

ANALISIS COSTO BENEFICIO ¹

“Construcción de Paso Superior Vehicular en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate, municipio de Temoaya”

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

Índice

II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	6
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	6
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA	9
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	12
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	15
III. SITUACIÓN SIN EL PPI	25
A) OPTIMIZACIONES.....	25
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA	27
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	28
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	36
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	50
IV. SITUACIÓN CON EL PPI	57
A) DESCRIPCIÓN GENERAL	57
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	68
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	69
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	71
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	72
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO.	76
G) CAPACIDAD INSTALADA.....	76
H) VIDA ÚTIL	80
I) ASPECTOS MÁS RELEVANTES	81
J) ANÁLISIS DE LA OFERTA	81
K) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	83
L) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	91
V. EVALUACIÓN DEL PPI.....	105
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	105
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.....	112
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	115
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	116
E) ANÁLISIS DE RIESGOS.....	117
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
VII. BIBLIOGRAFÍA	119

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo del proyecto consiste en resolver la problemática vehicular que origina la demanda vehicular con relación al actual diseño operacional del cruce a nivel entre el camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco.

Con la elaboración del proyecto se proporcionara un paso rápido y seguro, tanto para los automovilistas, como los peatones que radican o trabajan en la zona, con el fin de agilizar la movilidad intraurbana e interurbana generando una conexión entre los municipios de Toluca, Temoaya, Otzolotepec y Xonacatlán, convirtiendo a esta arteria como una vía principal que mantenga un flujo continuo en este cruce, terminando así con la problemática de congestión de la zona de influencia y genere un impacto importante en la zona metropolitana de Toluca.

Se pretende que con el proyecto al conectarse con la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco, el municipio de Temoaya tenga un desarrollo estratégico desde el punto de vista del desarrollo de asentamiento de humanos debido a la cercanía a zonas de alta dinámica económica por la colindancia con zonas urbanas, , así como que los habitantes cercanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en esta zona y favorezca el desarrollo económico y la capacidad productiva y movilidad.

Mediante la implantación del proyecto se pretende reducir los Costos Generalizados de Viaje (CGV) adición de la reducción de los Costos Operativos Vehiculares (COV) y los Costos de Tiempo de Recorrido (CTR).

Problemática Identificada

El diseño operacional a nivel del cruce del camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco ha quedado rebasado por un nivel de servicio deficiente debido a la alta afluencia de vehículos lo cual provoca conflicto vehicular en dicho cruce. La oferta física en situación actual contribuye a incrementar de costos totales de operación de los usuarios, los niveles de inseguridad operativa, así como tiempo de traslados.

Breve descripción del PPI

El proyecto consiste en resolver a desnivel dos de los principales movimientos de corto y largo itinerario del tránsito vehicular, que circula en el camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate, por medio de la construcción de un puente superior vehicular (PSV) de dos carriles uno para cada sentido de circulación a fin de evitar el cruce con la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco y que atienda el tránsito de corto y largo itinerario, del camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate.

En este entronque no se cuenta con una evidencia de accidentes. La SCT cuenta con un anuario estadístico de accidentabilidad únicamente para carreteras Federales, por lo que no se cuenta con dicha información para las dos carreteras involucradas en el proyecto debido a que estas son de jurisdicción estatal.

El puente vehicular formará parte de la red carretera municipal y regional de la zona, dicha obra está a cargo de Junta de Caminos del Estado de México, teniendo trabajos consistentes en terracerías, estructuras, drenaje y subdrenaje, pavimentos, señalamiento y dispositivos de seguridad, alumbrado público y obras inducidas; cuyos beneficios son:

- Hacer más fluido el tránsito vehicular.
- Reducción de tiempos en el cruce del entronque.
- Reducción de los costos totales de operación de los vehículos que transitan la zona.
- Reducción de la pérdida de horas hombre.
- Reducción de la contaminación ambiental, al recorrer el tramo con la velocidad de diseño.
- Mejorar los niveles de servicio.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

Se llevó a cabo un análisis Costo Beneficio con el objetivo de evaluar la viabilidad de Puente Superior Vehicular (PSV) en el entronque de las carreteras Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco. Esta evaluación se realizó para un horizonte de 50 años.

Descripción de los principales costos del PPI

Los costos del proyecto corresponden a todos los trabajos de obra relacionados a la construcción del PSV, con el objeto de atender a los usuarios a través de un buen servicio.

CONCEPTO	IMPORTE CON IVA
• Terracerías	\$29,989,834.38
• Estructuras	\$10,504,116.68
• Drenaje y subdrenaje	\$3,367,636.60
• Pavimentos	\$7,641,247.70
• Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,784,120.63
• Alumbrado publico	\$4,808,664.00
• Obras inducidas	\$1,804,380.00
Monto total del proyecto	\$59,900,000.00

Se planea que los recursos provendrán del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD)

Descripción de los principales beneficios del PPI

Con el desarrollo del proyecto se podrá proporcionar un mejor servicio a los usuarios de las carreteras Toluca – Temoaya y la carretera Amomolulco – Xonacatlán- Presa Álzate, disminuyendo con esto los CGV.

Beneficios por ahorro en Costos de Operación Vehicular (COV).

Beneficios por disminución de tiempos de recorrido de vehículos automotores al aumentar la velocidad de los vehículos y acotar las distancias

Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.

Mejorar los niveles de servicio de las vialidades existentes y permitir que el nuevo PSV mantenga un nivel de servicio bueno a lo largo del horizonte de evaluación.

Otros beneficios, que no se cuantificaron, son: reducción de accidentes, reducción en la contaminación ambiental y la seguridad y el confort que percibe el usuario.

Monto total de inversión (con IVA)

Monto sin IVA = \$51,637,931.03

IVA = \$8,262,068.96

Monto Total de Obra = \$59,900,000.00

Financiados mediante del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD)

Riesgos asociados al PPI

El principal riesgo es el de la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto; lo que repercutiría en un atraso en los tiempos de entrega de la obra.

Otros riesgos es la disminución en la demanda a causa de las condiciones actuales de la carretera, así mismo retraso en la entrega de las obras por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución, teniendo como consecuencia la falta de continuidad estratégica del proyecto.

En caso de presentarse retraso en los tiempos de ejecución y entrega del proyecto por cuestiones ligadas directamente al contratista se incrementaría su costo y los tiempos de ejecución.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)	\$55,554,210.31
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.85%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.34%

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Del análisis de indicadores de rentabilidad se obtuvo que el Valor Presente Neto sea positivo. La relación de las tasas de rentabilidad es mayor al 10%, por lo que se concluye que el proyecto es rentable y factible de realizarse desde el primer año.

Presenta ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación vehicular en comparación con la inversión requerida. Mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario, al garantizar una circulación rápida, fluida y segura de los vehículos.

En síntesis, con el proyecto beneficiara en los siguientes aspectos:

- Hacer más fluido el tránsito vehicular.
- Aumentar las velocidades de operación.
- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
- Disminuir la posibilidad de accidentes.
- Mejorar los niveles de servicio.

De acuerdo con la información presentada y con los indicadores socioeconómicos obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto ya que la sociedad en su conjunto obtiene mayores beneficios que los costos asociados.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El proyecto del "PSV en el entronque de las carreteras (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco y Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate" se localiza en el municipio de Temoaya, en el Estado de México, desarrollándose básicamente sobre la carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate, mejorando los niveles de servicio de estas vías involucradas considerando a Temoaya como parte integral de la movilidad en la zona norte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con el fin de movilizar personas, servicios y bienes entre los municipios de Toluca, Temoaya, Oztolotepec y Xonacatlán, convirtiendo a esta arteria como una vía principal que mantenga un flujo continuo en este cruce, terminando así con la problemática de congestión de la zona de influencia y genere un impacto metropolitano (ZMVT).

Diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, de trabajo e incluso de salud, por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

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

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

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) que incluye la capital del estado, es un punto donde se articulan los principales ejes carreteros, ferroviarios y aéreos de la entidad; convergiendo las carreteras que conectan con los puntos comerciales más importantes del occidente-centro, como son Morelia, Lázaro Cárdenas, Guadalajara, Manzanillo y conectando por toda la costa del Pacífico con la del Zona Centro del país, en la cual se incluye a la Ciudad de México.

El municipio de Temoaya se localiza en la zona centro del Estado de México, se ubica a 29.2 km. al norte de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México y cuenta con una superficie de 191.26 km², que representa el 0.85% del territorio estatal y colinda con los siguientes municipios: al norte con Jiquipilco y Nicolás Romero, al sur con Toluca y Oztolotepec, al este con Isidro Fabela, Jilotzingo y Oztolotepec y al poniente con Ixtlahuaca y Almoloya de Juárez. Tiene una altura de 3,500 metros sobre el nivel del mar y entre sus principales elevaciones destacan los cerros: Gordo, Los Lobos, Xitoxi, Nepeni, Catedral, Cervantes, Las Tablas y Las Navajas.

La zona en estudio trata de una intersección entre dos vías generales de comunicación que son: Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco. La problemática en la intersección es que ambas carreteras son muy transitadas por los habitantes de dichos municipios, lo que ocasiona que se genere conflicto vehicular en dicho cruce, pues en este se presentan 12 diferentes movimientos en los cuales se transita con lentitud, originándose un congestionamiento vehicular debido a las bajas velocidades con que se circula, el cual se ve agravado debido a la presencia de asentamientos de locales comerciales y de casas habitación, equipamiento urbano como la escuela primaria y jardín de niños Emiliano Zapata.

Ambas carreteras se encuentran pavimentadas actualmente sobre las que se pueden observar baches profundos debido a la demanda vehicular, las guarniciones y banquetas de la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco se encuentran en buen estado, sin embargo, la carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate presenta guarniciones solo en tramos aislados, principalmente en las inmediaciones de la escuela Emiliano Zapata.

Actualmente no se da un buen servicio a los usuarios debido al ancho de calzada del camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate, razón por la cual se planteó el proyecto de ampliación a cuatro carriles de dicha carretera, sin embargo, únicamente esta ampliación esta de la intersección hacia Xonacatlán y de la intersección hacia presa Álzate sigue siendo de dos carriles, y en ese punto se hace un cuello de botella. A lo que se hace difícil que se puedan efectuar los doce movimientos con seguridad, pudiéndose realizar con seguridad solo los movimientos derechos y con mediana seguridad los movimientos de frente de la Toluca – Temoaya, teniendo riesgos en los demás movimientos. Por lo que se requiere de dar solución a los demás movimientos para que en conjunto con la ampliación se solucione el problema de

demanda y permita un paso rápido y seguro, tanto para los automovilistas, como para los peatones que radican o trabajan en la zona de estudio.

Algunas de las problemáticas viales identificadas en la intersección son:

- Saturación vial por tránsito intenso en horas pico
- Ocupación de banquetas y carriles laterales para comercios ambulantes y como estacionamiento debido a la presencia de varios negocios comerciales, así como viveros, los cuales son muy concurridos.
- Presencia de parada de taxis.
- Tránsito de transporte pesado

La afectación de ineficiencia operativa de la intersección a nivel de ambas carreteras afecta tanto a tránsito local como aquellos vehículos de largo itinerario, principalmente vehículos de carga pesada, así como a los visitantes que se dirigen a Temoaya.

Ilustración 1 Vista desde el sentido Xonacatlán - Presa Álzate



Fuente: Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 2 Vista del Movimiento de Toluca con dirección a Presa Álzate



Fuente: Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 3 Vista desde el sentido Presa Álzate- Xonacatlán



Fuente: Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 4 Vista del Cruce del camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate



Fuente: Junta de Caminos del Estado de México

Debido a la diferencia de secciones que presenta el camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate se presenta un cuello de botella en el cruce, esto a causa de que la vialidad cambia de 4 carriles de circulación, dos para cada sentido a una sección de 2 carriles de circulación, uno para cada sentido.

