablas respectivas donde se especifica volumen, clasificación, factor horario de máxima demanda, etc.





**Figura 3**

Ubicación y movimientos direccionales de punto aforado.  
Fuente: *Google Earth*, Imagen Satelital.

**Tabla 3**

**Aforo Manual, Turno matutino**

A handwritten blue mark or signature located in the lower right quadrant of the page.

**Proyecto:** Estudio de Transito  
**Intersección:** Libramiento con 32C  
**Municipio:** Ixtlahuaca, Edo. de Mexico

Suma de todos los movimientos en la intersección.

Fecha: miércoles 10 de febrero de 2021

Periodo: 7:00-10:00

**Volumen cada 15 min.**

Lapso	Total
7:00-7:15	14
7:15-7:30	17
7:30-7:45	25
7:45-8:00	23

Lapso	Total
8:00-8:15	31
8:15-8:30	30
8:30-8:45	28
8:45-9:00	25

Lapso	Total
9:00-9:15	20
9:15-9:30	13
9:30-9:45	
9:45-10:00	

**Volumen cada hora.**

Lapso	Total
7:00-8:00	79

Lapso	Total
7:15-8:15	96
7:30-8:30	109
7:45-8:45	112
8:00-9:00	114

Lapso	Total
8:15-9:15	103
8:30-9:30	86
8:45-9:45	58
9:00-10:00	33

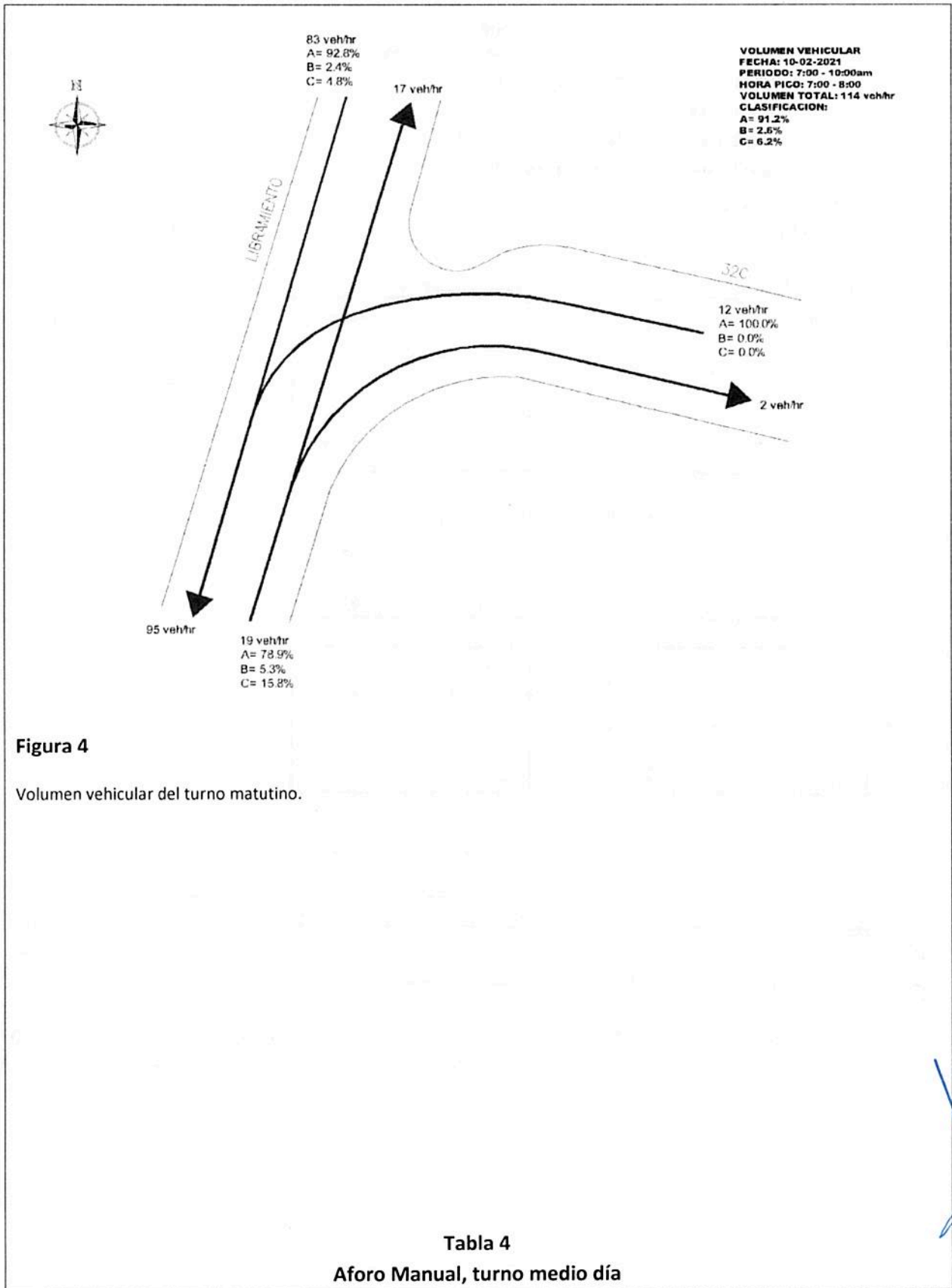
No usar periodo  
114 veh/hr

Hora Pico

P.H.F.	0.92
--------	------

Movimiento	A	% A	BU	% BU	C	% C	TOTAL
1	77	92.8%	2	2.4%	4	4.8%	83
2	12	100.0%					12
3	2	100.0%					2
4	13	76.5%	1	5.9%	3	17.6%	17
Total	104	91.2%	3	2.6%	7	6.2%	114





**Tabla 4**  
**Aforo Manual, turno medio día**

**Proyecto:** Estudio de Transito  
**Intersección:** Libramiento con 32C  
**Municipio:** Ixtlahuaca, Edo. de Mexico

**Suma de todos los movimientos en la intersección.**

**Fecha:** miércoles 10 de febrero de 2021

**Periodo:** 12:00-15:00

No usar periodo
92 veh/hr

**Volumen cada 15 min.**

Lapso	Total
12:00-12:15	17
12:15-12:30	22
12:30-12:45	21
12:45-13:00	19

Lapso	Total
13:00-13:15	22
13:15-13:30	22
13:30-13:45	23
13:45-14:00	25

Lapso	Total
14:00-14:15	18
14:15-14:30	16
14:30-14:45	
14:45-15:00	

**Volumen cada hora.**

Lapso	Total
12:00-13:00	79

Lapso	Total
12:15-13:15	84
12:30-13:30	84
12:45-13:45	86
13:00-14:00	92

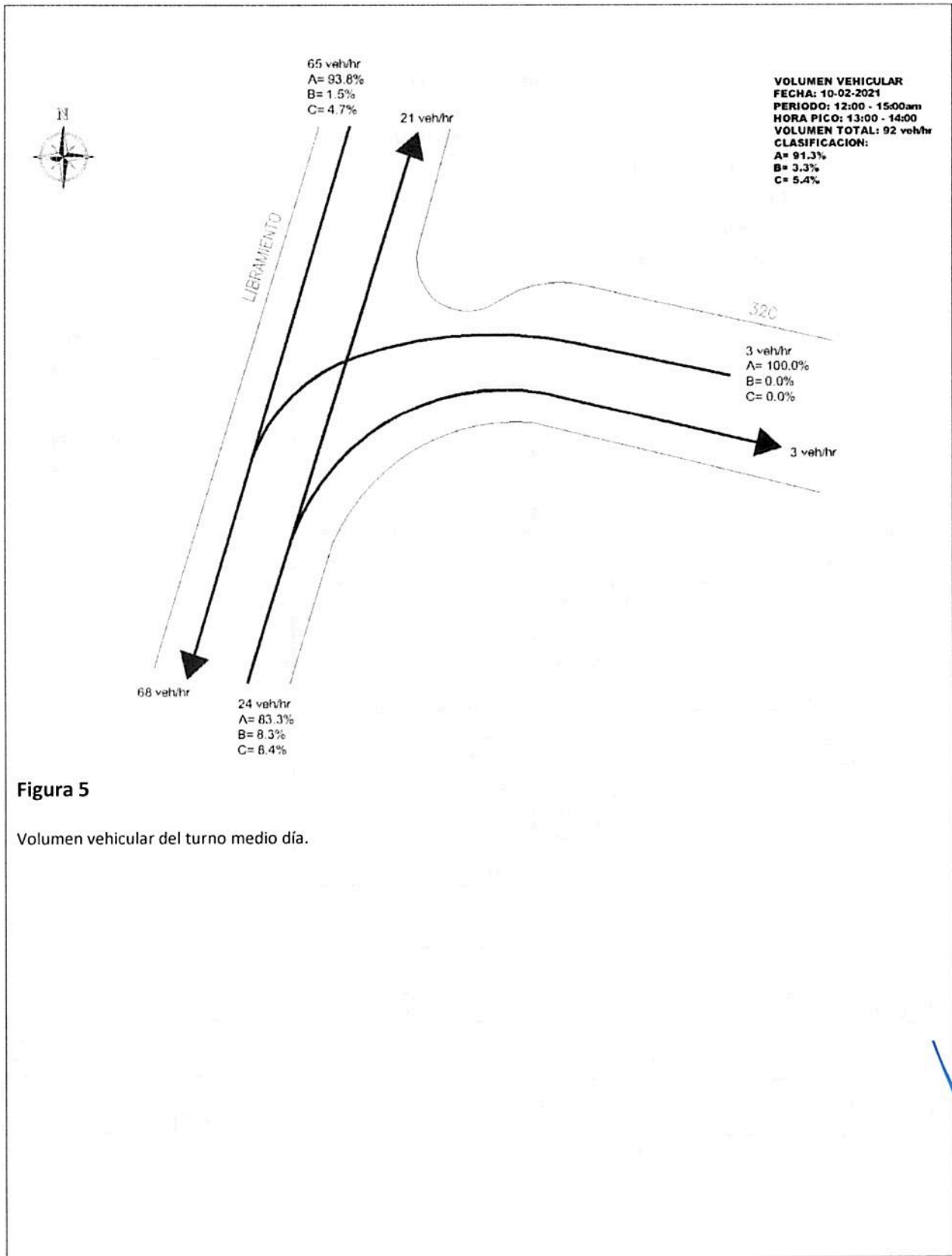
Hora Pico

Lapso	Total
13:15-14:15	88
13:30-14:30	82
13:45-14:45	59
14:00-15:00	34

<b>P.H.F.</b>	<b>0.92</b>
---------------	-------------

Movimiento	A	% A	BU	% BU	C	% C	TOTAL
1	61	93.8%	1	1.5%	3	4.7%	65
2	3	100.0%					3
3	3	100.0%					3
4	17	81.0%	2	9.5%	2	9.5%	21
Total	84	91.3%	3	3.3%	5	5.4%	92





**Tabla 5**

**Aforo Manual, turno vespertino**

**Tabla 5**

**Aforo Manual, turno vespertino**

**Proyecto:** Estudio de Tránsito  
**Intersección:** Libramiento con 32C  
**Municipio:** Ixtlahuaca, Edo. de Mexico

Suma de todos los movimientos en la intersección.

Fecha: miércoles 10 de febrero de 2021

Periodo: 17:00-20:00

Periodo con más elevado volumen vehicular  
 124 veh/hr

**Volumen cada 15 min.**

Lapso	Total
17:00-17:15	19
17:15-17:30	24
17:30-17:45	28
17:45-18:00	28

Lapso	Total
18:00-18:15	32
18:15-18:30	34
18:30-18:45	30
18:45-19:00	26

Lapso	Total
19:00-19:15	24
19:15-19:30	13
19:30-19:45	
19:45-20:00	

**Volumen cada hora.**

Lapso	Total
17:00-18:00	99

Lapso	Total
17:15-18:15	112
17:30-18:30	122
17:45-18:45	124
18:00-19:00	122

Lapso	Total
18:15-19:15	114
18:30-19:30	93
18:45-19:45	63
19:00-20:00	37

Hora Pico

P.H.F.	0.91
--------	------

Movimiento	A	% A	BU	% BU	C	% C	TOTAL
1	88	94.6%	2	2.2%	3	3.2%	93
2	6	100.0%					6
3	3	100.0%					3
4	16	72.7%	2	9.1%	4	18.2%	22
Total	113	91.1%	4	3.2%	7	5.7%	124



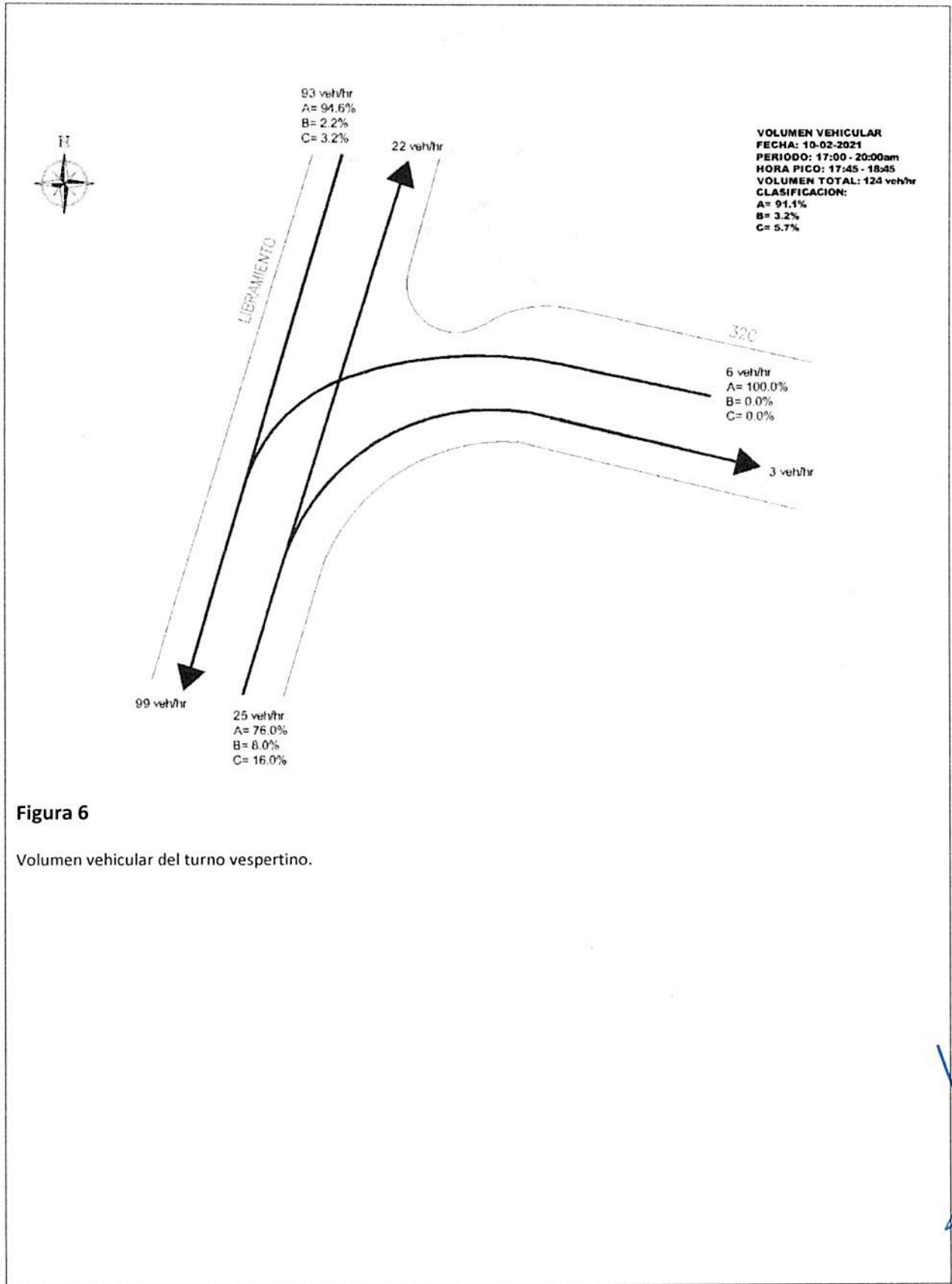


Figura 6

Volumen vehicular del turno vespertino.

## Aforos con equipos en puntos analizados.

Tabla 6

### TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur

TPDS							
Variación de tránsito diario							
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños							
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico						
Avenida	Libramiento						
Tramo	Km 0+000						
Sentido	Norte - Sur			Pavimento		Regular - Seco	
Fecha de inicio	08/02/2021						
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	08/02/2021	09/02/2021	10/02/2021	11/02/2021	12/02/2021	13/02/2021	14/02/2021
00:00	0	0	0	0	0	1	0
01:00	0	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0	0
03:00	0	1	0	0	1	0	0
04:00	9	7	8	8	6	6	9
05:00	19	17	18	16	19	15	18
06:00	40	37	39	34	41	38	40
07:00	54	49	52	46	54	55	53
08:00	86	79	83	73	86	88	84
09:00	68	63	66	58	69	70	67
10:00	60	55	58	51	60	61	59
11:00	62	57	60	53	62	63	61
12:00	58	53	56	49	58	59	57
13:00	67	62	65	57	68	69	66
14:00	53	48	51	45	53	54	52
15:00	47	43	45	50	47	47	46
16:00	54	49	52	46	54	55	53
17:00	69	64	67	59	70	71	68
18:00	93	86	90	79	94	95	91
19:00	64	59	62	55	64	65	63
20:00	49	45	47	41	49	50	48
21:00	29	27	28	25	29	30	28
22:00	8	5	11	10	11	12	11
23:00	0	0	3	1	0	5	3
Total	989	906	961	856	995	1009	977
<b>TPDS</b>	<b>956</b>						



Tabla 7

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Lunes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Lunes 08/02/2021	Total de Vehículos	989

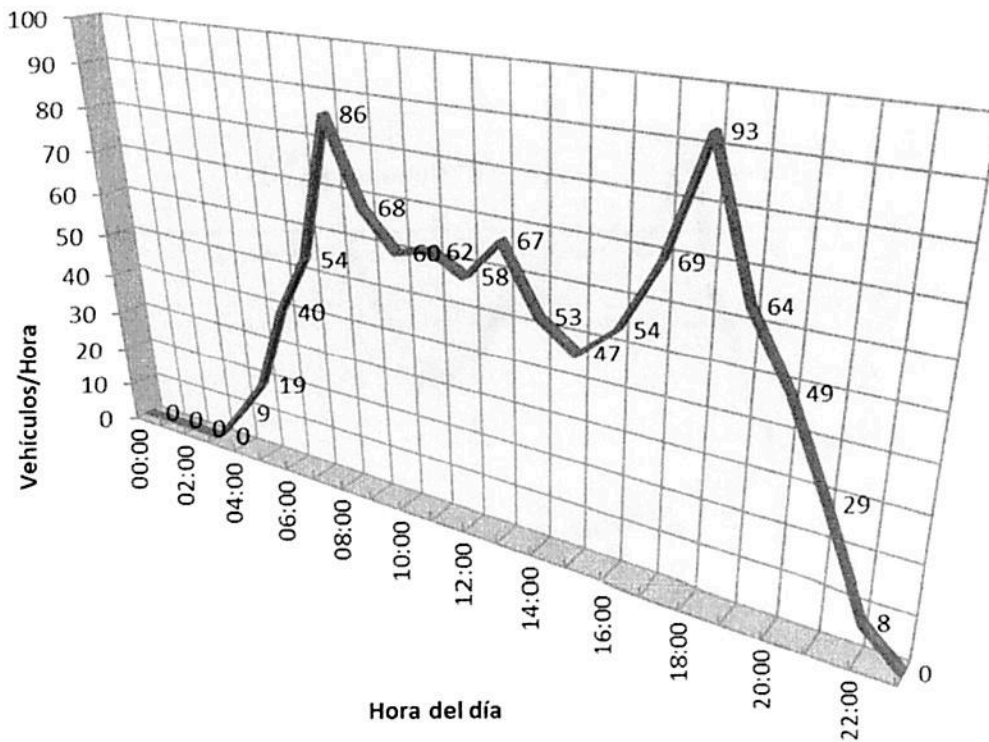


Figura 7

Grafica de Vehiculos/Hora de día lunes.

Tabla 8

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Martes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Martes 09/02/2021	Total de Vehículos	906

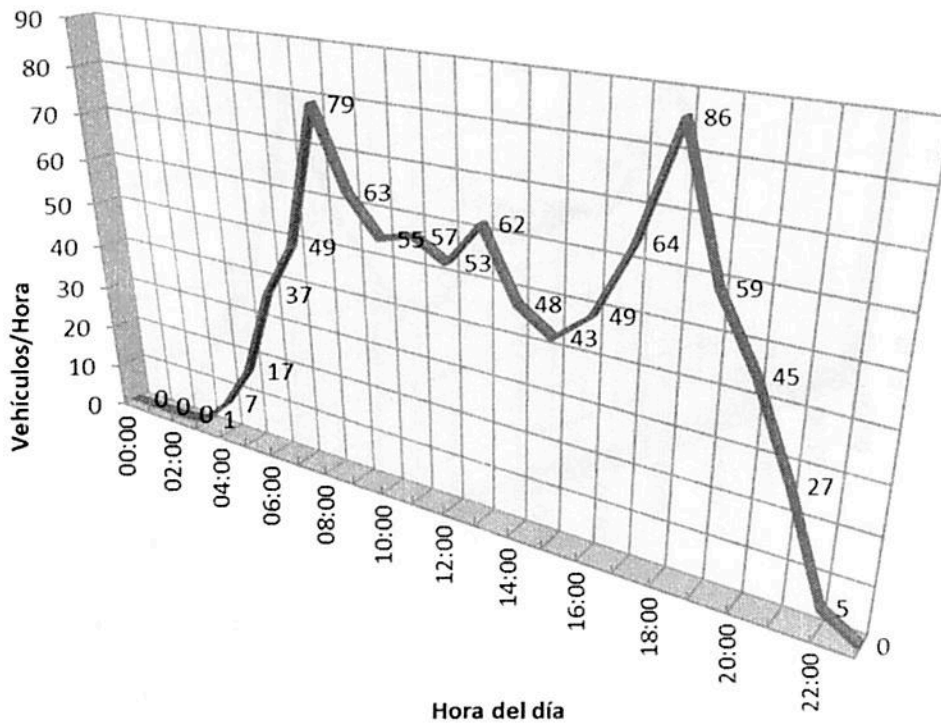


Figura 8

Grafica de Vehículos/Hora de día martes.



Tabla 9

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Miércoles)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Miércoles 10/02/2021	Total de Vehículos	961

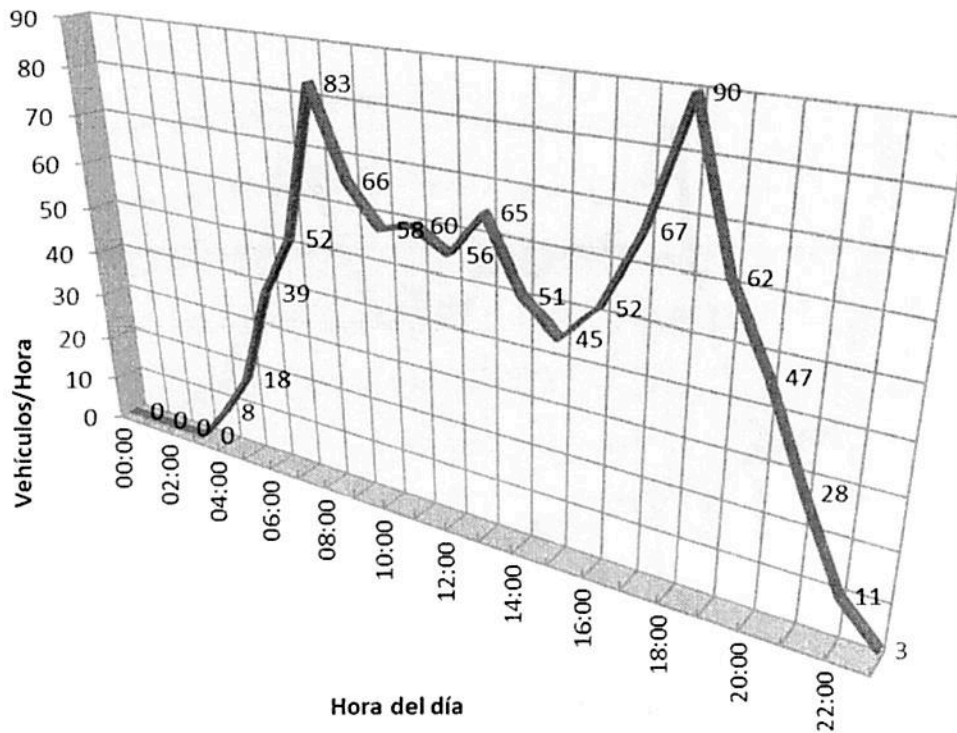


Figura 9

Grafica de Vehiculos/Hora de día miércoles.

Tabla 10

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Jueves)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Jueves 11/02/2021	Total de Vehículos	856

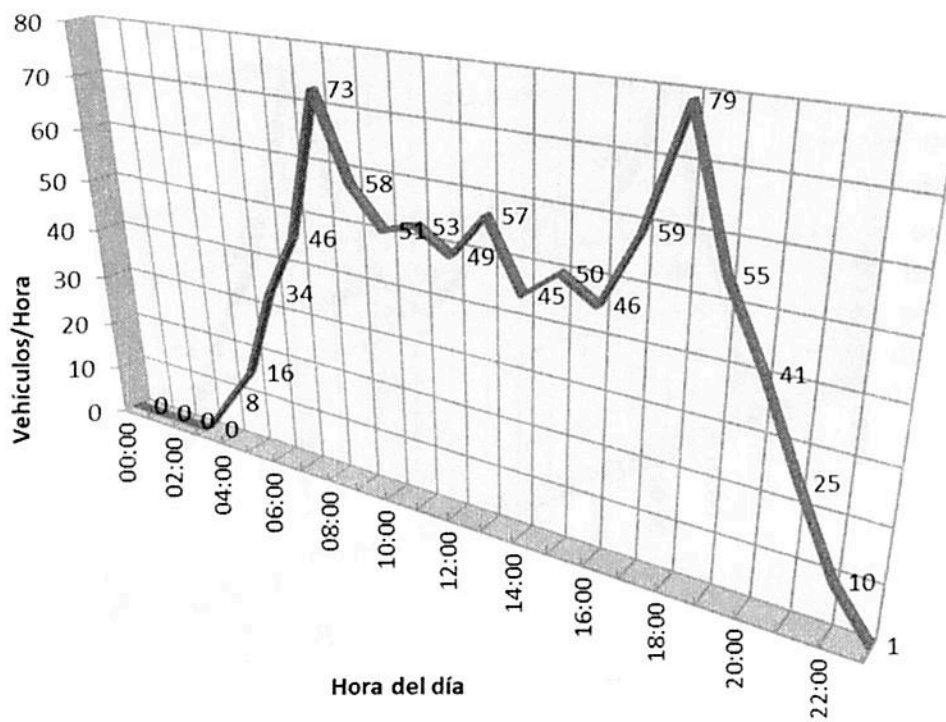


Figura 10

Grafica de Vehículos/Hora de día jueves.

Tabla 11

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Viernes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Viernes 12/02/2021	Total de Vehículos	995

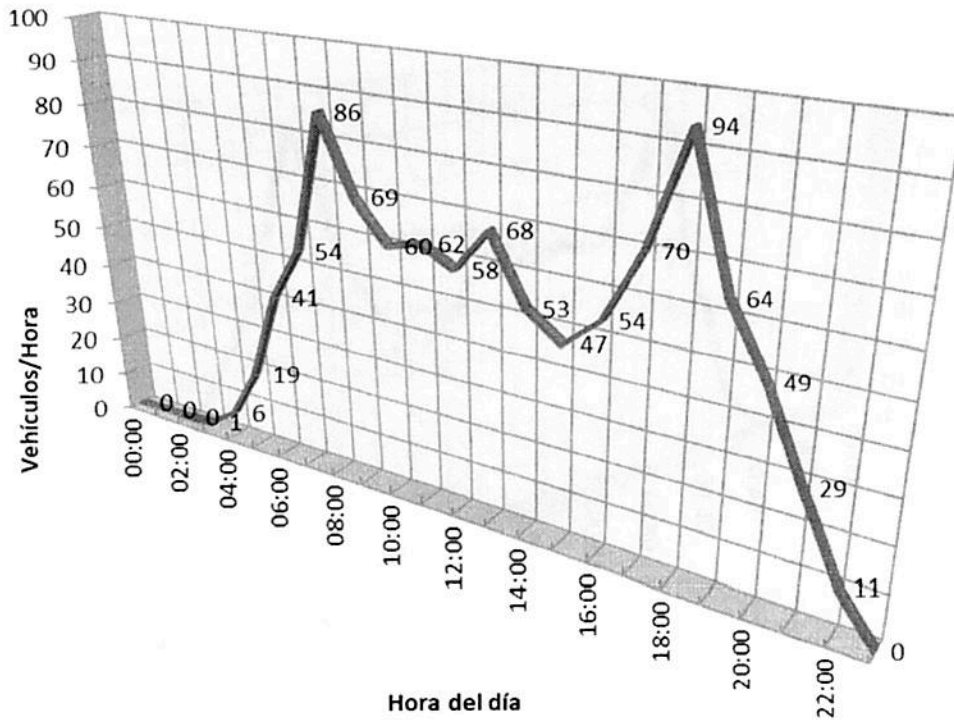


Figura 11

Grafica de Vehículos/Hora de día viernes.



Tabla 12

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Sábado)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Sábado 13/02/2021	Total de Vehículos	1009

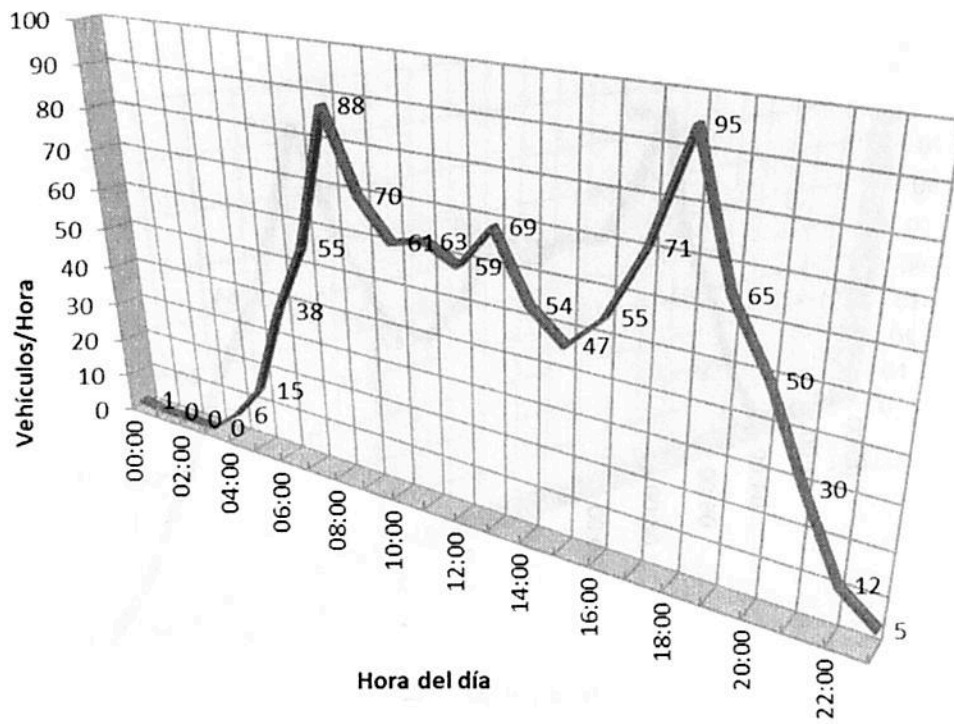


Figura 12

Grafica de Vehículos/Hora de día sábado.

Tabla 13

TPDS de Sentido 1, Norte hacia Sur (Día Domingo)

Variación de tránsito diario

Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños

Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Norte - Sur	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Domingo 14/02/2021	Total de Vehículos	977

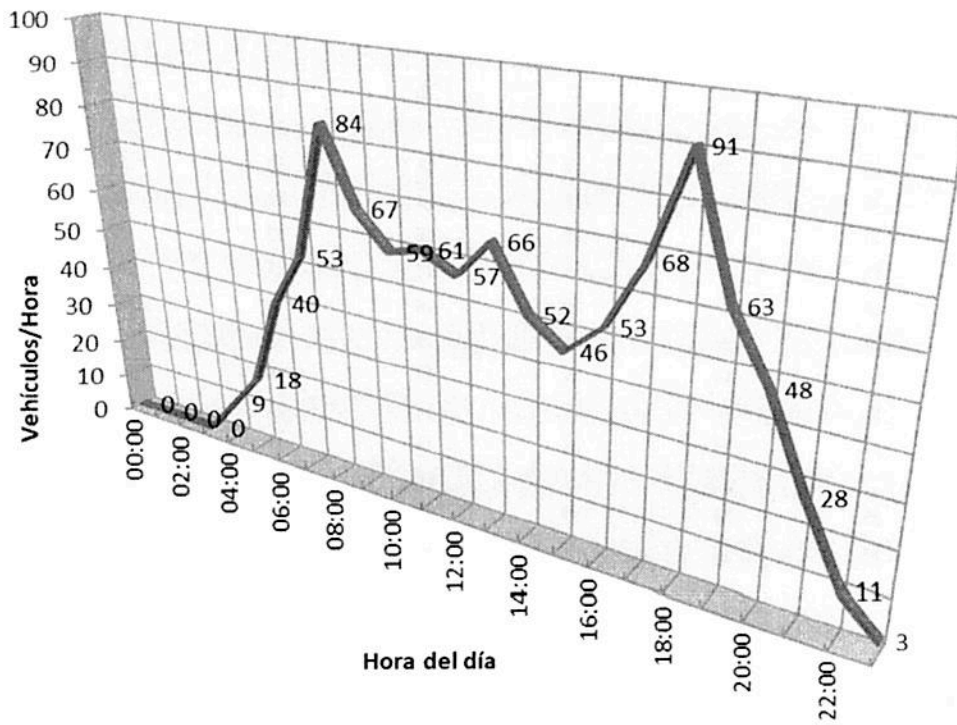


Figura 13

Grafica de Vehículos/Hora de día domingo.

**Tabla 14**

**TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte**

TPDS							
Variación de tránsito diario							
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños							
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico						
Avenida	Libramiento						
Tramo	Km 0+000						
Sentido	Sur - Norte			Pavimento		Regular - Seco	
Fecha de inicio	08/02/2021						
Hora	Lunes 08/02/2021	Martes 09/02/2021	Miércoles 10/02/2021	Jueves 11/02/2021	Viernes 12/02/2021	Sábado 13/02/2021	Domingo 14/02/2021
00.00	0	0	0	0	0	0	0
01.00	0	0	0	0	0	0	0
02.00	0	0	0	0	0	0	0
03.00	0	0	0	0	0	0	0
04.00	1	0	2	1	1	0	2
05.00	3	5	5	4	5	3	6
06.00	11	10	11	10	11	12	11
07.00	20	18	19	17	20	20	19
08.00	18	16	17	15	18	18	17
09.00	16	14	15	13	16	16	15
10.00	11	10	11	10	11	12	11
11.00	13	12	13	11	14	14	13
12.00	19	17	18	16	19	19	18
13.00	22	20	21	18	22	22	21
14.00	16	14	15	13	16	16	15
15.00	11	10	11	10	11	12	11
16.00	17	15	16	14	17	17	16
17.00	23	21	22	19	23	23	22
18.00	26	24	25	22	26	26	25
19.00	16	14	15	13	16	16	15
20.00	8	6	7	7	5	8	6
21.00	3	0	1	3	2	1	0
22.00	0	0	0	0	0	0	0
23.00	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	254	226	244	216	253	255	243
<b>TPDS</b>	<b>241</b>						



Tabla 15

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Lunes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Lunes 08/02/2021	Total de Vehículos	254

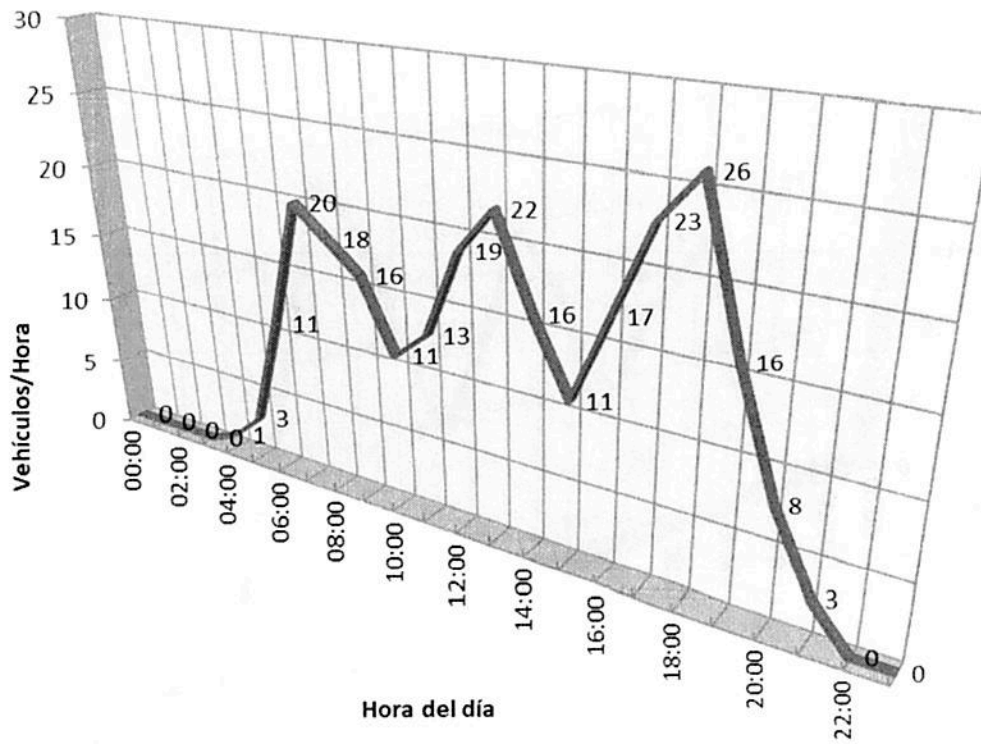


Figura 14

Grafica de Vehículos/Hora de día lunes.