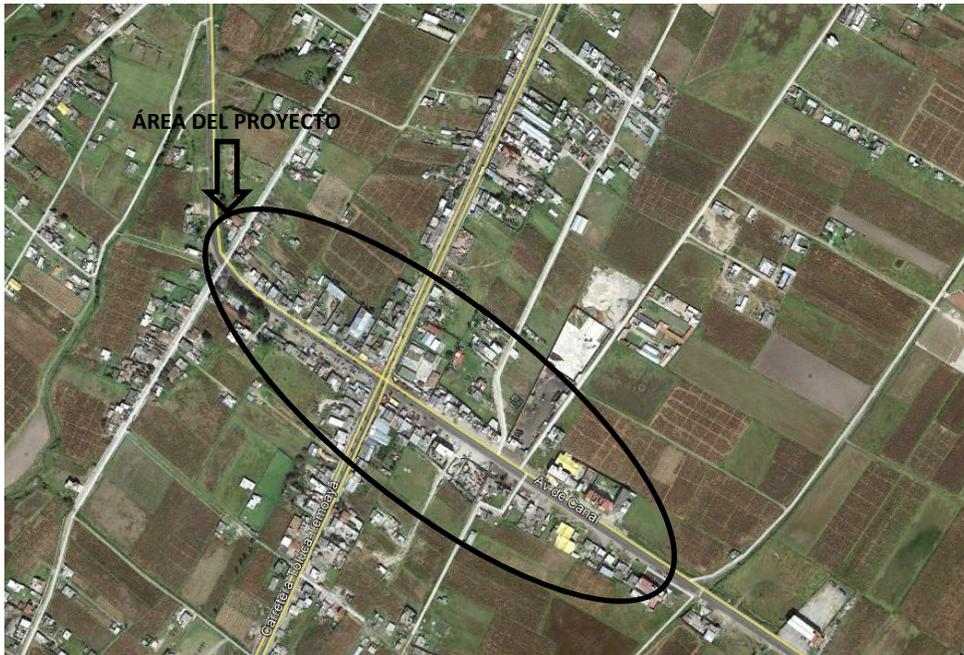
b) Análisis de la Oferta

Las condiciones de la “Oferta” se definen como las características físicas y geométricas que presentan las vialidades. Para el análisis de la “Oferta”

El área de influencia de esta intersección a nivel tiene una longitud aproximada de 675.0 metros, el camino Amomolulco-Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate tiene una extensión aproximada de 1.5 kilómetros en el tramo que va desde la Av. Estado de México y la calle Prolongación general Lázaro Cárdenas, corre en sentido sureste- noroeste y noroeste- sureste en el municipio de Temoaya.

En el mapa siguiente se muestra la zona donde se llevará a cabo el proyecto seguido del perfil de elevación y las características de la oferta existente.

Ilustración 5 Área de influencia del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Coordenadas geográficas

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate		
Localización	Latitud	Longitud
Inicio	19.438720°	-99.602887°
Fin	19.442354°	-99.607870°

Fuente: Elaboración propia

La red vial existente en la zona cuenta con vialidades primarias de gran importancia como es el camino Amomolulco-Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate carretera y la carretera Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco para el paso vehicular de corto y largo itinerario.

Ilustración 6 Perfil de elevaciones del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Se cuenta con una intersección de las carreteras (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco y Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate, las cuales se encuentran pavimentadas de concreto asfáltico, presentando baches superficiales los cuales se han ido agravando con las lluvias y el tránsito de la zona. Debido a la demanda en ambas carreteras, se presenta un conflicto vehicular en dicho cruce, que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje así, como en los costos de Operación.

Condiciones de señalamiento. Si bien en términos generales el trazo de la Vialidad registra buenas condiciones de señalamiento tanto vertical como horizontal; el cruce a nivel señalado carece de señalamientos verticales y horizontales, lo cual incrementa el riesgo operativo del tránsito vehicular.

Tabla 2 Características físicas y geométricas en la situación actual Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate	
	Sentido 1 (Xona- Presa Álzate)	Sentido 2 (Presa Álzate- Xona)
Longitud del tramo (km)	675 metros	675 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2, después del cruce se reduce a 1	1, después del cruce se incrementa a 2
Ancho de calzada (m)	Variable desde 7.0 m hasta 3.3 m	Variable desde 7.0 m hasta 3.5 m
Ancho de carril (m)	3.30	3.30
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	6	6
Pendiente media ascendente (%)	2.80 %	1.65%
Pendiente media descendente (%)	1.65 %	2.80 %
Proporción de viaje ascendente (%)	37.04 %	62.96%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2604	2604
Curvatura horizontal máxima (grados)	0	0
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	Malo	Malo
Camellón	Antes de cruce	Después del cruce
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	21.62 km/h	22.90 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	01:53 minutos	01:47 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	27.19 km/h	28.80 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	01:30 minutos	01:25 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	31.81 km/h	34.20 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	01:17 minutos	01:11 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Características físicas y geométricas en la situación actual (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	(Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco	
	Sentido 1 (Toluca- Temoaya)	Sentido 2 (Temoaya- Toluca)
Longitud del tramo (km)	300 metros	300 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2	2
Ancho de calzada (m)	7.0 metros	7.0 metros
Ancho de carril (m)	3.50 metros	3.50 metros
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	6	6
Pendiente media ascendente (%)	2.80 %	1.65%
Pendiente media descendente (%)	3.64	4.44 %
Proporción de viaje ascendente (%)	4.44	3.64%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2605	2605
Curvatura horizontal máxima (grados)	0	0
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	Malo	Malo
Camellón	Si de 0.5 m de ancho	Si de 0.5 m de ancho
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	46.58 km/h	47.96 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	00:52 minutos	00:51 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	50.25 km/h	51.75 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	00:48 minutos	00:47 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	55.43 km/h	55.25 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	00.44 minutos	00:44 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Situación de la Semaforización en la intersección.

El camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco son de las vialidades principales en el municipio de Temoaya. La combinación de la transformación de los usos comerciales y habitacionales genera aglomeraciones vehiculares e inseguridad operativa en los movimientos direccionales vehiculares en el cruce a nivel. Este proceso de congestión ubica a este punto con un nivel de servicio con clasificación “C”, lo cual provoca retrasos vehiculares especialmente en horas de mayor demanda.

Actualmente, el cruce vehicular para los sentidos Sureste- Noroeste (Dirección a Presa Álzate) y Noroeste- Sureste (Dirección a Xonacatlán) sobre el camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate en el municipio de Temoaya en la Zona Metropolitana de Toluca se realiza a nivel, mediante una solución semaforizadas, actualmente el cruce cuenta con un tiempo de semaforización de 80 segundos aproximadamente (4 ciclos de 20 segundos).

Esta situación presenta problemas tales como altos costos Generalizados de Viaje – CGV, caracterizados por bajas velocidades, altos tiempos de cruce para los usuarios, altos costos operacionales para los usuarios que transitan por este cruce vial, esto debido a que el esquema operacional de los equipos de semáforos no está acorde con la demanda de tránsito que circula en estas vialidades, lo cual es a su vez ocasionado por los siguientes factores:

- Circulación de altos volúmenes vehiculares.
- Los tiempos de las fases de los semáforos funcionan de manera fija, es decir, no operan con relación a la demanda vehicular de las dos vialidades.
- La operación del equipo de semáforos no está coordinada con la de las intersecciones más próximas, cuyo flujo vehicular también está regulado por semáforos.

De lo anterior se tiene como resultado:

- Acumulación de vehículos en la intersección tanto en camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate como en la carretera (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco.
- Incremento del tiempo de recorrido para cruzar la intersección

- Aumento de los costos de viaje de los usuarios, por incremento en el consumo de combustible.
- Aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero generado por los vehículos automotores, por el desarrollo de bajas velocidades de recorrido.

Por otra parte, se consultaron para una mayor referencia la publicación realizada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en lo que se refiere a las capacidades y niveles de servicios de la red de carreteras federales libre en el Estado de México².

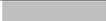
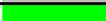
En esta publicación, el grado de calidad de servicio que prevalece en cada tramo de la red carretera, se mide cuantitativa y cualitativamente mediante el cálculo de los niveles de servicio, los cuales orientan el establecimiento de políticas acordes con las necesidades socioeconómicas para la planeación, modernización y conservación de la infraestructura carretera. Dicha publicación, destaca que más del 56.8% de las vías libres se encuentran en niveles de servicio E y F.

c) **Análisis de la Demanda**

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula dos tipos de demanda:

- I. La demanda exclusiva de vehículos que utilizaran la oferta en las vialidades que integran la intersección y sus correspondientes movimientos direccionales
- II. La demanda de vehículos que utiliza el camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate en sentido Sureste-Noroeste (Dirección a Presa Álzate) y Noroeste- Sureste (Dirección a Xonacatlán).

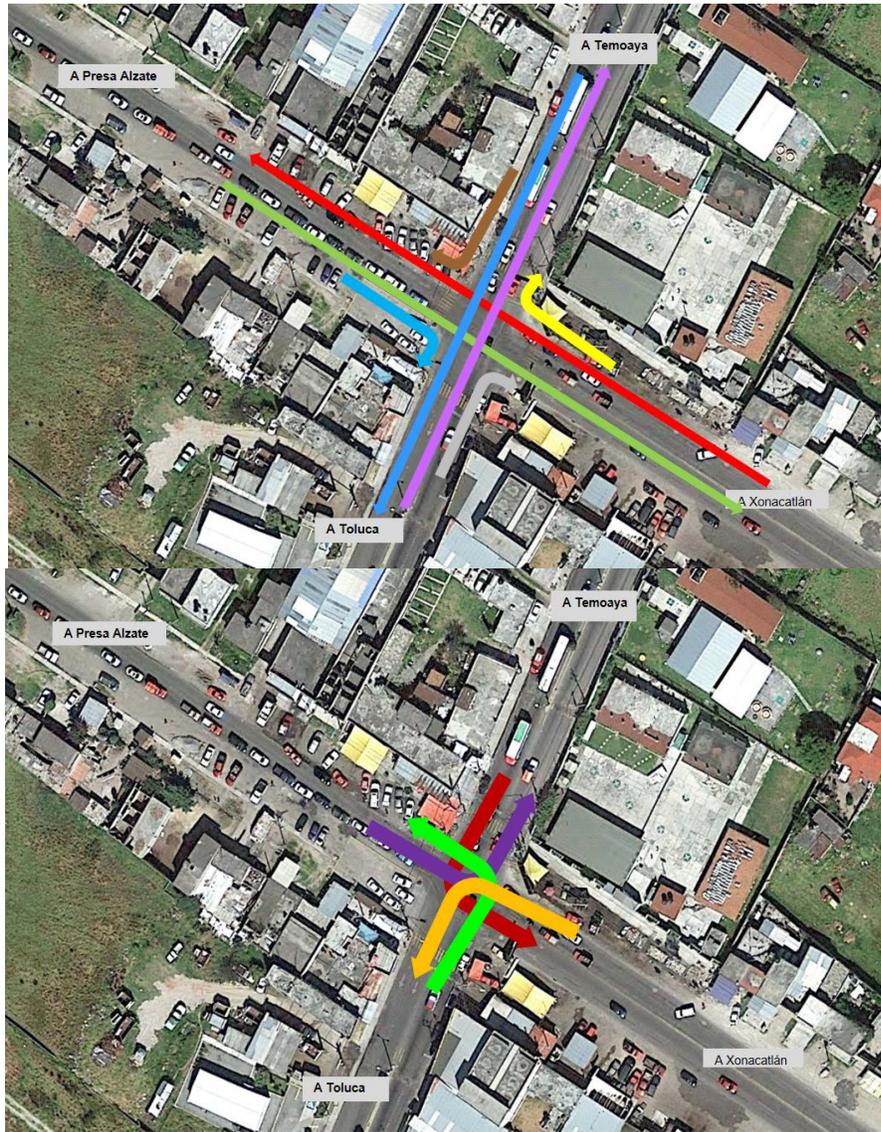
Tabla 4. Movimientos direccionales

No. Mov.	Infraestructura	Origen	Destino	Simbología	TDPA
1	A nivel	Xonacatlán	Presa Álzate		2,428
2	A nivel	Presa Álzate	Xonacatlán		3,462
3	A nivel	Toluca	Temoaya		5,022
4	A nivel	Temoaya	Toluca		3,284
5	A nivel	Xonacatlán	Toluca		1,143
6	A nivel	Xonacatlán	Temoaya		2,801
7	A nivel	Presa Álzate	Toluca		753
8	A nivel	Presa Álzate	Temoaya		804
9	A nivel	Toluca	Xonacatlán		886
10	A nivel	Toluca	Presa Álzate		1,223
11	A nivel	Temoaya	Xonacatlán		2,934
12	A nivel	Temoaya	Presa Álzate		962

Fuente: elaboración propia

² <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Capacidades/2014>.