Tabla 16

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Martes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Martes 09/02/2021	Total de Vehículos	226

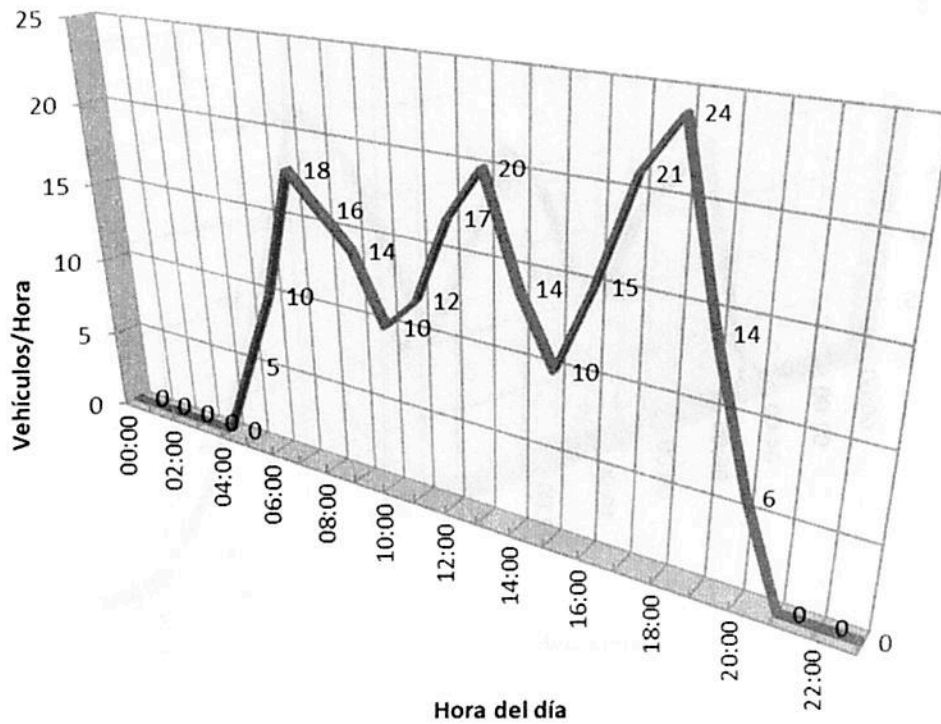


Figura 15

Grafica de Vehículos/Hora de día martes.

Tabla 17

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Miércoles)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Miércoles 10/02/2021	Total de Vehículos	244

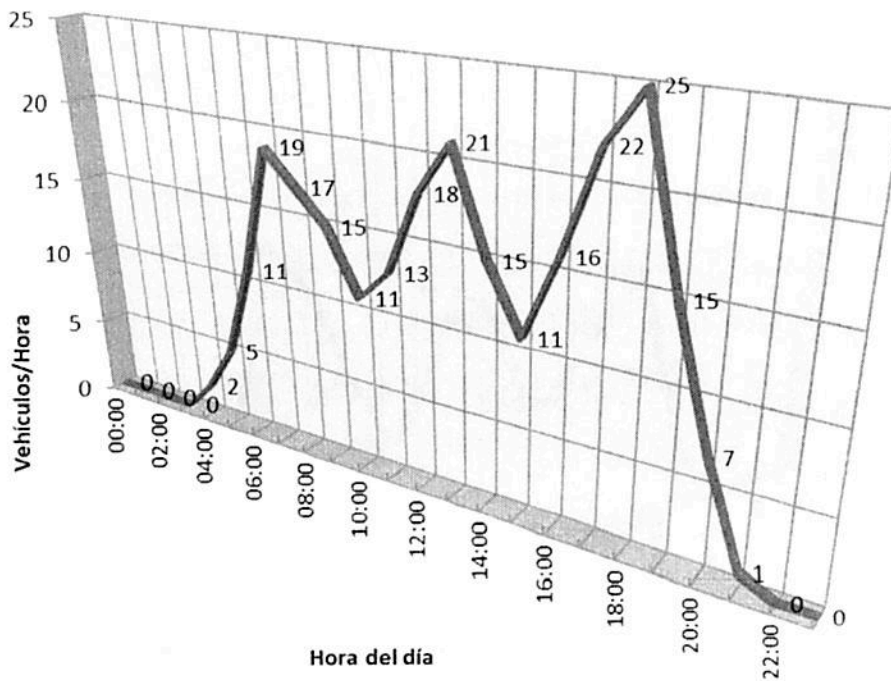


Figura 16

Grafica de Vehículos/Hora de día miércoles.



Tabla 18

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Jueves)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Jueves 11/02/2021	Total de Vehículos	216

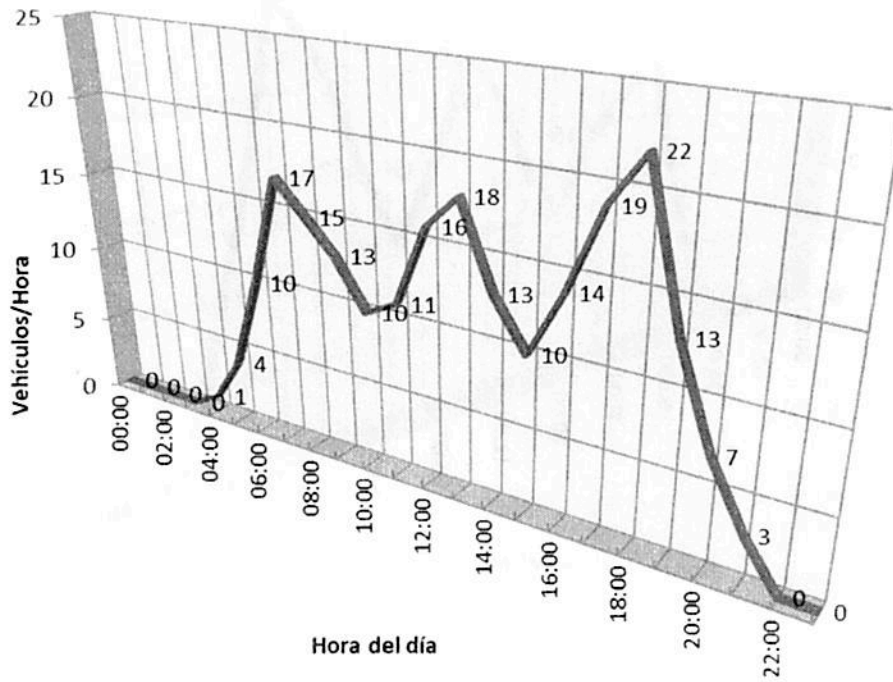


Figura 17

Grafica de Vehículos/Hora de día jueves.

Tabla 19

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Viernes)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Viernes 12/02/2021	Total de Vehículos	253

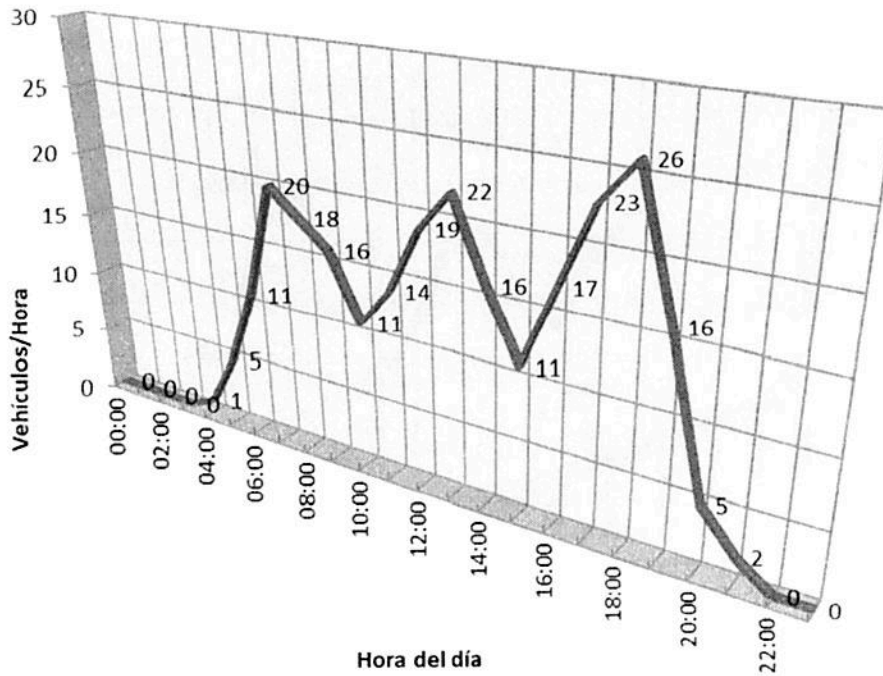


Figura 18

Grafica de Vehículos/Hora de día viernes.

Tabla 20

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Sábado)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Sábado 13/02/2021	Total de Vehículos	255

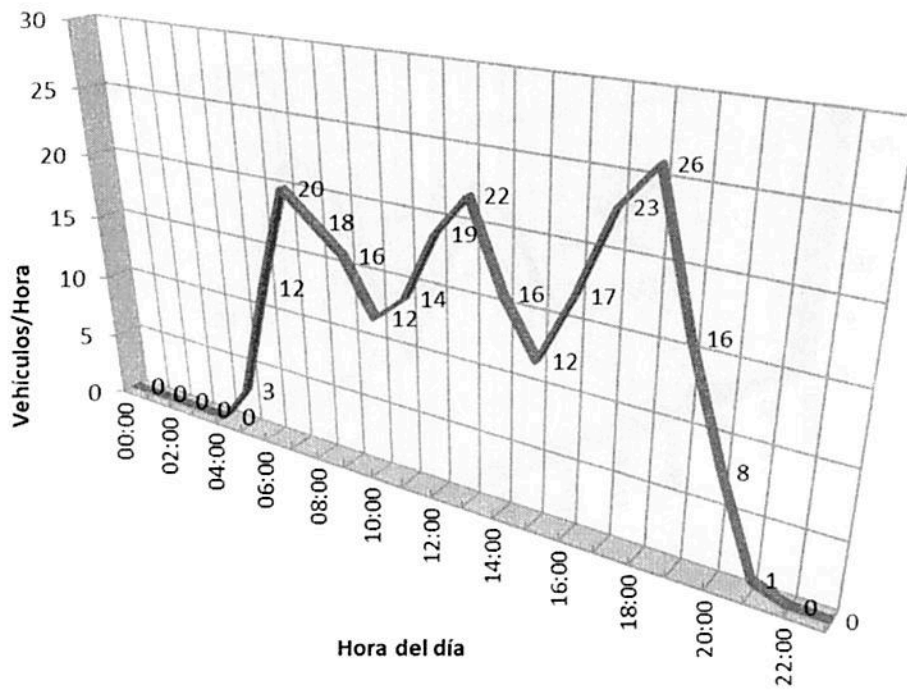


Figura 19

Grafica de Vehículos/Hora de día sábado.



Tabla 21

TPDS de Sentido 2, Sur hacia Norte (Día Domingo)

Variación de tránsito diario			
Libramiento en Comunidad de la Concepción de los Baños			
Municipio	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		
Avenida	Libramiento		
Tramo	Km 0+000		
Sentido	Sur - Norte	Pavimento	Regular - Seco
Fecha	Domingo 14/02/2021	Total de Vehículos	243

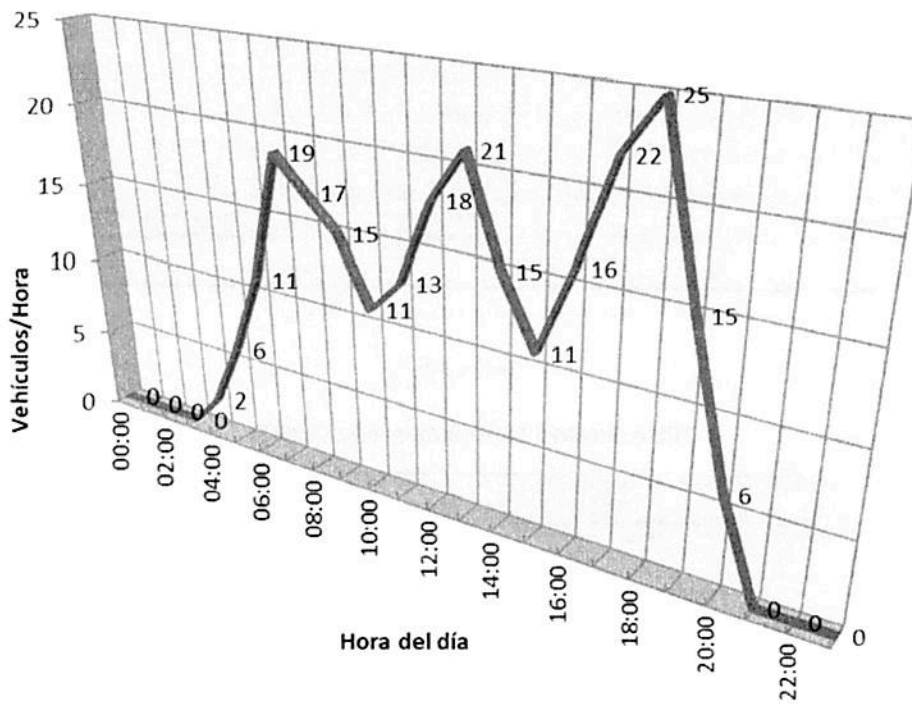


Figura 20

Grafica de Vehículos/Hora de día domingo.

## 7.- TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) de Libramiento

A continuación, se muestran las tablas con los TPDA del punto aforado frente al desarrollo sobre el Libramiento:

Tabla 22

### TPDA Sentido 1, Libramiento km 0+000

MUNICIPIO:	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		FECHA:	15-feb-21
LUGAR:	Libramiento, km 0+000		PERIODO:	08/02/2021 A: 14/02/2021
SENTIDO DE CIRCULACION:	Norte - Sur		PAVIMENTO:	Regular y Seco
ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado			

El análisis de volúmenes de tránsito, de la media poblacional o tránsito promedio diario anual, TPDA, se estima con base en la media muestral o tránsito promedio diario semanal, TPDS, según la siguiente expresión:  $TPDA = TPDS + A$   
 DONDE A= Máxima diferencia entre TPDA y EL TPDS

DATOS REQUERIDOS

VEHICULOS	VALOR DE K= Nivel de confiabilidad		DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL S
989			
906			
961	Confiabilidad	Valor (k)	S= 55
856	90%	1.64	
995	95%	1.96	DESVIACION ESTANDAR POBLACIONAL ESTIMADA, t*
1009			t*= 21
977			
956			

EL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL TPDA

DE CONFIABILIDAD DEL 95% K= 1.96

A= 41

VALOR MAXIMO Y MINIMO QUE PUEDE TOMAR EL TPDA

TPDA (MAXIMO)=	997 Vehiculos mixtos/día
TPDA(MINIMO)	915 Vehiculos mixtos/día

Tabla 23

### TPDA Sentido 2, Libramiento km 0+000

MUNICIPIO:	Ixtlahuaca, Edo. de Mexico		FECHA:	15-feb-21
LUGAR:	Libramiento, km 0+000		PERIODO:	08/02/2021 A: 14/02/2021
SENTIDO DE CIRCULACION:	Norte - Sur		PAVIMENTO:	Regular y Seco
ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado			

El análisis de volúmenes de tránsito, de la media poblacional o tránsito promedio diario anual, TPDA, se estima con base en la media muestral o tránsito promedio diario semanal, TPDS, según la siguiente expresión:  $TPDA = TPDS + A$   
 DONDE A= Máxima diferencia entre TPDA y EL TPDS

DATOS REQUERIDOS

FECHA	VEHICULOS	VALOR DE K= Nivel de confiabilidad		DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL S
08/02/2021	254			
09/02/2021	226			
10/02/2021	244	Confiabilidad	Valor (k)	S= 15
11/02/2021	216	90%	1.64	
12/02/2021	253	95%	1.96	DESVIACION ESTANDAR POBLACIONAL ESTIMADA, t*
13/02/2021	255			t*= 6
14/02/2021	243			
TPDS=	241			

INTERVALOS DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL TPDA

PARA UN NIVEL DE CONFIABILIDAD DEL 95% K= 1.96

A= 11

VALOR MAXIMO Y MINIMO QUE PUEDE TOMAR EL TPDA

TPDA (MAXIMO)=	252 Vehiculos mixtos/día
TPDA(MINIMO)	230 Vehiculos mixtos/día

## 8.- Análisis de Capacidad (Situación Actual).

La capacidad de una red vial refleja su disponibilidad para acomodar un flujo vehicular y se define como el índice máximo horario de vehículos que pueden pasar con seguridad y cómodamente por un punto o por una sección de un carril, durante un período determinado de tiempo, bajo ciertas condiciones. También nos proporciona un medio para estimar la cantidad máxima de tránsito que puede mantenerse sin que se deteriore su calidad operacional.

Para el análisis de la operación actual de las intersecciones correspondientes al área de influencia del desarrollo, se utilizó el paquete computacional Synchro 6, empleando la metodología, parámetros y criterios del "Highway Capacity Manual 2000" y del "Intersection Capacity Utilization 2,000", este último dirigido específicamente al Estudio del Impacto Vial, Diseño de Caminos y Manejo del Congestionamiento Vial.

El método ICU se utiliza para el cálculo de los niveles de servicio de las intersecciones, este método realiza una sumatoria de los volúmenes de los movimientos críticos hasta llegar a un rango de saturación. El resultado que arroja el método ICU es el porcentaje de la capacidad en que opera la intersección, este porcentaje puede ser mayor al 100%, lo cual indicaría una sobresaturación de la intersección. Los niveles de servicio propuestos por el ICU varían a los del HCM, estos están de acuerdo al porcentaje antes señalado y pueden variar de la A (<60%) hasta la H (>120%).

A continuación, se muestra una tabla con los valores en los puntos aforados con la situación actual de la zona en estudio:

**Tabla 24**

**Situación actual**

Localización	Situación Actual					
	Turno Matutino			Turno Vespertino		
	N.S.	Demora	V/C	N.S.	Demora	V/C
Libramiento con calle 32C	A *	1.0	0.05	A *	0.06	0.4

\*Valores tomados de ICU % (Intersection Capacity Utilization)



En la intersección del Libramiento con la calle 32C se encuentra actualmente con demoras bajas y un nivel de servicio de "A" en ambos turnos.

A continuación, se anexa el cálculo de los análisis de capacidad para cada una de las intersecciones de la zona de influencia (Ver las siguientes tablas).