Ilustración 7 Movimientos Direccionales a Nivel



Fuente: Elaboración propia

Como referencia a la construcción del PSV se realizó un estudio de aforos en sentido Xonacatlán – Presa Álzate (Sureste-Noroeste) y Presa Álzate- Xonacatlán (Noroeste- Sureste) en el entronque de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate a fin de determinar los horarios de baja, media y alta demanda.

Transito Diario Promedio Anual

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

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2021, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 5 TDPA proyecto

No. Mov.	Origen	Destino	TDPA
1	Xonacatlán	Presa Álzate	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	3,462
3	Toluca	Temoaya	5,022
4	Temoaya	Toluca	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	753
8	Presa Álzate	Temoaya	804
9	Toluca	Xonacatlán	886
10	Toluca	Presa Álzate	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	962
TOTAL			25,702

Fuente: Elaboración propia

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta, media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el tránsito diario promedio anual por periodo de congestión de cada uno de los movimientos del cruce en cuestión.

Tabla 6 Periodización de 12 Movimientos

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión			
			Alta	Media	Baja	Total
1	Xonacatlán	Presa Álzate	1,800	563	65	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	2,700	563	199	3,462
3	Toluca	Temoaya	4,241	600	181	5,022
4	Temoaya	Toluca	2,497	743	44	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	885	215	43	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,234	468	99	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	606	109	38	753
8	Presa Álzate	Temoaya	610	131	63	804
9	Toluca	Xonacatlán	612	244	30	886
10	Toluca	Presa Álzate	909	281	33	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,401	493	40	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	810	124	20	954
TOTAL			20,305	4,534	855	25,694

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 7 Composición vehicular

No. Mov.	Origen	Destino	Periodización		
			A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	98.27%	0.42%	1.31%

No. Mov.	Origen	Destino	Periodización		
			A	B	C
2	Presa Álzate	Xonacatlán	98.06%	0.37%	1.57%
3	Toluca	Temoaya	93.92%	0.30%	5.78%
4	Temoaya	Toluca	98.07%	0.16%	1.77%
5	Xonacatlán	Toluca	98.64%	0.00%	1.36%
6	Xonacatlán	Temoaya	95.38%	0.23%	4.39%
7	Presa Álzate	Toluca	97.27%	2.12%	0.61%
8	Presa Álzate	Temoaya	97.80%	0.00%	2.20%
9	Toluca	Xonacatlán	99.73%	0.00%	0.27%
10	Toluca	Presa Álzate	96.09%	1.31%	2.60%
11	Temoaya	Xonacatlán	97.33%	0.26%	2.41%
12	Temoaya	Presa Álzate	100.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

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

Tabla 8 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

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

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Problemática:

Debido al rezago en infraestructura educativa, principalmente a nivel medio superior, así como la falta de fuentes de empleo, los habitantes del municipio de Temoaya se ven obligados a trasladarse a otros municipios.

El camino Amomolulco-Xonacatlán- Presa Álzate, representa gran importancia ya que comunica al municipio de Temoaya con Ixtlahuaca, Oztoltepec, Xonacatlán y Naucalpan e intersecta con la Autopista Toluca-Atacomulco permitiendo el intercambio de servicios entre dichos municipios.

Sin embargo, el cruce del camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa José Antonio Álzate y la carretera (Toluca- Naucalpan)-Temoaya – Jiquipilco ha quedado rebasado debido a la alta afluencia de vehículos lo cual provoca conflicto vehicular en dicho cruce, que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje así, como en los costos de Operación. La oferta física en situación actual contribuye a incrementar de costos totales de operación de los usuarios, los niveles de inseguridad operativa, así como tiempo de traslados debido a las condiciones en que se encuentra la superficie de rodamiento presentando baches y agrietamientos, y altos tiempos de espera, de igual forma el cruce cuenta con un tiempo de semaforización de 80 segundos aproximadamente (4 ciclos de 20 segundos) mismos que no periten un el cruce de moderado de vehículos ocasionando filas e incrementando el tiempo de espera, debido a que el cruce se realiza en aproximadamente 3 repeticiones de ciclos dando un total de 4 minutos de espera, sin embargo debido a que estos ciclos no se encuentran programadas en función de la demanda algunos movimientos se ven subutilizados incrementando segundos en el tiempo de espera del cruce.

Aunado a lo anterior se presenta la ocupación de banquetas y carriles laterales para comercios ambulantes y como estacionamiento debido a la presencia de varios negocios comerciales, así como viveros, y la presencia de parada de taxis, los cuales son muy concurridos.

Por lo tanto, la transitabilidad de los usuarios se ve afectada debido a que se ven obligados a reducir sus velocidades y aumentar sus tiempos de traslado para llegar a su zona de destino, ya sea para servicios básicos de salud, educación, vivienda, turismo, comercio, entre otros.

Estos problemas ocasionan que los costos generalizados de viaje se eleven significativamente, por lo tanto, se pretenden realizar las actividades correspondientes a la construcción de un PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate con el objetivo de agilizar al menos dos movimientos sobre la carretera antes mencionada y así evitar lo antes descrito.

Como se observa la demanda actual de la intersección supera la capacidad de las carreteras existentes, por lo que no se da solución a los movimientos vehiculares actuales, por lo que las velocidades de circulación de los vehículos se ven afectadas, teniendo dos carreteras cuyo nivel de servicio va en decremento. Dada la situación actual los CGV son altos como consecuencia de las condiciones físicas y demanda actual, situación que se verá agravada a futuro debido al crecimiento constante de la región de seguir manteniendo las condiciones actuales, lo que ira generando un aumento de los CGV.

Velocidad y tiempo de recorrido

El estado físico, el nivel de congestión y las características geométricas de una carretera tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado y congestionado.

Las velocidades actuales de circulación en la intersección son bajas debido al congestionamiento que se presenta actualmente como consecuencia de las características geométricas de ambas carreteras, presentándose mayores velocidades sobre la carretera Toluca- Temoaya debido a que esta cuenta con 4 carriles de circulación a diferencia de la carretera Amomolulco-Xonacatlán-Presa Álzate, la cual cuenta con solo un carril por sentido.

De acuerdo a los recorridos ejercidos por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México en cada uno de sentidos del proyecto se obtuvieron las velocidades de recorrido para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C con la metodología de vehículo flotante, las cuales son utilizadas para el Estudio Costo Beneficio del presente proyecto.

Método del vehículo flotante³

El método del vehículo flotante, consiste en cronometrar el tiempo de recorrido de cada tipo de vehículo. Los responsables del estudio de campo realizan esta medición por persecución, es decir se da seguimiento al tipo de vehículo que se está muestreando. Cuando se trate de vehículos de pasajeros, los responsables de medir los tiempos de recorrido se incorporan como usuarios en el vehículo objeto de la muestra, cronometrando los recorridos sin considerar los tiempos muertos por paradas continuas (ascenso y descenso de pasajeros, y tiempo para tomar algún refrigerio).

A continuación, se presenta una tabla con las velocidades de la situación actual considerando periodos de alta, media y baja congestión.

Tabla 9 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión

No. Mov.	Origen	Destino	Vehículo			
			Nivel de Congestión	A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	24.00	21.82	19.05
			Media	30.25	27.48	23.84
			Baja	34.95	32.14	28.35
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	24.83	23.53	20.34
			Media	32.73	28.13	25.53
			Baja	37.11	33.64	31.86
3	Toluca	Temoaya	Alta	48.00	46.75	45.00

³ Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214

No. Mov.	Origen	Destino	Vehículo			
			Nivel de Congestión	A	B	C
			Media	51.43	50.00	49.32
			Baja	57.17	55.38	53.73
4	Temoaya	Toluca	Alta	51.43	48.00	44.44
			Media	54.55	50.70	50.00
			Baja	59.02	54.55	52.17
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	31.58	29.97	28.35
			Media	35.29	33.03	30.77
			Baja	37.89	36.09	34.29
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	34.95	30.00	27.91
			Media	36.73	33.96	30.25
			Baja	39.13	36.00	33.03
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	32.14	29.75	25.90
			Media	33.96	31.58	28.13
			Baja	37.89	34.95	30.00
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	30.00	28.05	26.09
			Media	31.58	30.92	30.25
			Baja	37.50	34.68	31.86
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	30.00	28.96	27.91
			Media	33.03	31.64	30.25
			Baja	37.89	36.42	34.95
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	32.73	29.75	26.67
			Media	36.36	33.03	30.00
			Baja	39.56	36.00	34.29
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	31.30	28.13	25.90
			Media	34.62	31.58	28.50
			Baja	38.71	36.00	30.51
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	31.03	29.58	28.13
			Media	34.95	32.48	30.00
			Baja	38.30	36.80	35.29

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

La carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate presenta un nivel de servicio "B", que de seguir presentando las mismas condiciones el nivel de servicio ira disminuyendo con el tiempo a medida que disminuyan las velocidades de operación, como consecuencia de un aumento en el TPDA.

Tabla 10 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes, pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

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

Costos de Operación vehicular (Situación Actual)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial.

Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 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. El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente su vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Tabla 11 Costos de Operación Vehicular

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	\$6.21	\$16.87	\$11.58
			Media	\$6.10	\$16.83	\$11.56
			Baja	\$6.02	\$16.80	\$11.54
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	\$5.90	\$16.78	\$11.12
			Media	\$5.75	\$16.78	\$11.11
			Baja	\$5.68	\$16.78	\$11.11
3	Toluca	Temoaya	Alta	\$5.65	\$21.00	\$13.47
			Media	\$5.55	\$21.03	\$13.47
			Baja	\$5.40	\$21.06	\$13.48
4	Temoaya	Toluca	Alta	\$5.50	\$20.58	\$13.31
			Media	\$5.41	\$20.58	\$13.36
			Baja	\$5.30	\$20.58	\$13.38
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	\$5.75	\$16.22	\$10.74
			Media	\$5.69	\$16.20	\$10.72
			Baja	\$5.63	\$16.18	\$10.70
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	\$5.70	\$16.22	\$10.74
			Media	\$5.67	\$16.20	\$10.72
			Baja	\$5.62	\$16.18	\$10.71
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	\$5.72	\$16.62	\$10.89
			Media	\$5.69	\$16.62	\$10.89
			Baja	\$5.61	\$16.62	\$10.89
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	\$5.75	\$16.62	\$10.89
			Media	\$5.72	\$16.62	\$10.89
			Baja	\$5.61	\$16.62	\$10.88

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	\$6.09	\$20.88	\$13.44
			Media	\$5.99	\$20.90	\$13.44
			Baja	\$5.87	\$20.93	\$13.45
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	\$6.02	\$20.89	\$13.44
			Media	\$5.92	\$20.91	\$13.44
			Baja	\$5.82	\$20.93	\$13.45
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	\$5.93	\$20.58	\$13.16
			Media	\$5.84	\$20.58	\$13.18
			Baja	\$5.74	\$20.58	\$13.21
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	\$5.93	\$20.58	\$13.17
			Media	\$5.84	\$20.58	\$13.20
			Baja	\$5.76	\$20.58	\$13.24

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña movimientos.