**Tabla 25, Resultados situación actual turno matutino**

Estudio de Transito		Libramiento con calle 32 C					
Turno Matutino		Situación Actual					
		↙	↘	↑	↗	↖	↓
Lane Group		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑		↑			↑
Ideal Flow (vphpl)		1900	1900	1900	1900	1900	1900
Turning Speed (k/h)		25	15		15	25	
Lane Util. Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt				0.988			
Fit Protected	0.950						
Satd. Flow (prot)		1805	0	1552	0	0	1776
Fit Permitted	0.950						
Satd. Flow (perm)		1805	0	1552	0	0	1776
Headway Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Link Speed (k/h)		50		50			50
Link Distance (m)		63.8		74.4			55.3
Travel Time (s)		4.6		5.4			4.0
Volume (vph)		12	0	17	2	0	83
Peak Hour Factor		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)		0%	0%	23%	0%	0%	7%
Adj. Flow (vph)		13	0	18	2	0	90
Lane Group Flow (vph)		13	0	20	0	0	90
Sign Control		Stop		Free			Free
<b>Intersection Summary</b>							
Area Type		Other					
Control Type		Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization		14.4%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)		15					

**Tabla 26, Resultados situación actual turno vespertino**

Estudio de Transito		Libramiento con Calle 32 C					
Turno Vespertino		Situación Actual					
		↙	↘	↑	↗	↖	↓
Lane Group		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑		↑			↑
Ideal Flow (vphpl)		1900	1900	1900	1900	1900	1900
Turning Speed (k/h)		25	15		15	25	
Lane Util. Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt				0.955			
Fit Protected	0.950						
Satd. Flow (prot)		1805	0	1509	0	0	1810
Fit Permitted	0.950						
Satd. Flow (perm)		1805	0	1509	0	0	1810
Headway Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Link Speed (k/h)		50		50			50
Link Distance (m)		63.8		74.4			55.3
Travel Time (s)		4.6		5.4			4.0
Volume (vph)		6	0	22	3	0	93
Peak Hour Factor		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)		0%	0%	27%	0%	0%	5%
Adj. Flow (vph)		7	0	24	3	0	101
Lane Group Flow (vph)		7	0	27	0	0	101
Sign Control		Stop		Free			Free
<b>Intersection Summary</b>							
Area Type		Other					
Control Type		Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization		14.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)		15					

## Diagnóstico General

Con la puesta en operación de la continuación de la construcción del Boulevard en la comunidad de la Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77 el incremento de los volúmenes vehiculares que transitarán por la zona de influencia serán bajos en vehículos generados en hora de máxima demanda la cual ocurrirá en el turno **VESPERTINO**. Según las características del proyecto a realizar, cabe mencionar que en la actualidad la zona de influencia presenta niveles operacionales con demoras de 1 y 0.06 seg. en el turno matutino y vespertino respectivamente, donde los volúmenes vehiculares que llegan NO sobrepasan la capacidad vial.

Contemplando las características del proyecto los carriles actuales satisfacen el incremento por el volumen vehicular generado que sería en el turno vespertino la hora de máxima demanda.

En este estudio, se presenta el escenario más crítico cuando el proyecto esté a su máxima capacidad de utilizado en la proyección a 5 años contemplando el crecimiento vehicular del 26.78% anual. Para proponer la tasa de crecimiento se utilizó el estudio de los vehículos de carga que estima las tasas de crecimiento recopilando la información de tránsito del periodo 2016-2020, para los tramos definidos en el estudio y en de cada tramo obtener una ecuación ajustada por el método de regresión lineal. Para tal efecto, se utilizaron los aforos históricos de los Datos Viales publicados por la SCT en la carretera estatal libre Toluca- Atlacomulco, de donde se determinaron tasas de crecimiento de 26.78%.

Sin presentarse cambios de uso del suelo significativos (Habitacional, Servicios, etc.) de los alrededores NO afectará las condiciones operacionales y nivel de servicio de la zona de Influencia, ya contemplando el desarrollo en cuestión las condiciones actuales persistirán a nivel operacional; inclusive mejorarían implementando las recomendaciones sugeridas más adelante.

A continuación, se muestra una tabla con los valores en los puntos aforados con la situación futura de la zona en estudio:

**Tabla 27**

**Situación actual**

Localización	Situación con Proyecto					
	Turno Matutino			Turno Vespertino		
	N.S.	Demora (Seg)	V/C	N.S.	Demora (Seg)	V/C
Libramiento con calle 32C	A *	1.1	0.16	A *	0.5	0.18

\*Valores tomados de ICU % (Intersection Capacity Utilization)



A continuación, se anexa el cálculo de los análisis de capacidad para cada una de las intersecciones de la zona de influencia (Ver las siguientes tablas).

**Tabla 28, Resultados situación futura turno matutino**

Estudio de Transito		Libramiento con calle 32 C					
Turno Matutino		Situación Futuro					
		↙	↘	↑	↗	↖	↓
Lane Group		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑		↑			↑
Ideal Flow (vphpl)		1900	1900	1900	1900	1900	1900
Turning Speed (k/h)		25	15		15	25	
Lane Util. Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt				0.985			
Flt Protected	0.950						
Satd. Flow (prot)		1805	0	1554	0	0	1776
Flt Permitted	0.950						
Satd. Flow (perm)		1805	0	1554	0	0	1776
Headway Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Link Speed (k/h)		50		50		50	
Link Distance (m)		63.8		74.4		55.3	
Travel Time (s)		4.6		5.4		4.0	
Volume (vph)		36	0	51	6	0	249
Peak Hour Factor		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)		0%	0%	23%	0%	0%	7%
Adj. Flow (vph)		39	0	55	7	0	271
Lane Group Flow (vph)		39	0	62	0	0	271
Sign Control		Stop		Free			Free
<b>Intersection Summary</b>							
Area Type:		Other					
Control Type:		Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization		23.1%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)		15					

**Tabla 29, Resultados situación futura turno vespertino**

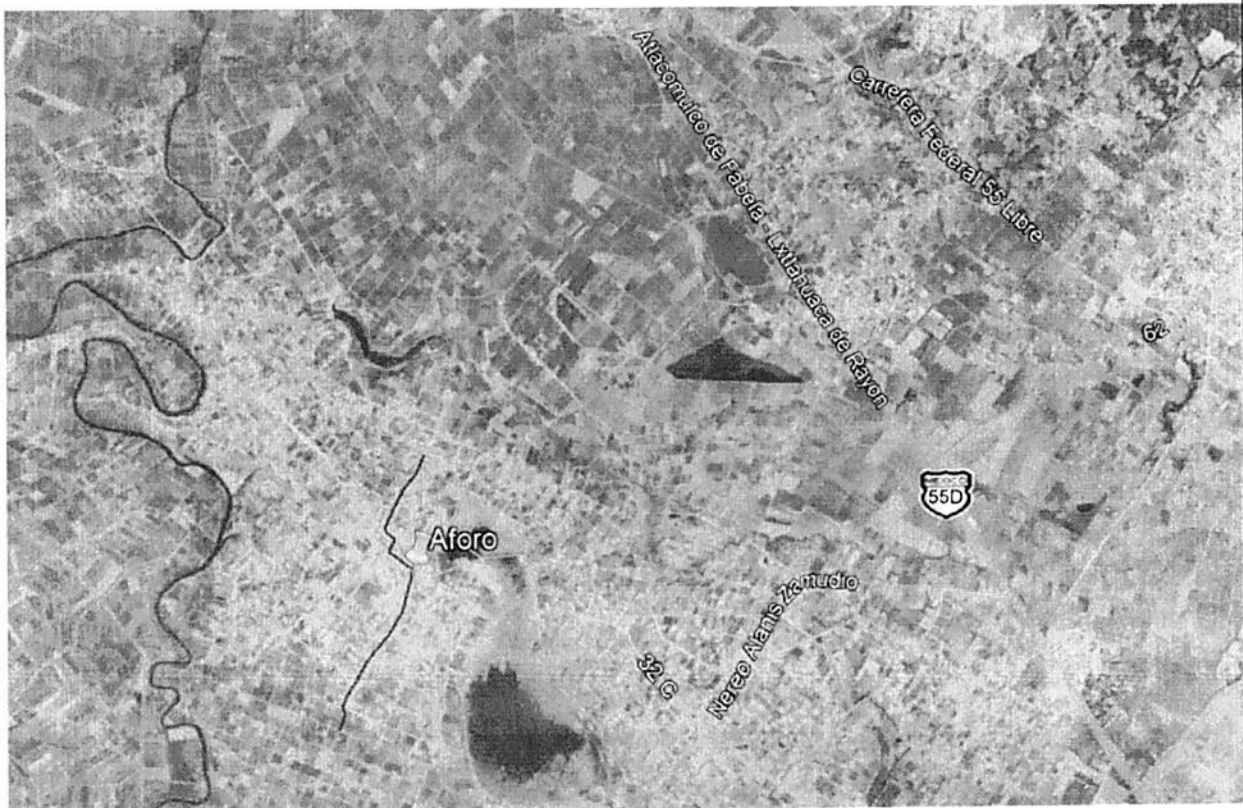
Estudio de Transito		Libramiento con Calle 32 C					
Turno Vespertino		Situación Futuro					
		↙	↘	↑	↗	↖	↓
Lane Group		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑		↑			↑
Ideal Flow (vphpl)		1900	1900	1900	1900	1900	1900
Turning Speed (k/h)		25	15		15	25	
Lane Util. Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt				0.984			
Flt Protected	0.950						
Satd. Flow (prot)		1805	0	1511	0	0	1810
Flt Permitted	0.950						
Satd. Flow (perm)		1805	0	1511	0	0	1810
Headway Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Link Speed (k/h)		50		50		50	
Link Distance (m)		63.8		74.4		55.3	
Travel Time (s)		4.6		5.4		4.0	
Volume (vph)		18	0	66	9	0	279
Peak Hour Factor		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)		0%	0%	27%	0%	0%	5%
Adj. Flow (vph)		20	0	72	10	0	303
Lane Group Flow (vph)		20	0	82	0	0	303
Sign Control		Stop		Free			Free
<b>Intersection Summary</b>							
Area Type:		Other					
Control Type:		Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization		24.7%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)		15					



## 10.- Conclusiones y Recomendaciones

El volumen de vehículos que circulan en el área de influencia del proyecto sobre el Libramiento, el cual se aforó los días 08 al 14 de febrero del 2021, cubriendo los tres periodos de máxima demanda de un día y sacando de cada una de ellas la hora de máxima demanda (Hora Pico); dónde se definió como el horario de máxima demanda vehicular de **17:45 – 18:45 hrs.** arrojando el máximo valor en toda la zona de estudio del proyecto en cuestión, el cual muestra en las zonas analizadas que tiene poco flujo vehicular actualmente.

A continuación, se muestra la imagen con la ubicación de los puntos aforados en el área de influencia del punto en estudio:



**Figura 21**

Ubicación de punto aforado.

Fuente: Google Earth, Imagen Satelital.

Con la terminación de la construcción del Boulevard en la Comunidad de la Concepción de los Baños, no afectará los niveles de servicio ya estando en operación y se mantendrán los niveles de servicio.

El libramiento cuenta con un TPDA de Norte a Sur de 997 Vehículos mixtos/día y de Sur a Norte de 252 Vehículos mixtos/día. A continuación, se muestra la tabla del TPDA y su clasificación vehicular para el diseño de pavimentos:

TPDA = 1,249 Veh/día	
91.1	A-2
3.2	B-2
0	C-2
5.7	C-3
0	T3-S2
0	T3-S3
0	T3-S2-R4

Actualmente no cuenta con problemas de altas demoras en ambos turnos y con la puesta en operación del desarrollo en cuestión no generará problemas viales en la zona en estudio.

El volumen de tránsito es de 1,249 vehículos diarios, el cual se considera adecuado ya que de conformidad al criterio recomendado por el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147<sup>6</sup>, en la que señala que “un camino rural con tránsito diario mayor a los 100 vehículos deberá considerarse para ser modernizado, con una composición vehicular de 91.0% automóviles, 3.4% autobuses y 5.6 camiones%.

La tasa de crecimiento media anual del tránsito (TCMA en %) mide el incremento que sufre el tránsito anualmente; la forma de calcular el tránsito incrementado es la siguiente:

$$[(TDPA)]_f = [(TDPA)]_i (1 + TCMA/100)^n$$

Donde:

$[(TDPA)]_f$  = tránsito diario promedio anual al final del periodo

$[(TDPA)]_i$  = tránsito diario promedio anual al inicio del periodo de análisis

TCMA = tasa de crecimiento media anual del tránsito, en %

n= periodo de análisis, en años

Para proponer la tasa de crecimiento se utilizó el estudio de los vehículos ligeros que estima las tasas de crecimiento con el siguiente procedimiento:

-Recopilar la información de tránsito del periodo 2016-2020, para los tramos definidos en el estudio y en de cada tramo obtener una ecuación ajustada por el método de regresión lineal. Para tal efecto, se utilizaron los aforos históricos de los Datos Viales publicados por la SCT en la carretera estatal libre Toluca- Atlacomulco, de donde se determinaron tasas de crecimiento de 26.78%.

-A continuación, el estudio de referencia toma en cuenta al Producto Interno Bruto (PIB) como una variable económica y pronostica que, a partir de 2020, el PIB tendría un crecimiento

<sup>6</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000



gradual de entre el 1 y 2% al 2024. Con un modelo de correlación entre PIB y tránsito, se extrapolan las tasas de crecimiento futuras para cada rango de tránsito. Con base en lo anterior y derivado del comportamiento presentado entre el periodo 2014-2017, se eligió una tasa histórica y conservadora del 2.0%.

### d) Interacción de la Oferta-Demanda

Considerando un volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios, el camino **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** beneficiará a 7,207 habitantes, a los cuales se les dificulta la conectividad, circulación y traslado de mercancías, víveres y personas con las poblaciones aledañas, viéndose afectada de manera importante la calidad de vida de los habitantes de la región. En los **3.0 Kms.** de longitud de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** no se presentan variaciones con respecto a la oferta y demanda, ya que dicho tramo presenta situaciones similares de operación.

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 2.0%, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no llevar a cabo el proyecto. De este análisis se observa que el camino en el tramo **del km 0+000 al km 2+998.77**, cuenta con un **nivel de servicio tipo "E"** a lo largo del horizonte de evaluación, por lo que el nivel de servicio se encuentra deteriorado desde el año "0" (El nivel de servicio de la está basado del "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Segunda edición, SCT, México 2018", considerando las condiciones establecidas por las características físicas de la y la velocidad durante el recorrido como los factores principales para identificar el nivel de servicio).

#### Nivel de Servicio

Situación actual				Situación actual			
Año		TDPA	Nivel de servicio	Año		TDPA	Nivel de servicio
0	2022	1,249	E	16	2038	1,715	E
1	2023	1,274	E	17	2039	1,749	E
2	2024	1,299	E	18	2040	1,784	E
3	2025	1,325	E	19	2041	1,820	E
4	2026	1,352	E	20	2042	1,856	E
5	2027	1,379	E	21	2043	1,893	E
6	2028	1,407	E	22	2044	1,931	E
7	2029	1,435	E	23	2045	1,970	E
8	2030	1,464	E	24	2046	2,009	E
9	2031	1,493	E	25	2047	2,049	E
10	2032	1,523	E	26	2048	2,090	E
11	2033	1,553	E	27	2049	2,132	E
12	2034	1,584	E	28	2050	2,175	E



13	2035	1,616	E	29	2051	2,219	E
14	2036	1,648	E	30	2052	2,263	E
15	2037	1,681	E				

### III. Situación sin el PPI

El camino **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**, se cataloga como un camino rural el cual de acuerdo a sus características geométricas se clasifica como un **camino tipo "D"** con nivel de **servicio "E"** a nivel de carpeta asfáltica y revestimiento en muy malas condiciones, con un ancho de corona de **14.0 m.**, una pendiente máxima del **13%** y un grado máximo de curvatura de **30°**, características que aunadas a que el camino se localiza en una zona de tipo **plano** y existe una conjunción de clima **cálido seco**, **los meses más calurosos son mayo, junio, julio y agosto**; **el régimen de lluvias se presentan en los meses de abril, mayo, septiembre y octubre**<sup>7</sup>. La problemática se presenta en gran parte por la presencia de baches y ondulaciones en la superficie de la a lo largo del tramo que va **del km 0+000 al km 2+998.77**; en temporadas de lluvias estas se van agravando y surgiendo más a lo largo de la ruta de la, 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 y al terreno de tipo **plano** en el que se encuentra ubicado el proyecto. Las condiciones físicas de la 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.

#### a) Optimizaciones

En caso de que el proyecto no se lleve a cabo, se propone la aplicación de un programa de bajo costo, orientado a efectuar labores de mantenimiento a la capa de revestimiento, debiéndose llevar a cabo cada vez que se presenten lluvias, lo cual no es factible por la falta de recursos y personal que sería necesario mantener en este camino. Mejorar el alineamiento vertical y horizontal lo cual de igual manera representa costos considerables, haciendo además totalmente incosteable la inversión que se tendría que realizar año con año. Así mismo, con estas acciones se esperaría incrementar de manera poco significativa las velocidades de operación debido a las malas condiciones en las que se volvería a encontrar la superficie de rodamiento cada año.

El costo de la optimización la cual consiste en el mantenimiento al camino rural sería de **\$418,800.00** anualmente.

Concepto	Situación Actual	Situación Optimizada (Situación sin Proyecto)
<b>Tareas por Realizar</b>		
Mantenimiento Mejorar el	No	Sí

<sup>7</sup> <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM19nuevoleon/index.html>



Alineamiento Vertical y Horizontal		
<b>Parámetros que Cambian</b>		
Velocidad (Km/hr)	20	20
Tiempo Estimado (min)	9	9
<b>Inversión Anual</b>		
Mantenimiento		<b>\$418,800.00</b>

El mantenimiento anual se puede considerar como medida de optimización para un camino rural al tener en cuenta que éste no ha presentado una previa modernización.

Aunado a lo anterior el programa de Conservación y Reconstrucción de Caminos Rurales y Alimentadores que ejecuta la SCT, no tiene los alcances para atender al 100% el paquete de caminos rurales en conservación. Con base en los reportes presentados en 2019 por parte de los Centros SCT, donde reportan una longitud total de 3,360.45 Km de caminos rurales, que a nivel nacional la SCT registra dentro del Programa de Conservación y Reconstrucción de los cuales 3,344.75 Km se encuentran a nivel de revestimiento y 15.70 Km a nivel de terracería; considerando los datos de 2019 (conservación de Caminos Rurales y Alimentadores), no es garantía que la obra sea atendida con cargo al paquete de conservación, por tal motivo la conservación se propone en caso de no realizar el PPI, lo cual es una opción que mitiga las condiciones actuales de la superficie de rodamiento a corto plazo y con lo cual no se resuelve la problemática

Dado que se trata de brindar medidas de optimización en un camino rural con características similares a lo largo de sus **3.0 Km. de longitud**; la velocidad de **20 Km/hr.**, es el resultado de la implementación de las medidas de optimización, la cual no se considera adecuado, dado que el usuario que transita por este **camino busca continuidad, comodidad, seguridad y rapidez en su viaje**, lo cual no se logra con la situación optimizada, ya que en temporada de lluvias el camino se ve afectado gravemente por el exceso de agua en la superficie rodamiento, ondulaciones, etc. Con la superficie a nivel de revestimiento se continuarán manteniendo los elevados tiempos de recorrido, altos costos de operación vehicular, bloqueos intermitentes en temporada de lluvias y mayor ocurrencia de accidentes. Las medidas de optimización no aseguran resolver el problema de aislamiento de estas localidades rurales; representa una medida de optimización inconveniente ya que año con año se acrecentaría las problemáticas generando costos sociales y económicos a la población de la zona.

## **b) Análisis de la Oferta**

La oferta está integrada por el camino rural **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo 3.0**, el cual opera como un **Camino Tipo "D"**, con **14.0 m de ancho de corona a nivel de revestimiento con 4 carriles de circulación los cuales funcionan como ida y vuelta**. La siguiente tabla muestra las características de la ruta actual.