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 12 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Actual

Vehículo ligero			
Características de la carretera		Movimiento 1	Movimiento 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	6.00	6.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)			
Selección del vehículo, tipo del vehículo		4.00	
Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	24.00	24.83
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16
Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Coo	Lubricantes	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.00	1.00
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo			
Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	6.00	6.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00	
---	------	--

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	21.82	23.53
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01
8. Co0	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIO0	VCURVE	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80

1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes			
Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	6.00	6.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaloración promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,604	2,604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	19.05	20.34
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

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

Tabla 13 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00

Características Valor Tiempo	
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Tabla 14 Costos Generalizados de Viaje - Situación Actual

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	COV	CTR	CGV
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	\$2,807,588.12	\$3,434,006.00	\$6,241,594.12
			Media	\$841,919.07	\$755,971.88	\$1,597,890.95
			Baja	\$97,224.28	\$80,921.38	\$178,145.66
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	\$4,175,539.31	\$5,011,187.48	\$9,186,726.79
			Media	\$828,213.56	\$694,845.88	\$1,523,059.44
			Baja	\$299,513.76	\$249,570.35	\$549,084.11
3	Toluca	Temoaya	Alta	\$6,658,255.16	\$5,047,257.00	\$11,705,512.16
			Media	\$810,759.52	\$445,996.26	\$1,256,755.78
			Baja	\$277,049.78	\$184,298.75	\$461,348.53
4	Temoaya	Toluca	Alta	\$3,605,952.32	\$2,210,054.12	\$5,816,006.44
			Media	\$1,016,120.79	\$534,647.64	\$1,550,768.43
			Baja	\$61,440.23	\$33,263.19	\$94,703.42
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	\$1,316,871.48	\$1,214,840.37	\$2,531,711.85
			Media	\$308,501.60	\$235,859.43	\$544,361.04
			Baja	\$62,850.27	\$49,153.98	\$112,004.25
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	\$3,394,721.89	\$3,542,090.22	\$6,936,812.12
			Media	\$651,017.28	\$491,032.18	\$1,142,049.46
			Baja	\$147,840.84	\$134,978.81	\$282,819.65
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	\$924,448.40	\$957,238.47	\$1,881,686.87
			Media	\$163,546.45	\$154,977.04	\$318,523.49
			Baja	\$57,912.15	\$53,337.93	\$111,250.08
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	\$912,749.29	\$937,892.30	\$1,850,641.59
			Media	\$187,144.40	\$159,227.52	\$346,371.92
			Baja	\$92,464.04	\$77,798.63	\$170,262.68
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	\$953,316.74	\$816,600.59	\$1,769,917.33
			Media	\$373,322.92	\$289,145.16	\$662,468.08
			Baja	\$45,291.65	\$31,699.98	\$76,991.63
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	\$1,485,459.49	\$1,497,438.48	\$2,982,897.97
			Media	\$428,029.61	\$340,869.82	\$768,899.43
			Baja	\$50,330.89	\$39,116.84	\$89,447.73
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	\$3,754,860.10	\$3,708,565.46	\$7,463,425.56
			Media	\$722,797.95	\$561,968.35	\$1,284,766.30
			Baja	\$60,507.59	\$49,142.21	\$109,649.79
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	\$1,224,519.34	\$1,024,499.98	\$2,249,019.32
			Media	\$184,860.39	\$139,246.16	\$324,106.55
			Baja	\$41,241.54	\$28,692.47	\$69,934.01
TOTAL				\$39,024,182.22	\$35,217,432.31	\$74,241,614.54

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Sit. Actual.

III. Situación sin el PPI

La presente evaluación plantea medidas de optimización u obras de tipo menor que contribuyan a elevar las condiciones de operación de los trazos de las vialidades en estudio. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base “sin proyecto optimizada”, para compararla con la situación “con proyecto”. Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto.

a) Optimizaciones

La propuesta de optimización del cruce vehicular de la carretera Toluca Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate, ubicado en el municipio de Temoaya, consiste en mantener la intersección a nivel con una solución semaforizada, pero a diferencia de la situación actual se pretende implementar un sistema de controlador. Este proceso consiste en la instalación de gabinetes en la esquina de la intersección ambas vialidades, el cual contiene una tarjeta electrónica que maneja un sistema de potencia para las luces del semáforo, así como una memoria interna para las secuencias de tiempos, y el control en general para coordinar 8 grupos de señales. Este grupo de señales se coordina con varios semáforos sobre ambas vialidades.

Debido a la demanda vehicular del cruce, la solución de semaforización omitió implementar algún modo aislado o por demanda. Por lo tanto, la solución semaforizada para este punto consiste en un modo coordinado, mediante un controlador maestro (remoto). Este sistema dispone una base de tiempo para varias intersecciones y los semáforos dan verde según el maestro les envíe la señal de offset que será programada por el encargado de vialidad.

En este caso, cada intersección debe tener la misma duración del ciclo o la señal del ciclo debería tener una frecuencia múltiplo de la frecuencia de las demás intersecciones que comparten la misma base de tiempo, esto con la finalidad de lograr la sincronización, tanto en la carretera Toluca – Temoaya como en la carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate.

Bajo este sistema de semaforización, un plano se le denomina al conjunto de ciclos iguales en el cual funciona un controlador determinada parte del día, según las condiciones del flujo por cada uno de sus afluentes. Sin embargo, para el caso de la optimización de la intersección que nos ocupa, se plantea una solución mediante semáforos que operan en modo por demanda, los cuales tienen ciclos variables que responden a la demanda máxima del cruce y a las horas valle durante todo el día y por lo tanto no tienen un plano definido. Si bien esta solución permite una mejoría en la velocidad, esta solución no necesariamente es la más indicada para el cruce a nivel evaluado, ya que si todas las intersecciones sincronizadas no manejan el mismo volumen de tráfico, como es este caso, es posible que alguna intersección se vea subutilizada en algún momento mientras espera un flujo vehicular.

Los trabajos necesarios para realizar una rehabilitación de semaforización con apego a la normatividad vigente contemplarían los siguientes conceptos:

- A. NOM-034-SCT2-2003, para instalación y puesta en operación de señalamiento vertical y horizontal del paso vehicular a nivel.
- B. Colocación de rayas con espaciamiento logarítmico en calles, de conformidad con el Proyecto de Norma N-PRY-CAR-10-01-002/99, “Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Vialidades”.
- C. Suministro, instalación, programación y puesta en operación, de dispositivos automáticos para semáforos de conformidad con la NOM-050-SCT2-2001, “Disposición de la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas” (Utilizaría la normatividad exclusivamente para semáforos).

Dentro de las medidas de optimización podrían mencionarse rubros como:

- Mejoramiento de superficie –riego de sello –
Las carpetas de un riego son las que se construyen sobre la superficie de una carpeta asfáltica, mediante la aplicación de un riego de material asfáltico y una capa de material pétreo triturado, de composición granulométrica determinada, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad de la superficie de roda dura. Sin que esto suponga un proceso de pavimentación completo.
- Acciones de bacheo general

Esta acción de optimización comprende el conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.

- **Mejoramiento de la señalización vertical en el camino**
Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer las señales verticales en la vialidad, cuando ya han perdido su capacidad de retro reflexión o han sufrido algún tipo de daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones de seguridad en lo que a señalamiento se refiere.
- **Revisión y adecuación de fases de semáforo, principalmente con movimiento direccionales (señalización horizontal)**
Norma N-PRY-CAR-10-01-001, Ejecución de Proyectos de Señalamiento. El señalamiento horizontal es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas podrán ser rayas, símbolos, leyendas o dispositivos.
- **Implementación de una normatividad vial que prohíba el estacionamiento de vehículos en puntos de conflictos vial**
Norma N-PRY-CAR-10-01-001, Ejecución de Proyectos de Señalamiento. PARA PROHIBICIÓN DEL ESTACIONAMIENTO (M-12.1). Para restringir el estacionamiento en paradas de autobuses, zonas de cruce de peatones, entradas a instalaciones de alta concurrencia peatonal, carriles en contrasentido y carriles exclusivos o donde existen señales restrictivas SR-22 "NO ESTACIONARSE", las guarniciones se pintarán de amarillo, como se muestra en las Figuras 4, 7, 10, 16, 17 y 22 de esta Norma.

Así mismo, dentro de esta sección se pueden plantear medidas de optimización u obras de tipo menor que contribuyan a elevar las condiciones de operación de las vialidades en estudio. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base "sin proyecto optimizada", para compararla con la situación "con proyecto". Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto.

A pesar de que esta alternativa podría mejorar las condiciones de operatividad y seguridad de la intersección vial a nivel, la realidad es que esta alternativa de eficiencia semaforizada representaría una solución parcial, ya que no resuelve los problemas de tránsito en lo que respecta a bajas velocidades de operación y elevados costos generalizados de viaje, contaminación ambiental, así como los posibles accidentes derivados del riesgo de diseño operativo.

Tabla 15 Costos medidas de optimización

No.	Componente	Costo
1	Mejoramiento a la superficie de rodamiento – riego de sello-.	\$1,012,676.40
2	Acciones de Bacheo en general	\$131,052.24
4	Mejoramiento de la señalización horizontal del camino	\$599,000.00
5	Revisión y adecuación de fases de semáforo	\$1,299,268.00
7	Eliminar estacionamiento de vehículos en puntos de congestión vial	-
	SUBTOTAL	\$3,041,996.64
	IVA 16 %	\$486,719.46
	TOTAL	\$3,528,716.10

Fuente: Elaboración propia

b) Análisis de la Oferta

La oferta está integrada por la optimización de infraestructura mediante señalización en el cruce de las carreteras Toluca Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate, con un mantenimiento continuo a la carpeta asfáltica al realizar trabajos de bacheo y señalamiento.

En relación a la oferta del entronque de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate, ésta seguirá sin cambio aun implementando la normativa vial que prohíba el estacionamiento de vehículos en banquetas y carriles laterales, sin embargo, la condición del conflicto vehicular seguirá presentándose en caso de no realizarse el PSV.

Tabla 16 Características físicas y geométricas en la situación optimizada- Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate	
	Sentido 1 (Sureste- Noroeste)	Sentido 2 (Noroeste- Sureste)
Longitud del tramo (km)	675 metros	675 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2, después del cruce se reduce a 1	1, después del cruce se incrementa a 2
Ancho de calzada (m)	Variable desde 7.0 m hasta 3.3 m	Variable desde 7.0 m hasta 3.5 m
Ancho de carril (m)	3.30	3.30
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	5	5
Pendiente media ascendente (%)	2.80 %	1.65%
Pendiente media descendente (%)	1.65 %	2.80 %
Proporción de viaje ascendente (%)	37.04 %	62.96%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2604	2604
Curvatura horizontal máxima (grados)	0	0
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	En buen estado	En buen estado
Camellón	Antes de crece	Después del cruce
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	24.67 km/h	25.33 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	01:39 minutos	01:36 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	31.00 km/h	32.00 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	01:19 minutos	01:17 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	36.33 km/h	37.67 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	01:07 minutos	01:05 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Características físicas y geométricas en la situación actual (Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	(Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco	
	Sentido 1 (Toluca- Temoaya)	Sentido 2 (Temoaya- Toluca)
Longitud del tramo (km)	300 metros	300 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2	2
Ancho de calzada (m)	7.0 metros	7.0 metros
Ancho de carril (m)	3.50 metros	3.50 metros
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	5	5
Pendiente media ascendente (%)	2.80 %	1.65%
Pendiente media descendente (%)	3.64	4.44 %
Proporción de viaje ascendente (%)	4.44	3.64%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2605	2605
Curvatura horizontal máxima (grados)	0	0

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	(Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco	
	Sentido 1 (Toluca- Temoaya)	Sentido 2 (Temoaya- Toluca)
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	En buen estado	En buen estado
Camellón	Si de 0.5 m de ancho	Si de 0.5 m de ancho
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	47.67 km/h	48.67 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	00:51 minutos	00:50 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	52.00 km/h	53.33 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	00:47 minutos	00:46 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	57.33 km/h	57.33 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	00:42 minutos	00:42 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que las medidas de optimización descritas en el presente apartado permiten una mejora mínima en cuanto a la situación de operación de las vialidades, sin embargo, la implementación de estas acciones cual no garantiza mejorar los conflictos viales para la demanda que tendrá a futuro. Como conclusión, esta serie de soluciones optimizadas puede generar avances en términos de eficiencia operativa pero no resuelve la problemática en su totalidad.

c) Análisis de la Demanda

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

Transito Diario Promedio Anual

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

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2021, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 18 TDPA proyecto

No. Mov.	Origen	Destino	TDPA
1	Xonacatlán	Presa Álzate	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	3,462
3	Toluca	Temoaya	5,022
4	Temoaya	Toluca	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	753
8	Presa Álzate	Temoaya	804
9	Toluca	Xonacatlán	886
10	Toluca	Presa Álzate	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	962
TOTAL			25,702

Fuente: Elaboración propia

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta, media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el tránsito diario promedio anual por periodo de congestión de cada uno de los movimientos del cruce en cuestión.

Tabla 19 Periodización de 12 Movimientos

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión			Total
			Alta	Media	Baja	
1	Xonacatlán	Presa Álzate	1,800	563	65	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	2,700	563	199	3,462
3	Toluca	Temoaya	4,241	600	181	5,022
4	Temoaya	Toluca	2,497	743	44	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	885	215	43	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,234	468	99	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	606	109	38	753
8	Presa Álzate	Temoaya	610	131	63	804
9	Toluca	Xonacatlán	612	244	30	886
10	Toluca	Presa Álzate	909	281	33	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,401	493	40	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	810	124	20	954
TOTAL			20,305	4,534	855	25,694

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 20 Composición vehicular

No. Mov.	Origen	Destino	Periodización		
			A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	98.27%	0.42%	1.31%
2	Presa Álzate	Xonacatlán	98.06%	0.37%	1.57%
3	Toluca	Temoaya	93.92%	0.30%	5.78%
4	Temoaya	Toluca	98.07%	0.16%	1.77%
5	Xonacatlán	Toluca	98.64%	0.00%	1.36%
6	Xonacatlán	Temoaya	95.38%	0.23%	4.39%
7	Presa Álzate	Toluca	97.27%	2.12%	0.61%
8	Presa Álzate	Temoaya	97.80%	0.00%	2.20%
9	Toluca	Xonacatlán	99.73%	0.00%	0.27%
10	Toluca	Presa Álzate	96.09%	1.31%	2.60%
11	Temoaya	Xonacatlán	97.33%	0.26%	2.41%
12	Temoaya	Presa Álzate	100.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

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

Tabla 21 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

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

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2011 al 2020, de la carretera Amomolulco - T. C. (Toluca - Palmillas) en el Km 29+100.

Cabe mencionar que se considera como tasa de crecimiento el promedio de las tasas medias anuales registradas, esto con el fin de no sobre valorar los beneficios del proyecto.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional. ⁴

N_i: población en el momento inicial del periodo

N_f: población al final del período.

t: tiempo transcurrido entre i y f.

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

Tabla 22 Datos viales SCT- Tasa de Crecimiento camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate- AMBOS sentidos

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Amomolulco - T. C. (Toluca - Palmillas) Km 29+100	2011	5379	2011-2012	6.02%
	2012	5703	2012-2013	8.70%
	2013	6199	2013-2014	-4.36%
	2014	5929	2014-2015	8.57%
	2015	6437	2015-2016	4.60%
	2016	6733	2016-2017	0.62%
	2017	6775	2017-2018	0.50%
	2018	6809	2018-2019	-1.31%
	2019	6720	2019-2020	-12.84%
	2020	5857	Promedio	1.17%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

⁴http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Tabla 23 Datos viales SCT- Tasa de Crecimiento –Toluca- Temoaya- AMBOS sentidos

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
T. C. (Toluca - Palmillas) - Jiquipilco Km 16+100 Sentido 1	2011	5759	2011-2012	0.75%
	2012	5802	2012-2013	2.98%
	2013	5975	2013-2014	9.61%
	2014	6549	2014-2015	1.71%
	2015	6661	2015-2016	3.71%
	2016	6908	2016-2017	6.34%
	2017	7346	2017-2018	-4.51%
	2018	7015	2018-2019	1.50%
	2019	7120	2019-2020	-21.07%
	2020	5620	Promedio	0.11%

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
T. C. (Toluca - Palmillas) - Jiquipilco Km 16+100 Sentido 2	2011	5664	2011-2012	3.07%
	2012	5838	2012-2013	3.01%
	2013	6014	2013-2014	10.26%
	2014	6631	2014-2015	1.24%
	2015	6713	2015-2016	4.33%
	2016	7004	2016-2017	6.15%
	2017	7435	2017-2018	-1.08%
	2018	7355	2018-2019	-3.30%
	2019	7112	2019-2020	-18.60%
	2020	5789	Promedio	0.57%
Promedio AMBOS SENTIDOS				0.34 %

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Con base en el análisis anterior se determinó que las tasas decrecimiento a utilizar serán de 1.17% y 0.34% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos, dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 24 Proyección de TDPA

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate				Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán				Movimiento 3: Toluca- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	1,800	556	65	2,421	2,700	554	199	3,453	4,241	565	181	4,988
1	1,821	562	65	2,449	2,732	561	202	3,494	4,256	567	182	5,005
2	1,843	569	66	2,478	2,763	567	204	3,535	4,270	569	183	5,022
3	1,864	575	67	2,507	2,796	574	206	3,576	4,285	571	183	5,039
4	1,886	582	68	2,536	2,828	580	209	3,618	4,299	573	184	5,056
5	1,908	589	69	2,565	2,861	587	211	3,660	4,314	575	185	5,073
6	1,930	596	69	2,595	2,895	594	214	3,703	4,328	577	185	5,090
7	1,953	603	70	2,626	2,929	601	216	3,746	4,343	579	186	5,108
8	1,976	610	71	2,656	2,963	608	219	3,789	4,358	581	186	5,125
9	1,999	617	72	2,687	2,997	615	221	3,834	4,373	583	187	5,142
10	2,022	624	73	2,719	3,032	622	224	3,878	4,387	585	188	5,160
11	2,046	631	74	2,750	3,068	630	226	3,924	4,402	587	188	5,177
12	2,070	639	74	2,783	3,104	637	229	3,970	4,417	589	189	5,195

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate				Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán				Movimiento 3: Toluca- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
13	2,094	646	75	2,815	3,140	644	232	4,016	4,432	591	190	5,213
14	2,118	654	76	2,848	3,176	652	234	4,063	4,447	593	190	5,230
15	2,143	661	77	2,881	3,214	660	237	4,110	4,462	595	191	5,248
16	2,168	669	78	2,915	3,251	667	240	4,158	4,477	597	192	5,266
17	2,193	677	79	2,949	3,289	675	243	4,207	4,493	599	192	5,284
18	2,219	685	80	2,983	3,327	683	246	4,256	4,508	601	193	5,302
19	2,245	693	81	3,018	3,366	691	248	4,306	4,523	603	194	5,320
20	2,271	701	82	3,053	3,406	699	251	4,356	4,539	605	194	5,338
21	2,297	709	83	3,089	3,445	707	254	4,407	4,554	607	195	5,356
22	2,324	717	84	3,125	3,486	715	257	4,458	4,569	609	195	5,374
23	2,351	726	85	3,162	3,526	724	260	4,510	4,585	611	196	5,392
24	2,379	734	86	3,198	3,567	732	263	4,563	4,600	613	197	5,410
25	2,407	743	87	3,236	3,609	741	266	4,616	4,616	615	197	5,429
26	2,435	751	88	3,274	3,651	749	269	4,670	4,632	617	198	5,447
27	2,463	760	89	3,312	3,694	758	273	4,725	4,647	619	199	5,466
28	2,492	769	90	3,351	3,737	767	276	4,780	4,663	622	200	5,484
29	2,521	778	91	3,390	3,781	776	279	4,836	4,679	624	200	5,503
30	2,550	787	92	3,429	3,825	785	282	4,892	4,695	626	201	5,521
31	2,580	796	93	3,469	3,869	794	286	4,949	4,711	628	202	5,540
32	2,610	806	94	3,510	3,915	803	289	5,007	4,727	630	202	5,559
33	2,641	815	95	3,551	3,960	813	292	5,065	4,743	632	203	5,578
34	2,672	824	96	3,592	4,006	822	296	5,124	4,759	634	204	5,597
35	2,703	834	97	3,634	4,053	832	299	5,184	4,775	636	204	5,616
36	2,734	844	98	3,677	4,101	842	303	5,245	4,791	639	205	5,635
37	2,766	854	99	3,719	4,148	851	306	5,306	4,807	641	206	5,654
38	2,799	864	101	3,763	4,197	861	310	5,368	4,824	643	206	5,673
39	2,831	874	102	3,807	4,246	871	313	5,431	4,840	645	207	5,692
40	2,864	884	103	3,851	4,295	882	317	5,494	4,857	647	208	5,712
41	2,898	894	104	3,896	4,346	892	321	5,558	4,873	650	208	5,731
42	2,932	905	105	3,942	4,396	902	324	5,623	4,890	652	209	5,751
43	2,966	915	107	3,988	4,448	913	328	5,689	4,906	654	210	5,770
44	3,000	926	108	4,034	4,500	924	332	5,755	4,923	656	211	5,790
45	3,036	937	109	4,081	4,552	934	336	5,822	4,940	658	211	5,809
46	3,071	948	110	4,129	4,605	945	340	5,890	4,956	661	212	5,829
47	3,107	959	112	4,177	4,659	956	344	5,959	4,973	663	213	5,849
48	3,143	970	113	4,226	4,713	967	348	6,029	4,990	665	213	5,869
49	3,180	981	114	4,275	4,769	979	352	6,099	5,007	667	214	5,888
50	3,217	993	116	4,325	4,824	990	356	6,170	5,024	670	215	5,908