### ***Ruta Situación Optimizada.***

**Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, del km 0+000 al km 2+998.77**



Concepto	Situación Sin Proyecto
Tipo de Camino	"D"
Superficie de Rodamiento	Terracería y Pavimento
Longitud (Km.)	3.0
Estado Físico	malo
Ancho de Corona (m)	14.0
Ancho de Calzada (m)	14.0
Número de Carriles	4
Acotamientos	No
Velocidad de Operación (Km/hr)	20*
Tiempo de Recorrido (min.)	9
TDPA	1,249
Tipo de Terreno	plano
IRI	10.0

\*Velocidad de los vehículos tipo "A" de la situación sin proyecto, en el primer año del horizonte de evaluación. Para un mayor análisis por tipo de vehículo a lo largo del horizonte de evaluación, ver hoja de "VELOCIDADES" de la Matriz de evaluación anexa.

### c) Análisis de la demanda

La demanda la constituye los usuarios que utilizan este camino para trasladarse desde un origen a un destino como enlace directo entre las localidades de **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños**.

#### Población Usaria

Localidad	Población (hab.)*	Grado de marginación de la Localidad 2010	Municipio	Grado de marginación del Municipio 2010
Concepción de los Baños	7,207	Alto	Ixtlahuaca	Medio
<b>Beneficiarios Directos</b>	<b>7,207</b>			

\*<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/>

El camino presenta un **volumen de tránsito de 1,249** vehículos diarios, el volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios se considera adecuado para ser un proyecto modernizado de acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147, con una **composición vehicular de 91.1% automóviles, 3.2% autobuses y 5.7% camiones**. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 2.0% anual.

### d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Considerando un volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios y con las medidas de optimización a la capa de **Pavimento de la rural**, beneficiará a **7207 habitantes de forma directa**. El mantenimiento hará que el estado físico del terreno mejore marginalmente y la velocidad aumente de **20 km/hr a 25 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 2.0%, para conocer la problemática que se presentara al llevar a cabo la optimización año con año. De este análisis se observa que el **camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**; cuenta con un nivel de servicio "D" a lo largo del horizonte de evaluación debido a que solo se realizaron medidas de optimización, sin embargo el diseño geométrico continua con un ancho de calzada de **14.0 m.** en malas condiciones, con dos carriles de circulación que fungen como ida y vuelta (**El nivel de servicio de la está basado del "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Cuarta Reimpresión, SCT, México 1991", considerando las condiciones establecidas por las características físicas de la y la velocidad durante el recorrido como los factores principales para identificar el nivel de servicio**).

### Nivel de Servicio

Situación actual			Situación actual				
Año	TDPA	Nivel de servicio	Año	TDPA	Nivel de servicio		
0	2022	1,249	D	16	2038	1,715	D
1	2023	1,274	D	17	2039	1,749	D
2	2024	1,299	D	18	2040	1,784	D
3	2025	1,325	D	19	2041	1,820	D
4	2026	1,352	D	20	2042	1,856	D
5	2027	1,379	D	21	2043	1,893	D
6	2028	1,407	D	22	2044	1,931	D
7	2029	1,435	D	23	2045	1,970	D
8	2030	1,464	D	24	2046	2,009	D
9	2031	1,493	D	25	2047	2,049	D
10	2032	1,523	D	26	2048	2,090	D
11	2033	1,553	D	27	2049	2,132	D
12	2034	1,584	D	28	2050	2,175	D
13	2035	1,616	D	29	2051	2,219	D
14	2036	1,648	D	30	2052	2,263	D
15	2037	1,681	D				

### Costos de Operación Vehicular (COV).

Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77			
TRAMO	COV\$/Km.		
	A	B	C
del km 0+000 al km 2+998.77.	7.42	21.86	14.39

\*Para ver el total del horizonte del proyecto consultar memoria de cálculo.



Los Costos Generalizados de Viaje de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** son los siguientes:

Sin Proyecto				
Ruta Actual				
CGV	Costos de Operación	Tiempo de Recorrido	Conservación	Total
	\$11,325,020.44	\$13,865,720.14	\$418,800.00	\$25,609,540.58

\*Ver detalle en la hoja "Costos Totales" del libro de Excel anexa, o en el anexo A.

### e) Alternativas de solución

A fin de dar solución a la problemática existente se procedió a realizar un listado de posibles soluciones, las cuales fueron analizadas para confirmar su viabilidad técnica, que solucionaran el problema, su viabilidad económica. Se analizaron 2 alternativas viables que resuelven la problemática.

Ambas alternativas tienen las mismas características de sección, sin embargo, difieren en el pavimento.

**Alternativa 1:** Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77 de 14.0 metros de corona para alojar 4 carriles de circulación de 3.5 metros cada uno con una longitud total de 3.0 Kms., con carpeta asfáltica.

**Alternativa 2:** Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77 de 14.0 metros de corona para alojar 4 carriles de circulación de 3.5 metros cada uno con una longitud total de 3.0 Kms., con concreto hidráulico.

COSTO ANUAL EQUIVALENTE (CAE)	
Alternativas del proyecto	

\* los costos de inversion NO incluyen IVA

AÑO	Proyecto (Concreto hidraulico)					
	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	MOLESTIAS	TOTAL	VPC	CAE
0	56,034,115		0	56,034,115	56,034,115	
1		372,000		372,000	338,182	
2		372,000		372,000	307,438	
3		372,000		372,000	279,489	
4		372,000		372,000	254,081	
5		1,800,000		1,800,000	1,117,658	
6		372,000		372,000	209,984	
7		372,000		372,000	190,895	



8	372,000	372,000	173,541
9	372,000	372,000	157,764
10	9,900,000	9,900,000	3,816,879
11	372,000	372,000	130,384
12	372,000	372,000	118,531
13	372,000	372,000	107,755
14	372,000	372,000	97,959
15	1,800,000	1,800,000	430,906
16	372,000	372,000	80,958
17	372,000	372,000	73,598
18	372,000	372,000	66,907
19	372,000	372,000	60,825
20	9,900,000	9,900,000	1,471,572
21	372,000	372,000	50,269
22	372,000	372,000	45,699
23	372,000	372,000	41,544
24	372,000	372,000	37,768
25	1,800,000	1,800,000	166,133
26	372,000	372,000	31,213
27	372,000	372,000	28,375
28	372,000	372,000	25,796
29	372,000	372,000	23,451
30	9,900,000	9,900,000	567,355
<b>100,062,115</b>			<b>66,537,023</b>
<b>7,058,197</b>			

Comprobación CAE con  
formula Pago  
-7,058,197

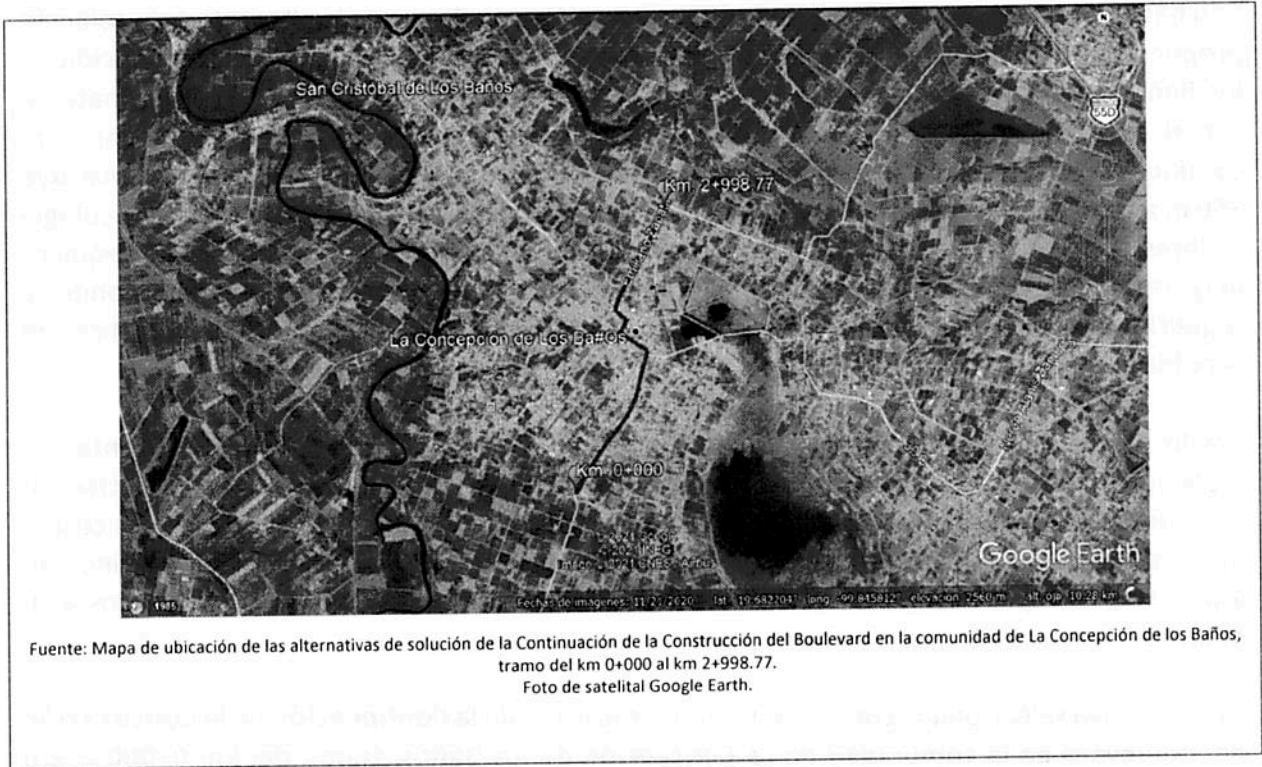
Alternativa (Pavimento Carpeta asfáltica)						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	MOLESTIAS	TOTAL	VPC	CAE
0	51,728,050		0	51,728,050	51,728,050	
1		418,800		418,800	380,727	
2		418,800		418,800	346,116	
3		418,800		418,800	314,651	
4		1,489,200		1,489,200	1,017,144	
5		418,800		418,800	260,042	
6		418,800		418,800	236,402	
7		418,800		418,800	214,911	
8		1,489,200		1,489,200	694,723	
9		418,800		418,800	177,612	
10		418,800		418,800	161,466	
11		418,800		418,800	146,787	
12		1,489,200		1,489,200	474,505	
13		418,800		418,800	121,311	
14		418,800		418,800	110,283	
15		1,489,200		1,489,200	356,503	
<b>62,291,650</b>				<b>56,741,231</b>	<b>7,459,984</b>	

Comprobación CAE con  
formula Pago  
-7,459,984

Con base a una revisión técnica, la presente evaluación concluye que la alternativa de solución propuesta para la obra de la continuación del Boulevard en la comunidad de la Concepción de los Baños hacerla en concreto hidráulico es la mejor solución considerando que el material actual es asfalto en mal estado y algunas partes terracería revestida, además para dar continuidad a la construcción siguiendo la estructura existente del mismo ya que se construyó 350 m a base de concreto hidráulico ejecutado por la Dirección de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas del Estado de México, tiene un durabilidad de hasta 30 años, no requiere mayores adecuaciones y no requiere mayor inversión a largo plazo como el asfalto donde se requerirá realizar adecuaciones por la durabilidad del material y las condiciones climáticas de la población.

Por lo tanto, esta evaluación desecha la opción de realizar un proceso de pavimentación mediante el uso de asfalto dado que esta alternativa registra mayores costos por molestias en comparación con el concreto hidráulico, los costos de inversión son más altos pero los costos de mantenimiento son más bajos, aunado esto a la petición del municipio para dar continuidad a la primera etapa, además se ve beneficiado por la vida útil que se tiene de 30 años y su mantenimiento es aún menor a largo plazo.

La alternativa seleccionada consiste en la modernización de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**; a un Camino Alimentador tipo "D" con 14.0 m., de ancho de calzada, para alojar 4 carriles de circulación de 3.5 m., de ancho cada uno (dos carriles de circulación por sentido), se elige como la mejor de las alternativas, dado que resuelve la problemática, es aceptable a largo plazo, representa una inversión menor y mejorará la comunicación de la población de **Concepción de los Baños** con la cabecera municipal, con este camino se mejorará la calidad de vida de la región en la que se ubica el proyecto, la cual es considerada de marginación media, ya que actualmente esta es la ruta que tienen estas localidades para comunicarse entre sí y permitiendo a las población ahorrar tiempo de traslado, disminución de costos vehiculares y seguridad para trasladarse a la Cabecera municipal de **Ixtlahuaca**, donde se encuentra centralizado la principal fuente de ingreso.



Handwritten signature or mark in blue ink.



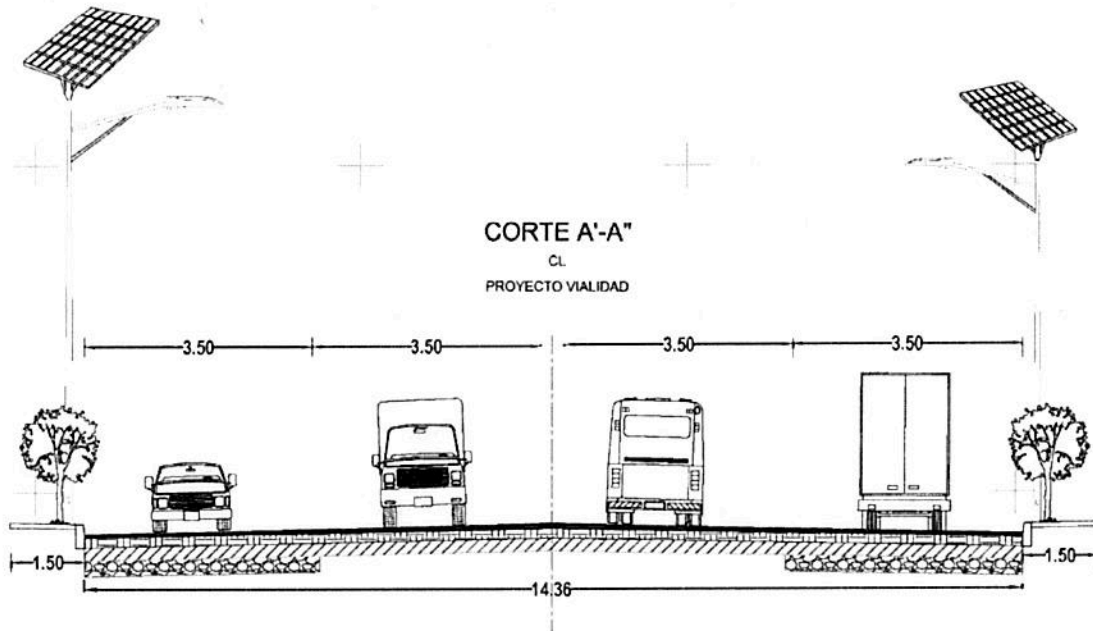
## IV. Situación con el PPI

### a) Descripción general

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

El proyecto consiste en la modernización de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** con una longitud de **3.0 Km.**, actualmente es un camino tipo "D" con nivel de servicio "E" con calzada de **14.0 m.**, de ancho y un carril de circulación; **se modernizará a un camino alimentador Tipo "D" de 14.0 metros de ancho de calzada, para alojar 4 carriles de circulación (dos carriles de circulación por sentido) de 3.5 m de ancho.**

#### Sección Tipo del Proyecto



Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características
Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77	"D"	3.0 Km	Modernización a un Camino Alimentador Tipo "D" con 14.0 m de ancho de calzada, para alojar 4 carriles de circulación de 3.5 metros de ancho cada uno (un carril por sentido).

## b) Alineación estratégica

El proyecto es compatible con los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo en materia de infraestructura carretera:

### *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*

"2. Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo: Jóvenes Construyendo el Futuro, Instituto Nacional de Salud para el Bienestar, Universidades para el Bienestar, Pensión Universal para Personas Adultas Mayores, Becas "Benito Juárez", Crédito Ganadero a la Palabra, Producción para el Bienestar, Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos, programas de Comunidades Sustentables "Sembrando Vida", de Infraestructura Carretera, Zona Libre de la Frontera Norte, Tren Maya, Corredor Multimodal Interoceánico y Aeropuerto "Felipe Ángeles" en Santa Lucía."

### *Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023*

**2.5. OBJETIVO: DESARROLLAR INFRAESTRUCTURA CON UNA VISIÓN DE CONECTIVIDAD INTEGRAL.**

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

- Incrementar, mantener y mejorar la red de vialidades primarias, carreteras y vialidades interregionales que faciliten la conectividad de la entidad.
- Fomentar las acciones inherentes a la construcción, modernización, ampliación, conservación, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Realizar acciones para disminuir el índice de accidentes en la Infraestructura Vial Primaria

### *Programa Nacional de Infraestructura 2018 - 2024.*

**Objetivos:**



Lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo.

Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna.

Lograr un sistema de verdadero respaldo a la competitividad nacional y superar la posición de nuestro país en este rubro, que nos ubica en el lugar 62 de 137 países calificados en el orbe.

Garantizar una infraestructura carretera que se vincule -sin cuellos de botella ni sitios de conflicto sin solución de continuidad- con las infraestructuras de puertos, vías férreas y aeropuertos y sin zonas de riesgo, y que incorpore el equipamiento conveniente para la conectividad de las telecomunicaciones modernas.

Resolver los puntos de conflicto con la infraestructura de las zonas urbanas, que permita el tránsito ágil y seguro de personas y bienes por el territorio nacional y que dé a toda la posibilidad personal, comercial, cultural y política de conectarse con el resto de los mexicanos y con el mundo.

**Tres prioridades:**

1. Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso.
2. Construcción de caminos pavimentados para todas las cabeceras municipales que carecen de ellos, con mano de obra local y bajo la administración de las autoridades comunales.
3. Plan Nacional de Carreteras Federales. Dará atención prioritaria a las zonas del país donde la infraestructura carretera no ha llegado.

***Programa de Caminos Rurales y Alimentadores.***

Objetivo: Impulsar y apoyar la construcción, modernización, reconstrucción y conservación de los caminos rurales y alimentadores para coadyuvar el desarrollo económico y social.

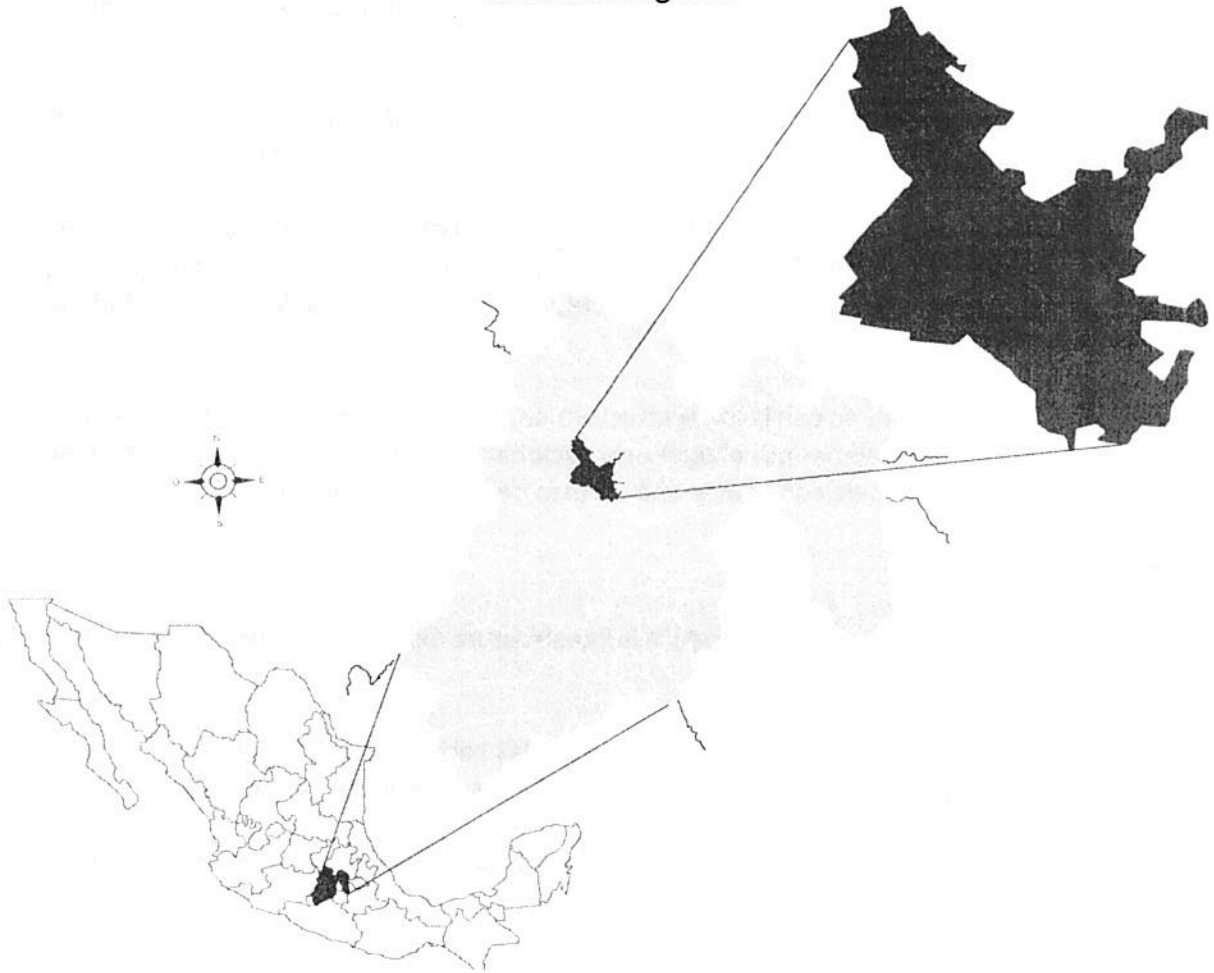
Estrategia: Apoyar la construcción, modernización, reconstrucción y conservación de los caminos rurales y alimentadores para coadyuvar al desarrollo económico y social de las pequeñas comunidades; facilitar su acceso a los servicios de salud y educación; generar empleos e inducir el intercambio de productos y servicios.

### **c) Localización geográfica**

El proyecto se ubica en la región **norte** del Estado de Estado de México, en el Municipio de **Ixtlahuaca**, sus coordenadas de ubicación son 19.5689 de latitud norte y -99.7669 19 de longitud oeste, a una altura de 2,545 metros sobre el nivel del mar. Limita al imita al norte con San Felipe del Progreso y Jocotitlán; al sur con Temoaya y Almoloya de Juárez; al este con Jocotitlán, Jiquipilco y Temoaya; y al oeste con Almoloya de Juárez y San Felipe del Progreso.



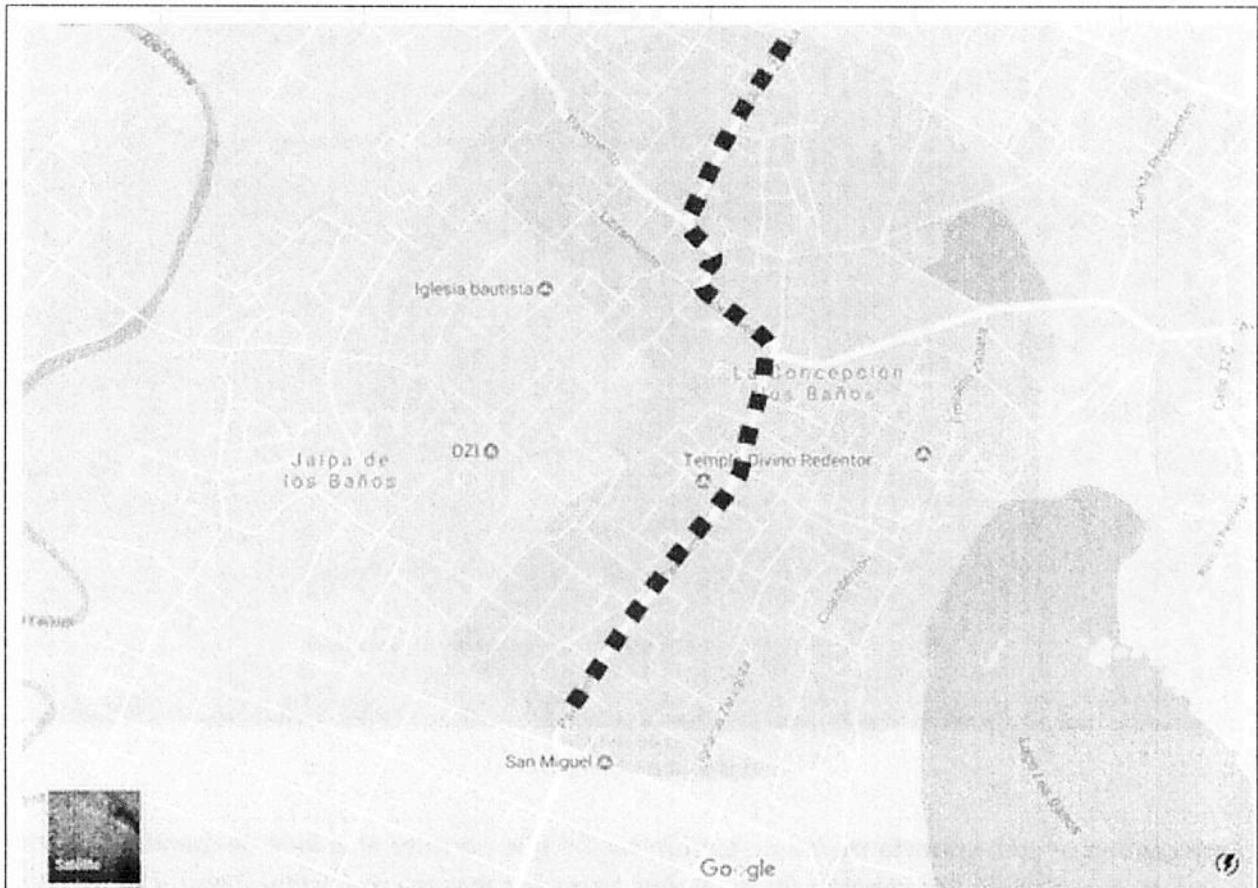
### Ubicación Regional



Fuente: Elaboración propia con imágenes de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>.

### Ubicación en la Red Carretera

2



Fuente: Elaboración propia con imágenes de <http://www.e-local.gob.mx>.

Las coordenadas de la Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77 son:

**Km. 0+000**, ubicado en el Concepción de los Baños con coordenadas gradientes decimales siguientes: **Latitud 19.671034, Longitud - 99.867441** y elevación de **2,551 msnm**;

**Km. 2+998.77**, ubicado en la localidad de Concepción de los Baños, coordenadas gradientes decimales siguientes: **Latitud 19.693142, Longitud de - 99.859165** y elevación de **2,557 msnm**.

**Croquis de Localización**



Mapa de ubicación.  
Foto de satelital Google Earth

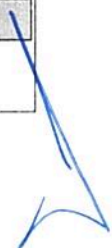
Este camino es una importante vía de comunicación que permite el enlace de manera directa entre la localidad de **Concepción de los Baños** hacia la cabecera municipal, beneficiando con ello a una población de 7,207 habitantes ubicados en la región.

A continuación, se muestra la población que comunica el camino **Continuación de la Construcción del Boulevard** en la comunidad de **La Concepción de los Baños**, tramo del **km 0+000 al km 2+998.77**.

**Población por Localidad**

Localidad	Población (hab.)*	Grado de marginación de la Localidad 2010	Municipio	Grado de marginación del Municipio 2010
Concepción de los Baños	7,207	Alto	Ixtlahuaca	Medio
<b>Beneficiados Directos</b>	<b>7,207</b>			

\*<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/>  
 \*\*<http://www.snim.rami.gob.mx/>





### d) Calendario de actividades

Calendario de programación de las principales acciones realizadas y por realizar para generar los componentes del proyecto:

ACCIONES	2022									MONTOS C/VA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Preliminares										
Modernización										
Terracerías				7,219,892						7,219,892
Estructuras					3,570,407.90	7,910,032.37	8,257,887	19,139,689	19,139,689	28,106,045
Pavimentación										7,910,032
Señalamiento y Dispositivos de seguridad										21,763,604
<b>Monto total de inversión</b>				<b>2,406,631</b>	<b>8,027,840</b>	<b>8,027,840</b>	<b>8,257,887</b>	<b>19,139,689</b>	<b>19,139,689</b>	<b>64,999,574</b>

#### Resumen Anual

Concepto	Inversión 2022 (\$)	Total (\$)
Terracerías	7,219,892.11	<b>7,219,892.11</b>
Estructuras y obras de drenaje	3,570,407.90	<b>24,535,637.49</b>
Pavimentos	7,910,032.37	<b>7,910,032.37</b>
Concreto hidráulico en pavimentos	24,535,637.49	<b>3,570,407.90</b>
Señalamiento	2,175,974.56	<b>2,175,974.56</b>
Alumbrado publico	13,837,176.00	<b>13,837,176.00</b>
Obras inducidas	5,750,453.45	<b>5,750,453.45</b>
<b>Total</b>	<b>64,999,573.88</b>	<b>64,999,573.88</b>
Avance físico	100.0	<b>100.0</b>

El presente calendario de actividades e inversión no contempla los futuros riesgos asociados al proyecto por retraso en la culminación de la obra. Dichos riesgos pueden deberse a la insuficiencia presupuestal, aumento en el costo de materiales para la modernización del proyecto, sucesos meteorológicos y demanda de la población de obras adicionales al momento de la modernización del proyecto.

## e) Monto total de inversión

Monto total de Inversión	
Componentes/Rubros	Monto de Inversión (\$)
1 Terracerías	6,224,044.92
2 Estructuras y obras de drenaje	3,077,937.85
3 Pavimentos	6,818,993.42
4 Concreto hidráulico en pavimentos	21,151,411.63
5 Señalamiento	1,875,840.14
6 Alumbrado publico	11,928,600.00
7 Obras inducidas	4,957,287.44
<b>Subtotal de Componentes/Rubros</b>	<b>56,034,115.41</b>
Impuesto al Valor Agregado	8,965,458.47
Otros Impuestos	-
<b>Subtotal de Impuestos</b>	<b>8,965,458.47</b>
<b>TOTAL</b>	<b>64,999,573.88</b>

## f) Fuentes de financiamiento

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

Fuente de los Recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales	Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD)	\$64,999,573.88	100%
3. Municipales			
4. Fideicomisos			
5. Otros			
<b>Total</b>		<b>\$64,999,573.88</b>	<b>100%</b>

## g) Capacidad instalada

Con la puesta en operación del proyecto se tendrán beneficios significativos para los usuarios, lo cual conlleva a una mayor competitividad de la región, al contar con una carretera de mejores especificaciones que permitirá el acceso a la población y a las carreteras que conecta, lo cual hará el movimiento de mercancías más eficiente.

### Nivel de Servicio

Situación actual				Situación actual			
Año		TDPA	Nivel de servicio	Año		TDPA	Nivel de servicio
0	2022	1,249	B	16	2038	1,715	B
1	2023	1,274	B	17	2039	1,749	B



2	2024	1,299	B	18	2040	1,784	B
3	2025	1,325	B	19	2041	1,820	B
4	2026	1,352	B	20	2042	1,856	B
5	2027	1,379	B	21	2043	1,893	B
6	2028	1,407	B	22	2044	1,931	C
7	2029	1,435	B	23	2045	1,970	C
8	2030	1,464	B	24	2046	2,009	C
9	2031	1,493	B	25	2047	2,049	C
10	2032	1,523	B	26	2048	2,090	C
11	2033	1,553	B	27	2049	2,132	C
12	2034	1,584	B	28	2050	2,175	C
13	2035	1,616	B	29	2051	2,219	C
14	2036	1,648	B	30	2052	2,263	C
15	2037	1,681	B				

### h) Metas anuales y totales de producción

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

#### Metas Anuales

Año	Obras por Realizar	Meta (Km)	Inversión
2021	Modernización de la Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77	3.0	\$64,999,573.88
<b>Total</b>		<b>3.0</b>	<b>\$64,999,573.88</b>

### i) Vida útil

Vida Útil del PPI	
Vida útil del proyecto o periodo de operación una vez terminada la obra completamente.	29 años

### j) Descripción de los aspectos más relevantes

#### Estudios técnicos

Se cuenta con el proyecto ejecutivo de la modernización de la: Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del del km 0+000 al km 2+998.77 al 100%.



### Estudios legales

Se tiene liberado al 100% el derecho de vía, del km 0+000 al km 2+998.77 siendo actualmente un camino en operación.

### Estudios ambientales

A la fecha se dispone de los Permisos Ambientales, del km 0+000 al km 2+998.77 al 100%, otorgado por parte de la SEMARNAT.

### Estudios de mercado

Se cuenta con el estudio de tránsito (TDPA), el volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios se considera adecuado para ser un proyecto modernizado de acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147<sup>8</sup>, con una composición vehicular de 91.1% automóviles, 3.2% autobuses y 5.7% camiones. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 2.0% anual.

### Estudios Específicos

#### ❖ Situación de la Zona de Influencia

En el cuadro siguiente se pueden observar el índice de marginación que presenta el Municipio de Ixtlahuaca, perteneciente al Estado de Estado de México.

Ixtlahuaca	2005	2010
Población total	126,505	141,482
% Población de 15 años o más analfabeta	13.24	11.26
% Población de 15 años o más sin primaria completa	29.89	24.78
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	33.08	16.61
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.82	2.05
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	23.98	25.33
% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	55.14	48.34
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	18.07	9.14
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	60.83	61.93
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	53.10	53.14
Índice de marginación	-0.19367	-0.17983
Grado de marginación	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,354	1,354

Fuente: Estimaciones del CONAPO, Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011)

Fuente: Catalogo de localidades SEDESOL

**El Camino Rural Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, se localiza en el Municipio de Ixtlahuaca.**

<sup>8</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000

### k) Análisis de la Oferta

Para poder ofrecer un nivel "B" de servicio de operación vehicular en el Camino Rural Continucción de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, se propone el incremento de la oferta, a través de la ampliación de la vía existente a 14.0 metros de ancho de calzada, para alojar 4 carriles de circulación de 3.5 metros de ancho cada uno, con una pendiente máxima del 7% y un grado máximo de curvatura de 30°. La estructura del pavimento será mediante base hidráulica de 15 cm. de espesor, una capa de subrasante con un espesor de 30 cm. y una carpeta de concreto hidráulico de 5 cm.

Con la Modernización de la Continucción de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77, se cataloga como un camino alimentador, que de acuerdo con sus características geométricas se clasifica como un camino tipo "D" a nivel de pavimento en buenas condiciones.

#### Ruta Situación con Proyecto.

Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77	
Concepto	Situación con Proyecto
Camino Tipo	"D" NS "B"
Superficie de Rodamiento	Concreto Hidráulico
Longitud (Km.)	3.0
Estado Físico	Bueno
Ancho de Corona (m)	14.0
Ancho de Calzada (m)	14.0
Número de Carriles	4
Acotamientos	No
Velocidad de Operación (Km/hr)	60*
Tiempo de Recorrido (min.)	3
TDPA	1,249
Tipo de Terreno	plano
IRI	3.0

\*Velocidad de los vehículos tipo "A", en el primer año de operación de la (concluidos los trabajos de modernización al 100%). Para un mayor análisis por tipo de vehículo a lo largo del horizonte de evaluación, ver hoja de "VELOCIDADES" de la Matriz de evaluación anexa.

### l) Análisis de la Demanda

La demanda la constituyen los vehículos que utilizan esta vía de comunicación para trasladarse de un origen a un destino como enlace entre la localidad de Concepción de los Baños hacia la cabecera municipal, mediante una vía que comunique a los habitantes con sus áreas de trabajo.



### **Población Usuaría**

Localidad	Población (hab.)*	Grado de marginación de la Localidad 2010	Municipio	Grado de marginación del Municipio 2010
Concepción de los Baños	7,207	Alto	Ixtlahuaca	Medio
<b>Beneficiados Directos</b>	<b>7,207</b>			

\*<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/>

El volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios se considera adecuado para ser un proyecto modernizado de acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147<sup>9</sup>, con una **composición vehicular de 91.1% automóviles, 3.2% autobuses y 5.7% camiones**. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 2.0% anual.

### **m) Interacción Oferta-Demanda**

La oferta está conformada por el Camino Alimentador **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** Tipo "D" con nivel de servicio "B" con un ancho de calzada de 14.0 m., para alojar 4 carriles de circulación, de 3.50 m., de ancho cada uno. Se beneficiara a habitantes de las localidades de , en la región norte del Estado de **Estado de México**, mediante el acceso a servicios de salud, educación y comunicación constante con la **Cabecera Municipal de Ixtlahuaca**, se mejorará el nivel de servicio, 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, además, se generarán ahorros en el transporte de bienes y productos, destacando los que se derivan de la producción de las actividades de **Comercio y Servicios profesionales y el comercio** en general mediante el intercambio de sus productos con las regiones aledañas y el resto del Estado.

#### **Ruta Situación Sin Proyecto y Con Proyecto**

<b>Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77</b>		
Concepto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto
Camino tipo	"D" NS "E"	"D" NS "B"
Tipo de Superficie	Pavimento	Concreto Hidráulico
Longitud.	3.0 Km.	3.0 Km.
Estado físico.	malo	Bueno
Número de carriles.	4	4
Ancho De Calzada (m)	14.0	14.0
Ancho de Corona (m)	14.0	14.0
Velocidad de operación.	20 Km/Hr	60 Km/Hr

<sup>9</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000



Tiempo de recorrido promedio.	9 min.	3 min.
IRI	10.0	3.0

Ver detalle en la hoja "Velocidades" y "Tiempos" del libro de la Matriz de Excel anexa.

Para efectos del presente proyecto, se pronosticó la demanda al horizonte de evaluación con una tasa de crecimiento en la demanda del 2.0% 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 de la está basado del "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Segunda edición, SCT, México 2018", considerando las condiciones establecidas por las características físicas de la 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 "B" a lo largo del horizonte de evaluación.

### Nivel de Servicio

Situación actual				Situación actual			
Año		TDPA	Nivel de servicio	Año		TDPA	Nivel de servicio
0	2022	1,249	B	16	2038	1,715	B
1	2023	1,274	B	17	2039	1,749	B
2	2024	1,299	B	18	2040	1,784	B
3	2025	1,325	B	19	2041	1,820	B
4	2026	1,352	B	20	2042	1,856	B
5	2027	1,379	B	21	2043	1,893	B
6	2028	1,407	B	22	2044	1,931	B
7	2029	1,435	B	23	2045	1,970	B
8	2030	1,464	B	24	2046	2,009	B
9	2031	1,493	B	25	2047	2,049	B
10	2032	1,523	B	26	2048	2,090	B
11	2033	1,553	B	27	2049	2,132	B
12	2034	1,584	B	28	2050	2,175	B
13	2035	1,616	B	29	2051	2,219	B
14	2036	1,648	B	30	2052	2,263	B
15	2037	1,681	B				

### Costos de Operación Vehicular (COV)

El "Costo de Operación Vehicular" (COV) mide en términos monetarios, el consumo que le representa al usuario circular por una carretera determinada. La unidad con que se expresa es "\$/Km". Para su cálculo se incluye el consumo 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. Para su estimación se

consideran la geometría del camino y las características de los vehículos, aunque existen otras variables y consideraciones, principalmente el estado superficial (IRI).