Año	Movimiento 4: Temoaya- Toluca				Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca				Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	2,497	730	44	3,271	885	212	43	1,140	2,234	\$447.46	\$98.77	2,780
1	2,505	732	44	3,282	895	215	44	1,153	2,260	\$452.68	\$99.93	2,813
2	2,514	735	44	3,293	906	217	44	1,167	2,286	\$457.96	\$101.09	2,845
3	2,523	737	44	3,304	916	220	45	1,180	2,313	\$463.31	\$102.27	2,879
4	2,531	740	45	3,315	927	222	45	1,194	2,340	\$468.72	\$103.47	2,912
5	2,540	742	45	3,327	938	225	46	1,208	2,367	\$474.19	\$104.67	2,946
6	2,548	745	45	3,338	949	227	46	1,222	2,395	\$479.73	\$105.90	2,981
7	2,557	747	45	3,349	960	230	47	1,237	2,423	\$485.33	\$107.13	3,015
8	2,566	750	45	3,361	971	233	47	1,251	2,451	\$491.00	\$108.38	3,051
9	2,574	752	45	3,372	982	235	48	1,266	2,480	\$496.73	\$109.65	3,086
10	2,583	755	45	3,383	994	238	48	1,280	2,509	\$502.53	\$110.93	3,122

Año	Movimiento 4: Temoaya - Toluca				Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca				Movimiento 6: Xonacatlán - Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
11	2,592	758	46	3,395	1,006	241	49	1,295	2,538	\$508.40	\$112.22	3,159
12	2,601	760	46	3,406	1,017	244	49	1,310	2,568	\$514.33	\$113.53	3,196
13	2,609	763	46	3,418	1,029	247	50	1,326	2,598	\$520.34	\$114.86	3,233
14	2,618	765	46	3,430	1,041	249	51	1,341	2,628	\$526.41	\$116.20	3,271
15	2,627	768	46	3,441	1,053	252	51	1,357	2,659	\$532.56	\$117.56	3,309
16	2,636	770	46	3,453	1,066	255	52	1,373	2,690	\$538.78	\$118.93	3,347
17	2,645	773	47	3,465	1,078	258	52	1,389	2,721	\$545.07	\$120.32	3,387
18	2,654	776	47	3,476	1,091	261	53	1,405	2,753	\$551.43	\$121.72	3,426
19	2,663	778	47	3,488	1,103	264	54	1,421	2,785	\$557.87	\$123.15	3,466
20	2,672	781	47	3,500	1,116	267	54	1,438	2,818	\$564.38	\$124.58	3,507
21	2,681	784	47	3,512	1,129	271	55	1,455	2,850	\$570.97	\$126.04	3,548
22	2,690	786	47	3,524	1,142	274	56	1,472	2,884	\$577.64	\$127.51	3,589
23	2,699	789	47	3,536	1,156	277	56	1,489	2,917	\$584.38	\$129.00	3,631
24	2,708	792	48	3,548	1,169	280	57	1,506	2,952	\$591.20	\$130.50	3,673
25	2,718	794	48	3,560	1,183	283	57	1,524	2,986	\$598.11	\$132.03	3,716
26	2,727	797	48	3,572	1,197	287	58	1,542	3,021	\$605.09	\$133.57	3,759
27	2,736	800	48	3,584	1,211	290	59	1,560	3,056	\$612.15	\$135.13	3,803
28	2,745	802	48	3,596	1,225	294	60	1,578	3,092	\$619.30	\$136.71	3,848
29	2,755	805	48	3,608	1,239	297	60	1,596	3,128	\$626.53	\$138.30	3,893
30	2,764	808	49	3,621	1,254	300	61	1,615	3,164	\$633.85	\$139.92	3,938
31	2,773	811	49	3,633	1,268	304	62	1,634	3,201	\$641.25	\$141.55	3,984
32	2,783	813	49	3,645	1,283	307	62	1,653	3,239	\$648.73	\$143.20	4,031
33	2,792	816	49	3,658	1,298	311	63	1,672	3,277	\$656.31	\$144.88	4,078
34	2,802	819	49	3,670	1,313	315	64	1,692	3,315	\$663.97	\$146.57	4,125
35	2,811	822	49	3,682	1,329	318	65	1,711	3,353	\$671.72	\$148.28	4,173
36	2,821	824	50	3,695	1,344	322	65	1,731	3,393	\$679.57	\$150.01	4,222
37	2,830	827	50	3,707	1,360	326	66	1,752	3,432	\$687.50	\$151.76	4,272
38	2,840	830	50	3,720	1,376	330	67	1,772	3,472	\$695.53	\$153.53	4,321
39	2,850	833	50	3,733	1,392	334	68	1,793	3,513	\$703.65	\$155.32	4,372
40	2,859	836	50	3,745	1,408	337	68	1,814	3,554	\$711.86	\$157.14	4,423
41	2,869	839	50	3,758	1,424	341	69	1,835	3,595	\$720.17	\$158.97	4,475
42	2,879	841	51	3,771	1,441	345	70	1,856	3,637	\$728.58	\$160.83	4,527
43	2,888	844	51	3,784	1,458	349	71	1,878	3,680	\$737.09	\$162.71	4,580
44	2,898	847	51	3,796	1,475	353	72	1,900	3,723	\$745.69	\$164.61	4,633
45	2,908	850	51	3,809	1,492	358	72	1,922	3,766	\$754.40	\$166.53	4,687
46	2,918	853	51	3,822	1,510	362	73	1,945	3,810	\$763.21	\$168.47	4,742
47	2,928	856	52	3,835	1,527	366	74	1,967	3,855	\$772.12	\$170.44	4,797
48	2,938	859	52	3,848	1,545	370	75	1,990	3,900	\$781.13	\$172.43	4,853
49	2,948	862	52	3,861	1,563	375	76	2,013	3,945	\$790.25	\$174.44	4,910
50	2,958	865	52	3,874	1,581	379	77	2,037	3,991	\$799.48	\$176.48	4,967

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca				Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya				Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	606	108	38	753	610	128	63	801	612	243	30	885
1	613	110	39	761	617	130	64	810	614	244	30	888
2	620	111	39	770	624	131	64	820	616	245	30	891
3	628	112	40	779	632	133	65	830	618	246	30	894
4	635	113	40	788	639	134	66	839	620	247	30	897
5	642	115	40	798	646	136	67	849	622	247	31	900
6	650	116	41	807	654	137	68	859	625	248	31	904
7	657	118	41	816	662	139	68	869	627	249	31	907
8	665	119	42	826	669	141	69	879	629	250	31	910

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca				Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya				Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
9	673	120	42	836	677	142	70	889	631	251	31	913
10	681	122	43	845	685	144	71	900	633	252	31	916
11	689	123	43	855	693	146	72	910	635	253	31	919
12	697	125	44	865	701	147	72	921	637	253	31	922
13	705	126	44	875	709	149	73	932	640	254	31	925
14	713	127	45	885	718	151	74	942	642	255	31	928
15	721	129	45	896	726	152	75	953	644	256	32	931
16	730	130	46	906	734	154	76	965	646	257	32	935
17	738	132	47	917	743	156	77	976	648	258	32	938
18	747	134	47	928	752	158	78	987	650	259	32	941
19	756	135	48	938	761	160	79	999	653	260	32	944
20	765	137	48	949	769	162	79	1,010	655	260	32	947
21	773	138	49	960	778	163	80	1,022	657	261	32	951
22	783	140	49	972	787	165	81	1,034	659	262	32	954
23	792	141	50	983	797	167	82	1,046	662	263	32	957
24	801	143	50	994	806	169	83	1,058	664	264	33	960
25	810	145	51	1,006	815	171	84	1,071	666	265	33	964
26	820	147	52	1,018	825	173	85	1,083	668	266	33	967
27	829	148	52	1,030	835	175	86	1,096	671	267	33	970
28	839	150	53	1,042	844	177	87	1,109	673	268	33	973
29	849	152	53	1,054	854	179	88	1,122	675	268	33	977
30	859	153	54	1,066	864	181	89	1,135	677	269	33	980
31	869	155	55	1,079	874	184	90	1,148	680	270	33	983
32	879	157	55	1,091	884	186	91	1,161	682	271	33	987
33	889	159	56	1,104	895	188	92	1,175	684	272	34	990
34	899	161	57	1,117	905	190	93	1,189	687	273	34	993
35	910	163	57	1,130	916	192	95	1,203	689	274	34	997
36	921	165	58	1,143	926	195	96	1,217	691	275	34	1,000
37	931	166	59	1,156	937	197	97	1,231	694	276	34	1,004
38	942	168	59	1,170	948	199	98	1,245	696	277	34	1,007
39	953	170	60	1,184	959	201	99	1,260	698	278	34	1,010
40	964	172	61	1,197	970	204	100	1,275	701	279	34	1,014
41	976	174	61	1,211	982	206	101	1,289	703	280	34	1,017
42	987	176	62	1,226	993	209	103	1,304	706	281	35	1,021
43	999	178	63	1,240	1,005	211	104	1,320	708	281	35	1,024
44	1,010	181	64	1,254	1,017	214	105	1,335	710	282	35	1,028
45	1,022	183	64	1,269	1,028	216	106	1,351	713	283	35	1,031
46	1,034	185	65	1,284	1,040	219	107	1,366	715	284	35	1,035
47	1,046	187	66	1,299	1,053	221	109	1,382	718	285	35	1,038
48	1,058	189	67	1,314	1,065	224	110	1,399	720	286	35	1,042
49	1,071	191	67	1,329	1,077	226	111	1,415	722	287	35	1,045
50	1,083	194	68	1,345	1,090	229	113	1,431	725	288	36	1,049

Año	Movimiento 10: Toluca- Presa Álzate				Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán				Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	909	274	33	1,215	2,401	481	40	2,922	810	124	28	962
1	912	275	33	1,219	2,409	483	40	2,932	813	124	28	965
2	915	276	33	1,224	2,417	484	40	2,942	816	125	28	969
3	918	276	33	1,228	2,425	486	40	2,952	818	125	28	972
4	921	277	33	1,232	2,434	488	40	2,962	821	126	28	975
5	925	278	33	1,236	2,442	489	41	2,972	824	126	28	978

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 10: Toluca- Presa Alzate				Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán				Movimiento 12: Temoaya - Presa Alzate			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
6	928	279	33	1,240	2,450	491	41	2,982	827	127	29	982
7	931	280	33	1,245	2,458	493	41	2,992	829	127	29	985
8	934	281	33	1,249	2,467	494	41	3,002	832	127	29	988
9	937	282	34	1,253	2,475	496	41	3,012	835	128	29	992
10	940	283	34	1,257	2,483	498	41	3,022	838	128	29	995
11	944	284	34	1,261	2,492	499	41	3,033	841	129	29	999
12	947	285	34	1,266	2,500	501	42	3,043	844	129	29	1,002
13	950	286	34	1,270	2,509	503	42	3,053	846	130	29	1,005
14	953	287	34	1,274	2,517	504	42	3,064	849	130	29	1,009
15	956	288	34	1,279	2,526	506	42	3,074	852	130	29	1,012
16	960	289	34	1,283	2,534	508	42	3,084	855	131	30	1,016
17	963	290	34	1,287	2,543	510	42	3,095	858	131	30	1,019
18	966	291	35	1,292	2,552	511	42	3,105	861	132	30	1,022
19	970	292	35	1,296	2,560	513	43	3,116	864	132	30	1,026
20	973	293	35	1,301	2,569	515	43	3,127	867	133	30	1,029
21	976	294	35	1,305	2,578	517	43	3,137	870	133	30	1,033
22	979	295	35	1,309	2,586	518	43	3,148	873	134	30	1,036
23	983	296	35	1,314	2,595	520	43	3,158	876	134	30	1,040
24	986	297	35	1,318	2,604	522	43	3,169	879	134	30	1,043
25	989	298	35	1,323	2,613	524	43	3,180	882	135	30	1,047
26	993	299	36	1,327	2,622	525	44	3,191	885	135	31	1,051
27	996	300	36	1,332	2,631	527	44	3,202	888	136	31	1,054
28	1,000	301	36	1,336	2,640	529	44	3,212	891	136	31	1,058
29	1,003	302	36	1,341	2,649	531	44	3,223	894	137	31	1,061
30	1,006	303	36	1,345	2,658	533	44	3,234	897	137	31	1,065
31	1,010	304	36	1,350	2,667	534	44	3,245	900	138	31	1,068
32	1,013	305	36	1,354	2,676	536	44	3,256	903	138	31	1,072
33	1,017	306	36	1,359	2,685	538	45	3,267	906	139	31	1,076
34	1,020	307	37	1,364	2,694	540	45	3,278	909	139	31	1,079
35	1,023	308	37	1,368	2,703	542	45	3,289	912	140	32	1,083
36	1,027	309	37	1,373	2,712	544	45	3,301	915	140	32	1,087
37	1,030	310	37	1,378	2,721	545	45	3,312	918	141	32	1,090
38	1,034	311	37	1,382	2,730	547	45	3,323	921	141	32	1,094
39	1,037	312	37	1,387	2,740	549	46	3,334	924	142	32	1,098
40	1,041	313	37	1,392	2,749	551	46	3,346	928	142	32	1,102
41	1,045	314	37	1,396	2,758	553	46	3,357	931	142	32	1,105
42	1,048	316	38	1,401	2,768	555	46	3,368	934	143	32	1,109
43	1,052	317	38	1,406	2,777	557	46	3,380	937	143	32	1,113
44	1,055	318	38	1,411	2,787	558	46	3,391	940	144	32	1,117
45	1,059	319	38	1,415	2,796	560	46	3,403	943	144	33	1,120
46	1,062	320	38	1,420	2,805	562	47	3,414	947	145	33	1,124
47	1,066	321	38	1,425	2,815	564	47	3,426	950	145	33	1,128
48	1,070	322	38	1,430	2,825	566	47	3,438	953	146	33	1,132
49	1,073	323	38	1,435	2,834	568	47	3,449	956	146	33	1,136
50	1,077	324	39	1,440	2,844	570	47	3,461	959	147	33	1,140

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Proy. Demanda.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido, para la situación sin proyecto son las siguientes:

Tabla 25 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	27.00	25.00	22.00
			Media	34.00	31.00	28.00
			Baja	39.00	37.00	33.00
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	27.00	26.00	23.00
			Media	36.00	31.00	29.00
			Baja	41.00	37.00	35.00
3	Toluca	Temoaya	Alta	49.00	48.00	46.00
			Media	53.00	52.00	51.00
			Baja	59.00	57.00	56.00
4	Temoaya	Toluca	Alta	52.00	49.00	45.00
			Media	56.00	52.00	52.00
			Baja	61.00	57.00	54.00
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	33.00	31.00	29.00
			Media	37.00	35.00	32.00
			Baja	40.00	38.00	36.00
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	36.00	31.00	29.00
			Media	38.00	35.00	32.00
			Baja	41.00	38.00	35.00
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	33.00	31.00	27.00
			Media	35.00	33.00	30.00
			Baja	40.00	37.00	32.00
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	31.00	29.00	27.00
			Media	33.00	32.00	32.00
			Baja	40.00	37.00	34.00
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	31.00	30.00	29.00
			Media	35.00	33.00	32.00
			Baja	40.00	38.00	37.00
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	34.00	31.00	28.00
			Media	38.00	35.00	32.00
			Baja	42.00	38.00	36.00
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	32.00	29.00	27.00
			Media	36.00	33.00	30.00
			Baja	41.00	38.00	33.00
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	32.00	31.00	29.00
			Media	36.00	34.00	32.00
			Baja	40.00	39.00	37.00

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de

Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

La carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate presenta un nivel de servicio "B", que de seguir presentando las mismas condiciones. El nivel de servicio ira disminuyendo con el tiempo a medida que disminuyan las velocidades de operación, como consecuencia de un aumento en el TPDA.

Tabla 26 Nivel de Servicio de carreteras

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

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

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

Costos de Operación vehicular (Situación Actual)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial.

Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 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.

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente su vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Tabla 27 Costos de Operación Vehicular- Situación Optimizada

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	\$5.94	\$16.43	\$10.99
			Media	\$5.82	\$16.39	\$10.97
			Baja	\$5.74	\$16.35	\$10.94
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	\$5.90	\$16.78	\$11.12
			Media	\$5.75	\$16.78	\$11.11
			Baja	\$5.68	\$16.78	\$11.11
3	Toluca	Temoaya	Alta	\$5.65	\$21.00	\$13.47
			Media	\$5.55	\$21.03	\$13.47
			Baja	\$5.40	\$21.06	\$13.48
4	Temoaya	Toluca	Alta	\$5.50	\$20.58	\$13.31
			Media	\$5.41	\$20.58	\$13.36

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
5	Xonacatlán	Toluca	Baja	\$5.30	\$20.58	\$13.38
			Alta	\$5.75	\$16.22	\$10.74
			Media	\$5.69	\$16.20	\$10.72
			Baja	\$5.63	\$16.18	\$10.70
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	\$5.70	\$16.22	\$10.74
			Media	\$5.67	\$16.20	\$10.72
			Baja	\$5.62	\$16.18	\$10.71
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	\$5.72	\$16.62	\$10.89
			Media	\$5.69	\$16.62	\$10.89
			Baja	\$5.61	\$16.62	\$10.89
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	\$5.75	\$16.62	\$10.89
			Media	\$5.72	\$16.62	\$10.89
			Baja	\$5.61	\$16.62	\$10.88
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	\$6.09	\$20.88	\$13.44
			Media	\$5.99	\$20.90	\$13.44
			Baja	\$5.87	\$20.93	\$13.45
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	\$6.02	\$20.89	\$13.44
			Media	\$5.92	\$20.91	\$13.44
			Baja	\$5.82	\$20.93	\$13.45
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	\$5.93	\$20.58	\$13.16
			Media	\$5.84	\$20.58	\$13.18
			Baja	\$5.74	\$20.58	\$13.21
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	\$5.93	\$20.58	\$13.17
			Media	\$5.84	\$20.58	\$13.20
			Baja	\$5.76	\$20.58	\$13.24

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 28 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación optimizada

Vehículo ligero			
Características de la carretera		Movimiento 1	Movimiento 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)			
Selección del vehículo, tipo del vehículo		4.00	
Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	27.00	27.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46

7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7
4. QlPo	Refacciones	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Co0	Lubricantes	1.55	1.55
9. FRATIO0	VCURVE	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. E0	Velocidad	1.00	1.00
4. A0	Combustible	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

11. A7	Combustible	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo			
Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00		
---	------	--	--

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	25.00	26.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00

9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes			
Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	2.80	1.65
4. Pendiente media descendente	%	1.65	2.80
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.04	62.96
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,604	2,604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	22.00	23.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89
Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Coo	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

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

Tabla 29 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Se presenta a continuación el cuadro con los CGV en la Situación sin proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto.

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 3.15% de inflación que se pudiera presentar en el horizonte de evaluación en los costos de operación vehicular. Esto tomando como referencia económica la Unidad de Medida y Actualización (UMA⁵) registrada durante los años 2020 y 2021.

Tabla 30 Costos de Operación Vehicular y Costo Valor del Tiempo

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate			Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$3,623,210.54	\$3,829,973.86	\$7,453,184.40	\$5,140,442.82	\$5,504,473.34	\$10,644,916.16
2	\$3,781,114.82	\$3,920,462.92	\$7,701,577.74	\$5,364,470.09	\$5,634,525.03	\$10,998,995.11
3	\$3,945,900.78	\$4,013,089.91	\$7,958,990.69	\$5,598,260.75	\$5,767,649.39	\$11,365,910.14
4	\$4,117,868.33	\$4,107,905.36	\$8,225,773.69	\$5,842,240.33	\$5,903,919.02	\$11,746,159.34
5	\$4,297,330.45	\$4,204,960.97	\$8,502,291.42	\$6,096,852.85	\$6,043,408.23	\$12,140,261.07
6	\$4,484,613.77	\$4,304,309.67	\$8,788,923.44	\$6,362,561.72	\$6,186,193.08	\$12,548,754.80
7	\$4,680,059.14	\$4,406,005.64	\$9,086,064.78	\$6,639,850.53	\$6,332,351.45	\$12,972,201.98
8	\$4,884,022.27	\$4,510,104.33	\$9,394,126.61	\$6,929,223.95	\$6,481,963.04	\$13,411,187.00
9	\$5,096,874.39	\$4,616,662.52	\$9,713,536.91	\$7,231,208.65	\$6,635,109.44	\$13,866,318.09
10	\$5,319,002.89	\$4,725,738.30	\$10,044,741.19	\$7,546,354.24	\$6,791,874.15	\$14,338,228.39
11	\$5,550,812.03	\$4,837,391.17	\$10,388,203.20	\$7,875,234.29	\$6,952,342.67	\$14,827,576.96
12	\$5,792,723.72	\$4,951,682.01	\$10,744,405.74	\$8,218,447.37	\$7,116,602.51	\$15,335,049.88
13	\$6,045,178.25	\$5,068,673.15	\$11,113,851.40	\$8,576,618.12	\$7,284,743.24	\$15,861,361.36
14	\$6,308,635.07	\$5,188,428.39	\$11,497,063.46	\$8,950,398.42	\$7,456,856.56	\$16,407,254.98