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. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 526, 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, lomerío y montañoso.

Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77			
TRAMO	COV\$/Km.		
	A	B	C
del km 0+000 al km 2+998.77	4.53	13.60	15.56

\*Corresponde al primer año de operación, para ver el total del horizonte del proyecto consultar memoria de cálculo.

El método de costo generalizado de transporte se refiere a la suma del valor monetario de todos los determinantes de la demanda de transporte para un decisor. Se utiliza el dinero como unidad común de medida porque permite una comparación interpersonal más objetiva, aunque implique considerar que todos los individuos comparten una misma valoración de la renta.

El costo generalizado de transporte en (1.1) es la suma de dos elementos. En primer lugar, los costos pecuniarios,  $P$ , están relacionados con el precio del servicio de transporte. En segundo lugar, el costo de tiempo es el producto del costo de tiempo por hora,  $H$  y tiempo de transporte,  $T$ . Se supone que  $P$  y  $T$ , y por lo tanto también  $G$ , se relaciona positivamente con el transporte de distancia medida en kilómetros (km),  $D$ , mientras  $H$  es independiente de la distancia de transporte.

La definición de costo de transporte generalizado en la ecuación (1) incluye los costos importantes pertinentes para el cargador. Desde la perspectiva de la economía del bienestar también deben incluirse los costos externos. Si todos los costes externos se internalizan en la función de costos de transporte generalizado, entonces los costos económicos y asistenciales privados serían iguales y las soluciones de transporte elegido serían óptimas para la sociedad como un todo. Un mayor énfasis en cuestiones ambientales y campañas podría hacer que las empresas de transporte sean más conscientes de los costos que imponen a los demás.

$$G(D) = P(D) + HT(D), \text{ donde } \frac{\partial P}{\partial D}, \frac{\partial T}{\partial D} > 0 \Rightarrow \frac{\partial G}{\partial D} > 0 \quad (1)$$



Los Costos Generalizados de Viaje de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**, son los siguientes:

Con Proyecto				
Ruta Actual				
CGV	Costos de Operación	Tiempo de Recorrido	Conservación	Total
	<b>\$7,597,883.27</b>	<b>\$4,501,181.68</b>	<b>\$372,000.00</b>	<b>\$12,471,064.95</b>

\*Ver detalle en la hoja "Costos Totales" del libro de la Matriz de Excel anexa, o en el anexo A.

## V. Evaluación del PPI

A continuación, se describen y se aportan datos relativos a los costos y beneficios totales generados por el proyecto, asimismo, se presentan los indicadores de rentabilidad y se describe el análisis de sensibilidad aplicado al proyecto.

### a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

#### Etapas de ejecución

#### Costo de inversión

La inversión total estimada es de **\$56,034,115.41** pesos, sin incluir el IVA. El costo de la obra comprende la modernización de **3.0 kilómetros** que incluyen terracerías, obras de drenaje, pavimentación y señalamiento vertical y horizontal.

#### *Costo de los Componentes del Proyecto*

Componentes	Costo sin IVA (\$)
1 Terracerías	6,224,044.92
2 Estructuras y obras de drenaje	3,077,937.85
3 Pavimentos	6,818,993.42
4 Concreto hidráulico en pavimentos	21,151,411.63
5 Señalamiento	1,875,840.14
6 Alumbrado publico	11,928,600.00
7 Obras inducidas	4,957,287.44
<b>TOTAL</b>	<b>56,034,115.41</b>



La metodología para calcular los costos de modernización 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.

El calendario de inversiones a erogar durante la etapa de ejecución considera los recursos necesarios para concluir la obra en un periodo de **1 año**, tal como se muestra en la siguiente tabla.

#### ***Inversiones Anuales***

El camino se realiza con el siguiente calendario:

<b>Año</b>	<b>Inversión c/IVA</b>	<b>Meta (KM)</b>	<b>Costo (MDP/KM)</b>	<b>% Avance Físico</b>
<b>2021</b>	\$64,999,573.88	3.0	21.6	100%
<b>Total</b>	<b>\$64,999,573.88</b>	<b>3.0</b>		<b>100%</b>

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.

- La Tasa social de descuento es del **10%** utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Se consideran precios constantes de **2021** a lo largo del horizonte de evaluación, debido a que se está realizando un análisis en términos reales.

#### **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.

Con base en información obtenida por el IMT en su Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero 2021 con encuestas origen-destino, se considera que en promedio un **60.00%** de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un **35.04%** con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

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.

*Para el año 2020 se tomaron los datos del Boletín Notas 182, Artículo 1, Enero-Febrero 2020, en el que señala que el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$70.07 y por motivo de placer de \$42.04 pesos por hora. Mientras que para el 2021 se obtuvo del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero 2021, en el que señala que el valor del*

tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$80.58 y por motivo de placer de \$48.35 pesos por hora<sup>10</sup>. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la tabla siguiente.

CONFIGURACION VALOR DEL TIEMPO		
Valor tiempo usuarios tipo:	IMT Nacional	Año 2021
Valor del tiempo viaje de trabajo	80.58	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	48.35	\$/hr
Porcentaje de viajes de trabajo	60.00%	%
Número de pasajeros auto	2.32	pas/veh
Número de pasajeros autobus	20.49	pas/veh
Valor tiempo de la carga	15.00	\$/hr/ton
Toneladas promedio	2.50	ton/veh

### 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.

### Mantenimiento y Conservación

Tramo	Longitud (Km)	Conservación	Rutinario	Periódica		Reconstrucción
				Bacheo general y riego de sello	Sobrecarpeta	
<i>Sin Proyecto</i>						
del km 0+000 al km 2+998.77	3.0	\$418,800				\$1,489,200
<i>Con Proyecto</i>						
del km 0+000 al km 2+998.77	3.0		\$372,000	\$ 3,600,000	\$19,800,000	\$30,000,000

Ver detalle global en la hoja "Conservación" de la evaluación anexa, en la cual se encuentra la situación sin proyecto y con proyecto

### Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Costs (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (Asimismo, considera la adaptación de dicho programa a las características técnicas de los vehículos que operan en México, hecha en el propio Instituto Mexicano del Transporte IMT, denominada VOCMEX; así como los modelos con nuevas expresiones para el

<sup>10</sup> Boletín NOTAS núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1. Instituto Mexicano del Transporte (IMT)



HDM-4) desarrollado por el Banco Mundial se calcularon los costos de operación vehicular, para un IRI de 10.0 en superficie no pavimentada, para el caso sin proyecto, y un IRI de 3.0 para superficie pavimentada en la situación con proyecto. Para ambas situaciones se consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 471<sup>11</sup>, 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, lomerío suave y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran en la siguiente tabla:

**Parámetros para obtener los Costos de Operación Vehicular**

PARÁMETRO	UNIDAD	Automóvil	Autobús	Camión
<b>Costos unitarios</b>				
Precio del vehículo nuevo	\$	232,335	2,169,720.00	1,116,138.00
Costo del combustible	\$/litro	19.00	20.00	20.00
Costo de los lubricantes	\$/litro	70.00	80.00	80.00
Costo por llanta nueva	\$/llanta	1,900.00	3,200.00	3,400.00
Tiempo de los operarios	\$/hora	23.29	66.64	53.40
Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	22.10	57.20	38.02

Fuente: SCT. Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano, 2016, PT 471 IMT.

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 revestimiento en buen estado.

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

Determinación de Beneficios.

### a) 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

<sup>11</sup> Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2016, José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, José Alejandro González García y Salvador Hernández García; IMT Publicación Técnica 471



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. La siguiente tabla muestra los resultados y beneficios para el primer año de operación del proyecto.

**Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.**

Costos	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por tiempo de viaje del tránsito	\$13,865,720.14	\$4,501,181.68	<b>\$9,364,538.46</b>

*\*Ver detalle global en la hoja "Costos Totales" del libro de la Matriz de Excel anexa.*

**b) 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.

**Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.**

Costos	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por ahorro en costos de operación vehicular	\$11,325,020.44	\$7,597,883.27	<b>\$3,727,137.17</b>

*\*Ver detalle global en la hoja "Costos Totales" del libro de la Matriz de Excel anexa*

La evaluación económica se realizó bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se tomaron en cuenta las características físicas actuales de de la (la geometría de la, 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.

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

**Parámetros para la Evaluación Económica**

**Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños**

Tramo	Longitud (Km)	TDPA	Composición Vehicular			Inversión c/IVA (MDP)
			A%	B%	C%	
del km 0+000 al km 2+998.77	3.0	1,249	91.1	3.2	5.7	65.0

La composición vehicular tipo "A" ocupa el 91.1% debido a que son automóviles particulares, el tipo "B" ocupa el 3.2% ya que son vehículos para pasajeros y el tipo "C" con un 5.7% se compone de vehículos de carga que dependen de la actividad de la zona rural evaluada, en este caso el Municipio de Ixtlahuaca se dedica a la producción en las actividades de **Comercio y Servicios profesionales**.

**c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad**

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 84,683,165.86
Tasa interna de retorno (TIR)	22.69%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	21.01%

**d) Análisis de sensibilidad**

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre TIR	Impacto sobre el VPN (MDP)	Impacto sobre TRI
Monto de inversión	130.28% más	10.00%	0.00	9.12%
Costos de mantenimiento	1,683.86% más	10.00%	0.00	22.22%
Demanda	54.74% menos	10.00%	0.00	9.55%





## e) Análisis de riesgos

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

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
Incremento en el monto de inversión	Un incremento mayor a <b>130.28%</b> 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.	Media	Al existir un proyecto definido, la probabilidad de que se modifique en tiempo y costo es probable debido a la inflación de la economía del país; la cual garantizara la disponibilidad del total de los recursos.
Riesgos asociados a la alza en el costos de los materiales de construcción básicos para ejecutar la obra (cemento, acero, asfalto y agregados).	Incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Baja	Establecer políticas que prevean cambios considerables en base 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 ampliación y modernización.	Posibilidad de retraso en las obras	Baja	Presupuestar un estudio completo de la, el cual contemple o descarte obras adicionales.

## VI. Conclusiones y Recomendaciones

Con la modernización de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77**, se beneficiará a los habitantes de la localidad de Concepción de los Baños, ubicada en la región **central** del Estado de **Estado de México**, en el Municipio de **Ixtlahuaca**, así como sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico dentro de una región considerada de grado de **marginación medio**.

Los resultados de la evaluación económica indican que el **proyecto es económicamente rentable**, pues de acuerdo a los **indicadores de rentabilidad** obtenidos y a la **realización del análisis de sensibilidad** con respecto al monto de la inversión, al monto de conservación y mantenimiento, y a la demanda de tránsito (**ver Anexo H**), se puede observar que la modernización de la **Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77** 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 modernización de los **3.0 Km.** de esta obra se obtendrían los siguientes beneficios:

Se proporcionará acceso permanente de manera directa a 7,207 habitantes, impactando de manera directa a diversas localidades aledañas al Municipio de **Ixtlahuaca**.

Se dotará de manera permanente el acceso de la población beneficiada a los servicios básicos, como son:

- Salud
- Educación
- Agua potable
- Energía eléctrica.
- Drenaje.

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.
- Combatir el grado de marginación que presenta esta región antes de que esta se agrave.

Como resultado de un mayor intercambio comercial, se prevé que las actividades productivas de la región se incrementarán, fundamentalmente en producción en las actividades de **Comercio y Servicios profesionales y el comercio**, con el resto del Estado, ya que se permitirá que la población pueda reducir sus costos de operación y ahorro en tiempos de traslado para obtener mayores utilidades en la venta de sus productos.



## VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción																																				
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	<p>La oferta está conformada por el camino <b>Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77</b>, la cual beneficiara a 7,207 habitantes de la localidad de Concepción de los Baños, en la región <b>Central</b> del Estado de <b>Estado de México</b>, mediante el acceso a servicios de salud, educación, agua potable, transporte público, alumbrado público, etc., y comunicación constante con la <b>Cabecera Municipal de Ixtlahuaca</b>. Se mejorará el nivel de servicio, generando ahorros en costos de operación vehicular, disminución de manera considerable del tiempo de recorrido y se incrementará la seguridad de los usuarios, asimismo se generarán ahorros en el transporte de bienes y productos, destacando los que se derivan de la producción <b>agrícola, ganadera y el comercio</b> en general mediante el intercambio de sus productos con las regiones aledañas y el resto del Estado.</p>																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>Situación sin Proyecto</th> <th>Situación con Proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camino tipo</td> <td>"D" NS "E"</td> <td>"D"</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Superficie</td> <td>Pavimento</td> <td>Concreto Hidráulico</td> </tr> <tr> <td>Longitud.</td> <td>3.0 Km.</td> <td>3.0 Km.</td> </tr> <tr> <td>Estado físico.</td> <td>malo</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>Número de carriles.</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Ancho De Calzada (m)</td> <td>14.0</td> <td>14.0</td> </tr> <tr> <td>Ancho de Corona (m)</td> <td>14.0</td> <td>14.0</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de operación.</td> <td>20 Km/Hr</td> <td>60 Km/Hr</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de recorrido promedio</td> <td>9 min.</td> <td>3 min.</td> </tr> <tr> <td>IRI</td> <td>10.0</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table>	Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77			Concepto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto	Camino tipo	"D" NS "E"	"D"	Tipo de Superficie	Pavimento	Concreto Hidráulico	Longitud.	3.0 Km.	3.0 Km.	Estado físico.	malo	Bueno	Número de carriles.	4	4	Ancho De Calzada (m)	14.0	14.0	Ancho de Corona (m)	14.0	14.0	Velocidad de operación.	20 Km/Hr	60 Km/Hr	Tiempo de recorrido promedio	9 min.	3 min.	IRI	10.0	3.0
		Camino Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77																																				
		Concepto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto																																		
		Camino tipo	"D" NS "E"	"D"																																		
		Tipo de Superficie	Pavimento	Concreto Hidráulico																																		
		Longitud.	3.0 Km.	3.0 Km.																																		
		Estado físico.	malo	Bueno																																		
		Número de carriles.	4	4																																		
		Ancho De Calzada (m)	14.0	14.0																																		
		Ancho de Corona (m)	14.0	14.0																																		
		Velocidad de operación.	20 Km/Hr	60 Km/Hr																																		
Tiempo de recorrido promedio	9 min.	3 min.																																				
IRI	10.0	3.0																																				
<p>El volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios se considera adecuado ya que de conformidad al criterio recomendado por el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147<sup>12</sup>, en la que señala que "un camino rural con tránsito diario mayor a los 100 vehículos, deberá considerarse para ser modernizado, ya que los volúmenes de tránsito para los que se propone tal modernización oscila entre los 100 y 550 vehículos", con una composición vehicular de 91.1% automóviles, 3.2% autobuses y 5.7% camiones. Para efectos del presente proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento en la demanda del 2.0% anual.</p>																																						
<p>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</p>																																						

<sup>12</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales ; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000



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.

AÑO	SIN PROYECTO			CONPROYECTO			PERIODO DE OBRA		
	RUTA ACTUAL			RUTA ACTUAL PAVIMENTADA			RUTA ACTUAL		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	7.42	21.86	14.39	0.00	0.00	0.00	7.40	21.81	14.35
1	7.42	21.86	14.39	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
2	7.42	21.87	14.39	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
3	7.43	21.88	14.40	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
4	7.43	21.89	14.40	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
5	7.44	21.90	14.41	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
6	7.44	21.91	14.42	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
7	7.44	21.92	14.42	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
8	7.45	21.93	14.43	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
9	7.45	21.94	14.44	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
10	7.45	21.95	14.44	4.53	13.60	15.56	0.00	0.00	0.00
11	7.46	21.96	14.45	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
12	7.46	21.97	14.46	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
13	7.47	21.98	14.47	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
14	7.47	22.00	14.48	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
15	7.48	22.01	14.48	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
16	7.48	22.02	14.49	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
17	7.48	22.03	14.50	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
18	7.49	22.05	14.51	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
19	7.49	22.06	14.52	4.53	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
20	7.50	22.08	14.53	4.54	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
21	7.50	22.09	14.54	4.54	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
22	7.51	22.10	14.54	4.54	13.60	15.57	0.00	0.00	0.00
23	7.52	22.12	14.55	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
24	7.52	22.13	14.56	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
25	7.53	22.15	14.57	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
26	7.53	22.17	14.59	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
27	7.54	22.18	14.60	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
28	7.54	22.20	14.61	4.54	13.60	15.58	0.00	0.00	0.00
29	7.55	22.22	14.62	4.54	13.61	15.58	0.00	0.00	0.00
30	7.56	22.24	14.63	4.54	13.61	15.58	0.00	0.00	0.00

Los Costos de Operación se obtuvieron de:

(Costos de Operación (\$/Km/Veh)\*TDPA\*Longitud de la) \* 365 días.

	<p>Dónde: Costos de Operación (\$/Km/Veh), se consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 471<sup>13</sup>.</p> <p>TDPA 1,249 veh/día, se tomó conforme al criterio recomendado por el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147<sup>14</sup>.</p> <p>Longitud, es la distancia que hay del inicio al final de la.</p> <p><b>Los Tiempos de Recorrido</b> se obtuvieron de:  <b>TDPA*Núm. de Pasajeros Auto*Tiempo*(Valor del tiempo viaje de trabajo*Porcentaje de viajes de trabajo)+(Valor del tiempo viaje de placer*(1-Porcentaje de viajes de trabajo)).</b></p> <p>Dónde: TDPA 1,249 Veh/día, se tomó conforme al criterio recomendado por el Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147.</p> <p>Núm. De Pasajeros Auto, Valor del tiempo viaje de trabajo, Porcentaje de viajes de trabajo, Valor del tiempo viaje de placer: se obtuvieron del Boletín Notas 182, Artículo 1, ENERO-FEBRERO de 2020, de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT).</p> <p>Tiempo, se obtuvo de la división de la Longitud (Km)/ Velocidad (Km/Hrs).</p>
--	--

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo B	Estudios Técnicos	Se cuenta con el proyecto ejecutivo de la modernización de la: Continuación de la Construcción del Boulevard en la comunidad de La Concepción de los Baños, tramo del km 0+000 al km 2+998.77 al 100%.

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo C	Estudios Legales	Se tiene liberado al 100% el derecho de vía, del km 0+000 al km 2+998.77 siendo actualmente es un camino en operación.

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo D	Estudios Ambientales	A la fecha se dispone de los Permisos Ambientales, del km 0+000 al km 2+998.77 al 100%, otorgado por parte de la SEMARNAT.

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
------------------	--------------------	-------------

<sup>13</sup> Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2016, José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, José Alejandro González García y Salvador Hernández García; IMT Publicación Técnica 471

<sup>14</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000



Anexo E	Estudios de Mercado	El volumen de tránsito de 1,249 vehículos diarios se considera adecuado de acuerdo al Instituto Mexicano del Transporte en su Publicación Técnica 147 <sup>15</sup> , que señala que "un camino rural con tránsito diario mayor a los 100 vehículos deberá considerarse para ser modernizado, ya que los volúmenes de tránsito para los que se propone tal modernización oscila entre los 100 y 550 vehículos" con una composición vehicular de 91.1% automóviles, 3.2% autobuses y 5.7% camiones.
---------	---------------------	--

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo F	Estudios Específicos	"Criterios para la Asignación de Recursos a los Estados para la Atención y Desarrollo de los Caminos Rurales y Alimentadores".

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción																																																																																																																																																																																																																																										
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Considerando un período de análisis del año 0 al 30, los indicadores de rentabilidad del proyecto son los siguientes:																																																																																																																																																																																																																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>INVERSION MILLONES \$</th> <th>Costos por molestias</th> <th>Beneficios COV + Tiempo + Cons</th> <th>Beneficios adicionales*</th> <th>TOTAL</th> <th>BENEFICIO NETO</th> <th>VPN (MDP)</th> <th>TIR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>65.00</td><td>(0.12)</td><td>-</td><td></td><td>-</td><td>(64.88)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>13.66</td><td></td><td>13.66</td><td>13.66</td><td>(\$52.47)</td><td>-79%</td></tr> <tr><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>13.95</td><td></td><td>13.95</td><td>13.95</td><td>(\$40.94)</td><td>-42%</td></tr> <tr><td>3</td><td>-</td><td>-</td><td>14.24</td><td></td><td>14.24</td><td>14.24</td><td>(\$30.24)</td><td>-19%</td></tr> <tr><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>15.62</td><td></td><td>15.62</td><td>15.62</td><td>(\$19.57)</td><td>-4.59%</td></tr> <tr><td>5</td><td>-</td><td>-</td><td>13.43</td><td></td><td>13.43</td><td>13.43</td><td>(\$11.23)</td><td>3.01%</td></tr> <tr><td>6</td><td>-</td><td>-</td><td>15.17</td><td></td><td>15.17</td><td>15.17</td><td>(\$2.67)</td><td>8.60%</td></tr> <tr><td>7</td><td>-</td><td>-</td><td>15.50</td><td></td><td>15.50</td><td>15.50</td><td>\$5.28</td><td>12.38%</td></tr> <tr><td>8</td><td>-</td><td>-</td><td>15.83</td><td></td><td>15.83</td><td>15.83</td><td>\$12.66</td><td>15.03%</td></tr> <tr><td>9</td><td>-</td><td>-</td><td>17.24</td><td></td><td>17.24</td><td>17.24</td><td>\$19.97</td><td>17.05%</td></tr> <tr><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>6.98</td><td></td><td>6.98</td><td>6.98</td><td>\$22.67</td><td>17.66%</td></tr> <tr><td>11</td><td>-</td><td>-</td><td>16.87</td><td></td><td>16.87</td><td>16.87</td><td>\$28.58</td><td>18.79%</td></tr> <tr><td>12</td><td>-</td><td>-</td><td>17.23</td><td></td><td>17.23</td><td>17.23</td><td>\$34.07</td><td>19.64%</td></tr> <tr><td>13</td><td>-</td><td>-</td><td>17.60</td><td></td><td>17.60</td><td>17.60</td><td>\$39.17</td><td>20.29%</td></tr> <tr><td>14</td><td>-</td><td>-</td><td>19.05</td><td></td><td>19.05</td><td>19.05</td><td>\$44.19</td><td>20.83%</td></tr> <tr><td>15</td><td>-</td><td>-</td><td>16.94</td><td></td><td>16.94</td><td>16.94</td><td>\$48.24</td><td>21.19%</td></tr> <tr><td>16</td><td>-</td><td>-</td><td>18.77</td><td></td><td>18.77</td><td>18.77</td><td>\$52.33</td><td>21.53%</td></tr> <tr><td>17</td><td>-</td><td>-</td><td>19.18</td><td></td><td>19.18</td><td>19.18</td><td>\$56.12</td><td>21.76%</td></tr> <tr><td>18</td><td>-</td><td>-</td><td>19.60</td><td></td><td>19.60</td><td>19.60</td><td>\$59.65</td><td>21.96%</td></tr> <tr><td>19</td><td>-</td><td>-</td><td>21.09</td><td></td><td>21.09</td><td>21.09</td><td>\$63.10</td><td>22.13%</td></tr> <tr><td>20</td><td>-</td><td>-</td><td>10.93</td><td></td><td>10.93</td><td>10.93</td><td>\$64.72</td><td>22.20%</td></tr> <tr><td>21</td><td>-</td><td>-</td><td>20.91</td><td></td><td>20.91</td><td>20.91</td><td>\$67.55</td><td>22.30%</td></tr> <tr><td>22</td><td>-</td><td>-</td><td>21.37</td><td></td><td>21.37</td><td>21.37</td><td>\$70.17</td><td>22.39%</td></tr> <tr><td>23</td><td>-</td><td>-</td><td>21.84</td><td></td><td>21.84</td><td>21.84</td><td>\$72.61</td><td>22.46%</td></tr> <tr><td>24</td><td>-</td><td>-</td><td>23.39</td><td></td><td>23.39</td><td>23.39</td><td>\$74.98</td><td>22.52%</td></tr> </tbody> </table>	AÑO	INVERSION MILLONES \$	Costos por molestias	Beneficios COV + Tiempo + Cons	Beneficios adicionales*	TOTAL	BENEFICIO NETO	VPN (MDP)	TIR (%)	0	65.00	(0.12)	-		-	(64.88)			1	-	-	13.66		13.66	13.66	(\$52.47)	-79%	2	-	-	13.95		13.95	13.95	(\$40.94)	-42%	3	-	-	14.24		14.24	14.24	(\$30.24)	-19%	4	-	-	15.62		15.62	15.62	(\$19.57)	-4.59%	5	-	-	13.43		13.43	13.43	(\$11.23)	3.01%	6	-	-	15.17		15.17	15.17	(\$2.67)	8.60%	7	-	-	15.50		15.50	15.50	\$5.28	12.38%	8	-	-	15.83		15.83	15.83	\$12.66	15.03%	9	-	-	17.24		17.24	17.24	\$19.97	17.05%	10	-	-	6.98		6.98	6.98	\$22.67	17.66%	11	-	-	16.87		16.87	16.87	\$28.58	18.79%	12	-	-	17.23		17.23	17.23	\$34.07	19.64%	13	-	-	17.60		17.60	17.60	\$39.17	20.29%	14	-	-	19.05		19.05	19.05	\$44.19	20.83%	15	-	-	16.94		16.94	16.94	\$48.24	21.19%	16	-	-	18.77		18.77	18.77	\$52.33	21.53%	17	-	-	19.18		19.18	19.18	\$56.12	21.76%	18	-	-	19.60		19.60	19.60	\$59.65	21.96%	19	-	-	21.09		21.09	21.09	\$63.10	22.13%	20	-	-	10.93		10.93	10.93	\$64.72	22.20%	21	-	-	20.91		20.91	20.91	\$67.55	22.30%	22	-	-	21.37		21.37	21.37	\$70.17	22.39%	23	-	-	21.84		21.84	21.84	\$72.61	22.46%	24	-	-	23.39		23.39	23.39	\$74.98	22.52%
		AÑO	INVERSION MILLONES \$	Costos por molestias	Beneficios COV + Tiempo + Cons	Beneficios adicionales*	TOTAL	BENEFICIO NETO	VPN (MDP)	TIR (%)																																																																																																																																																																																																																																		
		0	65.00	(0.12)	-		-	(64.88)																																																																																																																																																																																																																																				
		1	-	-	13.66		13.66	13.66	(\$52.47)	-79%																																																																																																																																																																																																																																		
		2	-	-	13.95		13.95	13.95	(\$40.94)	-42%																																																																																																																																																																																																																																		
		3	-	-	14.24		14.24	14.24	(\$30.24)	-19%																																																																																																																																																																																																																																		
		4	-	-	15.62		15.62	15.62	(\$19.57)	-4.59%																																																																																																																																																																																																																																		
		5	-	-	13.43		13.43	13.43	(\$11.23)	3.01%																																																																																																																																																																																																																																		
		6	-	-	15.17		15.17	15.17	(\$2.67)	8.60%																																																																																																																																																																																																																																		
		7	-	-	15.50		15.50	15.50	\$5.28	12.38%																																																																																																																																																																																																																																		
		8	-	-	15.83		15.83	15.83	\$12.66	15.03%																																																																																																																																																																																																																																		
		9	-	-	17.24		17.24	17.24	\$19.97	17.05%																																																																																																																																																																																																																																		
		10	-	-	6.98		6.98	6.98	\$22.67	17.66%																																																																																																																																																																																																																																		
		11	-	-	16.87		16.87	16.87	\$28.58	18.79%																																																																																																																																																																																																																																		
		12	-	-	17.23		17.23	17.23	\$34.07	19.64%																																																																																																																																																																																																																																		
		13	-	-	17.60		17.60	17.60	\$39.17	20.29%																																																																																																																																																																																																																																		
		14	-	-	19.05		19.05	19.05	\$44.19	20.83%																																																																																																																																																																																																																																		
		15	-	-	16.94		16.94	16.94	\$48.24	21.19%																																																																																																																																																																																																																																		
		16	-	-	18.77		18.77	18.77	\$52.33	21.53%																																																																																																																																																																																																																																		
		17	-	-	19.18		19.18	19.18	\$56.12	21.76%																																																																																																																																																																																																																																		
		18	-	-	19.60		19.60	19.60	\$59.65	21.96%																																																																																																																																																																																																																																		
		19	-	-	21.09		21.09	21.09	\$63.10	22.13%																																																																																																																																																																																																																																		
		20	-	-	10.93		10.93	10.93	\$64.72	22.20%																																																																																																																																																																																																																																		
		21	-	-	20.91		20.91	20.91	\$67.55	22.30%																																																																																																																																																																																																																																		
22	-	-	21.37		21.37	21.37	\$70.17	22.39%																																																																																																																																																																																																																																				
23	-	-	21.84		21.84	21.84	\$72.61	22.46%																																																																																																																																																																																																																																				
24	-	-	23.39		23.39	23.39	\$74.98	22.52%																																																																																																																																																																																																																																				

<sup>15</sup> Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000



		25	-		21.39		21.39	21.39	\$76.96	22.57%
		26	-		23.32		23.32	23.32	\$78.92	22.60%
		27	-		23.84		23.84	23.84	\$80.73	22.64%
		28	-		24.37		24.37	24.37	\$82.42	22.66%
		29	-		25.98		25.98	25.98	\$84.06	22.69%
		30	-		10.84		10.84	10.84	\$84.68	22.69%

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción																																																																																																				
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	<p>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 con respecto al monto de la inversión, al monto de conservación y mantenimiento, y a la demanda de tránsito, modificando las cifras del <b>-50% al 50%</b> respecto del valor programado. Los resultados se muestran en las tablas siguientes:</p> <p style="text-align: center;"><b>Análisis de sensibilidad al monto de la inversión</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SENSIBILIDAD A LA INVERSION</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>INCREMENTO (%)</th> <th>VPN (MDP)</th> <th>TIR (%)</th> <th>TRI (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50%</td><td>52.18</td><td>15.43%</td><td>14.01%</td></tr> <tr><td>40%</td><td>58.68</td><td>16.49%</td><td>15.01%</td></tr> <tr><td>30%</td><td>65.18</td><td>17.70%</td><td>16.16%</td></tr> <tr><td>20%</td><td>71.68</td><td>19.10%</td><td>17.51%</td></tr> <tr><td>10%</td><td>78.18</td><td>20.74%</td><td>19.10%</td></tr> <tr><td>0%</td><td>84.68</td><td>22.69%</td><td>21.01%</td></tr> <tr><td>-10%</td><td>91.18</td><td>25.07%</td><td>23.35%</td></tr> <tr><td>-20%</td><td>97.68</td><td>28.04%</td><td>26.26%</td></tr> <tr><td>-30%</td><td>104.18</td><td>31.85%</td><td>30.02%</td></tr> <tr><td>-40%</td><td>110.68</td><td>36.93%</td><td>35.02%</td></tr> <tr><td>-50%</td><td>117.18</td><td>44.05%</td><td>42.02%</td></tr> <tr> <td><b>130.28%</b></td> <td><b>\$0.00</b></td> <td><b>10.00%</b></td> <td><b>9.12%</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Este análisis de sensibilidad muestra que aumentando en un <b>130.28%</b> el monto de la inversión, <b>el proyecto deja de ser rentable económicamente, cuando la TRI es de 9.12%, el VPN es igual a 0.00 y la TIR con 10.0%.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SENSIBILIDAD A LOS COSTOS DE CONSERVACION</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>INCREMENTO (%)</th> <th>VPN (MDP)</th> <th>TIR (%)</th> <th>TRI (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50%</td><td>82.17</td><td>22.52%</td><td>21.05%</td></tr> <tr><td>40%</td><td>82.67</td><td>22.55%</td><td>21.04%</td></tr> <tr><td>30%</td><td>83.17</td><td>22.59%</td><td>21.03%</td></tr> <tr><td>20%</td><td>83.68</td><td>22.62%</td><td>21.03%</td></tr> <tr><td>10%</td><td>84.18</td><td>22.66%</td><td>21.02%</td></tr> <tr><td>0%</td><td>84.68</td><td>22.69%</td><td>21.01%</td></tr> <tr><td>-10%</td><td>85.19</td><td>22.73%</td><td>21.00%</td></tr> <tr><td>-20%</td><td>85.69</td><td>22.76%</td><td>21.00%</td></tr> <tr><td>-30%</td><td>86.19</td><td>22.80%</td><td>20.99%</td></tr> <tr><td>-40%</td><td>86.69</td><td>22.83%</td><td>20.98%</td></tr> <tr><td>-50%</td><td>87.20</td><td>22.87%</td><td>20.98%</td></tr> </tbody> </table>	INCREMENTO (%)	VPN (MDP)	TIR (%)	TRI (%)	50%	52.18	15.43%	14.01%	40%	58.68	16.49%	15.01%	30%	65.18	17.70%	16.16%	20%	71.68	19.10%	17.51%	10%	78.18	20.74%	19.10%	0%	84.68	22.69%	21.01%	-10%	91.18	25.07%	23.35%	-20%	97.68	28.04%	26.26%	-30%	104.18	31.85%	30.02%	-40%	110.68	36.93%	35.02%	-50%	117.18	44.05%	42.02%	<b>130.28%</b>	<b>\$0.00</b>	<b>10.00%</b>	<b>9.12%</b>	INCREMENTO (%)	VPN (MDP)	TIR (%)	TRI (%)	50%	82.17	22.52%	21.05%	40%	82.67	22.55%	21.04%	30%	83.17	22.59%	21.03%	20%	83.68	22.62%	21.03%	10%	84.18	22.66%	21.02%	0%	84.68	22.69%	21.01%	-10%	85.19	22.73%	21.00%	-20%	85.69	22.76%	21.00%	-30%	86.19	22.80%	20.99%	-40%	86.69	22.83%	20.98%	-50%	87.20	22.87%	20.98%
INCREMENTO (%)	VPN (MDP)	TIR (%)	TRI (%)																																																																																																			
50%	52.18	15.43%	14.01%																																																																																																			
40%	58.68	16.49%	15.01%																																																																																																			
30%	65.18	17.70%	16.16%																																																																																																			
20%	71.68	19.10%	17.51%																																																																																																			
10%	78.18	20.74%	19.10%																																																																																																			
0%	84.68	22.69%	21.01%																																																																																																			
-10%	91.18	25.07%	23.35%																																																																																																			
-20%	97.68	28.04%	26.26%																																																																																																			
-30%	104.18	31.85%	30.02%																																																																																																			
-40%	110.68	36.93%	35.02%																																																																																																			
-50%	117.18	44.05%	42.02%																																																																																																			
<b>130.28%</b>	<b>\$0.00</b>	<b>10.00%</b>	<b>9.12%</b>																																																																																																			
INCREMENTO (%)	VPN (MDP)	TIR (%)	TRI (%)																																																																																																			
50%	82.17	22.52%	21.05%																																																																																																			
40%	82.67	22.55%	21.04%																																																																																																			
30%	83.17	22.59%	21.03%																																																																																																			
20%	83.68	22.62%	21.03%																																																																																																			
10%	84.18	22.66%	21.02%																																																																																																			
0%	84.68	22.69%	21.01%																																																																																																			
-10%	85.19	22.73%	21.00%																																																																																																			
-20%	85.69	22.76%	21.00%																																																																																																			
-30%	86.19	22.80%	20.99%																																																																																																			
-40%	86.69	22.83%	20.98%																																																																																																			
-50%	87.20	22.87%	20.98%																																																																																																			

<b>1683.86%</b>	<b>\$0.00</b>	<b>10.00%</b>	<b>22.22%</b>
-----------------	---------------	---------------	---------------

Este análisis muestra que aumentando en 50% los costos de mantenimiento, el proyecto sigue siendo rentable económicamente. Se observa poca sensibilidad de los indicadores a los costos de mantenimiento, al aumentar el costo de mantenimiento a 1,683.86% el proyecto deja de ser rentable con VPN de 0.00 y una TRI de 22.22%.

**Análisis de sensibilidad a la demanda**  
**SENSIBILIDAD A LA DEMANDA**

<b>INCREMENTO (%)</b>	<b>VPN (MDP)</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>TRI (%)</b>
50%	162.04	33.46%	31.48%
40%	146.57	31.32%	29.39%
30%	131.10	29.18%	27.29%
20%	115.63	27.03%	25.20%
10%	100.15	24.87%	23.11%
0%	84.68	22.69%	21.01%
-10%	69.21	20.50%	18.92%
-20%	53.74	18.28%	16.82%
-30%	38.27	16.01%	14.73%
-40%	22.80	13.68%	12.64%
-50%	7.33	11.22%	10.54%
<b>-54.74%</b>	<b>\$0.00</b>	<b>10.00%</b>	<b>9.55%</b>

Este análisis muestra que al disminuir la demanda en un -54.74%, el proyecto deja de ser rentable, con un VPN igual a 0.00 y la TRI del 9.55%.





## 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.

Criterios que Intervienen en la Metodología de Evaluación Económica de Rehabilitación de Caminos Rurales.; IMT Publicación Técnica no. 147, Sanfandila, Qro., 2000.

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

Boletín Notas 182, Artículo 1, ENERO-FEBRERO de 2020, de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)

Boletín Notas 186, Artículo 1, ENERO-FEBRERO de 2021, de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)

Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2016, José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, José Alejandro González García y Salvador Hernández García; IMT Publicación Técnica 471.

Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2016, José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, José Alejandro González García y Salvador Hernández García; IMT Publicación Técnica 471.

Catálogo de Localidades: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>

Enciclopedia de los Municipios: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>

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](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio)

Actividades productivas por municipio: <http://www.snim.rami.gob.mx/>

## Responsables de la Información

**Ramo:** Comunicaciones y Transportes

**Entidad:** Estado de México

**Área Responsable:** Dirección General de Vialidad.

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

Nombre	Cargo*	Fecha
Ing. Ramón Sabás Jiménez Fonseca	Director de Coordinación y Supervisión de Obras	03/03/2021

Versión	Fecha
2	03/03/2021

\*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.