⁵ <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate			Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
15	\$6,583,573.69	\$5,311,013.02	\$11,894,586.72	\$9,340,468.57	\$7,633,036.31	\$16,973,504.88
16	\$6,870,494.50	\$5,436,493.91	\$12,306,988.41	\$9,747,538.48	\$7,813,378.59	\$17,560,917.07
17	\$7,169,919.69	\$5,564,939.48	\$12,734,859.17	\$10,172,349.03	\$7,997,981.73	\$18,170,330.77
18	\$7,482,394.22	\$5,696,419.78	\$13,178,814.00	\$10,615,673.39	\$8,186,946.41	\$18,802,619.80
19	\$7,808,486.81	\$5,831,006.50	\$13,639,493.31	\$11,078,318.41	\$8,380,375.67	\$19,458,694.08
20	\$8,148,790.94	\$5,968,773.04	\$14,117,563.98	\$11,561,126.10	\$8,578,375.00	\$20,139,501.10
21	\$8,503,925.98	\$6,109,794.52	\$14,613,720.50	\$12,064,975.19	\$8,781,052.36	\$20,846,027.56
22	\$8,874,538.26	\$6,254,147.86	\$15,128,686.12	\$12,590,782.69	\$8,988,518.29	\$21,579,300.98
23	\$9,261,302.32	\$6,401,911.77	\$15,663,214.08	\$13,139,505.57	\$9,200,885.93	\$22,340,391.50
24	\$9,664,922.06	\$6,553,166.82	\$16,218,088.88	\$13,712,142.51	\$9,418,271.07	\$23,130,413.59
25	\$10,086,132.08	\$6,707,995.52	\$16,794,127.60	\$14,309,735.73	\$9,640,792.28	\$23,950,528.01
26	\$10,525,698.99	\$6,866,482.28	\$17,392,181.27	\$14,933,372.85	\$9,868,570.90	\$24,801,943.74
27	\$10,984,422.81	\$7,028,713.53	\$18,013,136.34	\$15,584,188.89	\$10,101,731.13	\$25,685,920.02
28	\$11,463,138.41	\$7,194,777.75	\$18,657,916.16	\$16,263,368.35	\$10,340,400.14	\$26,603,768.49
29	\$11,962,717.07	\$7,364,765.49	\$19,327,482.56	\$16,972,147.34	\$10,584,708.07	\$27,556,855.42
30	\$12,484,068.02	\$7,538,769.46	\$20,022,837.47	\$17,711,815.86	\$10,834,788.16	\$28,546,604.02
31	\$13,028,140.13	\$7,716,884.53	\$20,745,024.67	\$18,483,720.11	\$11,090,776.77	\$29,574,496.87
32	\$13,595,923.63	\$7,899,207.85	\$21,495,131.48	\$19,289,264.95	\$11,352,813.51	\$30,642,078.46
33	\$14,188,451.87	\$8,085,838.85	\$22,274,290.72	\$20,129,916.50	\$11,621,041.27	\$31,750,957.77
34	\$14,806,803.27	\$8,276,879.28	\$23,083,682.56	\$21,007,204.76	\$11,895,606.33	\$32,902,811.08
35	\$15,452,103.25	\$8,472,433.35	\$23,924,536.59	\$21,922,726.39	\$12,176,658.41	\$34,099,384.79
36	\$16,125,526.24	\$8,672,607.68	\$24,798,133.92	\$22,878,147.65	\$12,464,350.78	\$35,342,498.43
37	\$16,828,297.90	\$8,877,511.43	\$25,705,809.33	\$23,875,207.44	\$12,758,840.33	\$36,634,047.76
38	\$17,561,697.27	\$9,087,256.36	\$26,648,953.62	\$24,915,720.40	\$13,060,287.64	\$37,976,008.04
39	\$18,327,059.15	\$9,301,956.83	\$27,629,015.98	\$26,001,580.28	\$13,368,857.12	\$39,370,437.40
40	\$19,125,776.50	\$9,521,729.94	\$28,647,506.44	\$27,134,763.37	\$13,684,717.03	\$40,819,480.40
41	\$19,959,303.01	\$9,746,695.52	\$29,705,998.53	\$28,317,332.07	\$14,008,039.61	\$42,325,371.68
42	\$20,829,155.70	\$9,976,976.26	\$30,806,131.96	\$29,551,438.66	\$14,339,001.20	\$43,890,439.86
43	\$21,736,917.72	\$10,212,697.74	\$31,949,615.46	\$30,839,329.25	\$14,677,782.26	\$45,517,111.51
44	\$22,684,241.20	\$10,453,988.51	\$33,138,229.71	\$32,183,347.81	\$15,024,567.54	\$47,207,915.35
45	\$23,672,850.29	\$10,700,980.14	\$34,373,830.43	\$33,585,940.46	\$15,379,546.17	\$48,965,486.62
46	\$24,704,544.26	\$10,953,807.33	\$35,658,351.59	\$35,049,659.94	\$15,742,911.71	\$50,792,571.65
47	\$25,781,200.81	\$11,212,607.96	\$36,993,808.76	\$36,577,170.25	\$16,114,862.33	\$52,692,032.57
48	\$26,904,779.47	\$11,477,523.14	\$38,382,302.61	\$38,171,251.46	\$16,495,600.85	\$54,666,852.31
49	\$28,077,325.16	\$11,748,697.36	\$39,826,022.53	\$39,834,804.84	\$16,885,334.91	\$56,720,139.75
50	\$29,300,971.94	\$12,026,278.49	\$41,327,250.44	\$41,570,858.06	\$17,284,277.04	\$58,855,135.09

Año	Movimiento 3: Toluca- Temoaya			Movimiento 4: Temoaya- Toluca		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$7,492,556.17	\$5,570,852.85	\$13,063,409.03	\$4,533,423.81	\$2,747,307.12	\$7,280,730.93
2	\$7,755,074.54	\$5,655,785.12	\$13,410,859.66	\$4,692,262.39	\$2,789,192.09	\$7,481,454.49
3	\$8,026,790.82	\$5,742,012.25	\$13,768,803.07	\$4,856,666.24	\$2,831,715.64	\$7,688,381.88
4	\$8,308,027.29	\$5,829,553.98	\$14,137,581.27	\$5,026,830.34	\$2,874,887.49	\$7,901,717.83
5	\$8,599,117.50	\$5,918,430.36	\$14,517,547.86	\$5,202,956.52	\$2,918,717.53	\$8,121,674.05
6	\$8,900,406.71	\$6,008,661.73	\$14,909,068.44	\$5,385,253.67	\$2,963,215.80	\$8,348,469.47
7	\$9,212,252.25	\$6,100,268.76	\$15,312,521.01	\$5,573,938.01	\$3,008,392.48	\$8,582,330.49
8	\$9,535,023.99	\$6,193,272.41	\$15,728,296.40	\$5,769,233.32	\$3,054,257.91	\$8,823,491.23
9	\$9,869,104.76	\$6,287,693.98	\$16,156,798.74	\$5,971,371.24	\$3,100,822.60	\$9,072,193.85
10	\$10,214,890.79	\$6,383,555.08	\$16,598,445.87	\$6,180,591.51	\$3,148,097.21	\$9,328,688.73
11	\$10,572,792.21	\$6,480,877.66	\$17,053,669.87	\$6,397,142.28	\$3,196,092.56	\$9,593,234.84
12	\$10,943,233.50	\$6,579,684.01	\$17,522,917.51	\$6,621,280.39	\$3,244,819.64	\$9,866,100.03
13	\$11,326,654.02	\$6,679,996.74	\$18,006,650.76	\$6,853,271.67	\$3,294,289.60	\$10,147,561.27

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 3: Toluca- Temoaya			Movimiento 4: Temoaya- Toluca		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
14	\$11,723,508.53	\$6,781,838.83	\$18,505,347.36	\$7,093,391.28	\$3,344,513.78	\$10,437,905.06
15	\$12,134,267.72	\$6,885,233.58	\$19,019,501.30	\$7,341,924.02	\$3,395,503.66	\$10,737,427.68
16	\$12,559,418.77	\$6,990,204.67	\$19,549,623.44	\$7,599,164.66	\$3,447,270.93	\$11,046,435.58
17	\$12,999,465.94	\$7,096,776.13	\$20,096,242.07	\$7,865,418.29	\$3,499,827.43	\$11,365,245.72
18	\$13,454,931.14	\$7,204,972.36	\$20,659,903.50	\$8,141,000.71	\$3,553,185.19	\$11,694,185.90
19	\$13,926,354.57	\$7,314,818.13	\$21,241,172.70	\$8,426,238.77	\$3,607,356.45	\$12,033,595.22
20	\$14,414,295.37	\$7,426,338.59	\$21,840,633.96	\$8,721,470.79	\$3,662,353.58	\$12,383,824.37
21	\$14,919,332.27	\$7,539,559.27	\$22,458,891.54	\$9,027,046.91	\$3,718,189.20	\$12,745,236.11
22	\$15,442,064.25	\$7,654,506.10	\$23,096,570.35	\$9,343,329.58	\$3,774,876.07	\$13,118,205.65
23	\$15,983,111.31	\$7,771,205.39	\$23,754,316.70	\$9,670,693.91	\$3,832,427.18	\$13,503,121.09
24	\$16,543,115.16	\$7,889,683.85	\$24,432,799.01	\$10,009,528.17	\$3,890,855.71	\$13,900,383.88
25	\$17,122,739.99	\$8,009,968.61	\$25,132,708.60	\$10,360,234.25	\$3,950,175.03	\$14,310,409.28
26	\$17,722,673.26	\$8,132,087.22	\$25,854,760.48	\$10,723,228.10	\$4,010,398.72	\$14,733,626.81
27	\$18,343,626.53	\$8,256,067.63	\$26,599,694.16	\$11,098,940.24	\$4,071,540.57	\$15,170,480.81
28	\$18,986,336.28	\$8,381,938.22	\$27,368,274.50	\$11,487,816.29	\$4,133,614.58	\$15,621,430.87
29	\$19,651,564.79	\$8,509,727.81	\$28,161,292.60	\$11,890,317.48	\$4,196,634.95	\$16,086,952.44
30	\$20,340,101.07	\$8,639,465.66	\$28,979,566.72	\$12,306,921.20	\$4,260,616.13	\$16,567,537.33
31	\$21,052,761.74	\$8,771,181.47	\$29,823,943.21	\$12,738,121.55	\$4,325,572.75	\$17,063,694.30
32	\$21,790,392.07	\$8,904,905.39	\$30,695,297.46	\$13,184,429.97	\$4,391,519.69	\$17,575,949.66
33	\$22,553,866.91	\$9,040,668.05	\$31,594,534.96	\$13,646,375.79	\$4,458,472.05	\$18,104,847.84
34	\$23,344,091.79	\$9,178,500.52	\$32,522,592.32	\$14,124,506.91	\$4,526,445.15	\$18,650,952.06
35	\$24,162,003.96	\$9,318,434.37	\$33,480,438.33	\$14,619,390.42	\$4,595,454.55	\$19,214,844.97
36	\$25,008,573.50	\$9,460,501.62	\$34,469,075.12	\$15,131,613.28	\$4,665,516.06	\$19,797,129.34
37	\$25,884,804.49	\$9,604,734.80	\$35,489,539.29	\$15,661,783.00	\$4,736,645.72	\$20,398,428.72
38	\$26,791,736.18	\$9,751,166.94	\$36,542,903.11	\$16,210,528.39	\$4,808,859.81	\$21,019,388.20
39	\$27,730,444.23	\$9,899,831.56	\$37,630,275.79	\$16,778,500.31	\$4,882,174.86	\$21,660,675.16
40	\$28,702,042.01	\$10,050,762.69	\$38,752,804.70	\$17,366,372.38	\$4,956,607.66	\$22,322,980.03
41	\$29,707,681.88	\$10,203,994.89	\$39,911,676.77	\$17,974,841.85	\$5,032,175.25	\$23,007,017.10
42	\$30,748,556.58	\$10,359,563.24	\$41,108,119.83	\$18,604,630.41	\$5,108,894.93	\$23,713,525.34
43	\$31,825,900.64	\$10,517,503.37	\$42,343,404.01	\$19,256,485.01	\$5,186,784.26	\$24,443,269.27
44	\$32,940,991.84	\$10,677,851.42	\$43,618,843.26	\$19,931,178.78	\$5,265,861.08	\$25,197,039.87
45	\$34,095,152.75	\$10,840,644.11	\$44,935,796.85	\$20,629,511.95	\$5,346,143.50	\$25,975,655.45
46	\$35,289,752.25	\$11,005,918.71	\$46,295,670.95	\$21,352,312.78	\$5,427,649.88	\$26,779,962.67
47	\$36,526,207.19	\$11,173,713.05	\$47,699,920.25	\$22,100,438.54	\$5,510,398.90	\$27,610,837.45
48	\$37,805,984.09	\$11,344,065.56	\$49,150,049.65	\$22,874,776.55	\$5,594,409.50	\$28,469,186.05
49	\$39,130,600.82	\$11,517,015.24	\$50,647,616.05	\$23,676,245.22	\$5,679,700.91	\$29,355,946.13
50	\$40,501,628.43	\$11,692,601.68	\$52,194,230.11	\$24,505,795.12	\$5,766,292.65	\$30,272,087.77

Año	Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca			Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,645,739.63	\$1,453,565.71	\$3,099,305.35	\$4,089,834.20	\$4,079,640.69	\$8,169,474.90
2	\$1,717,463.13	\$1,487,908.45	\$3,205,371.58	\$4,268,074.56	\$4,176,028.51	\$8,444,103.07
3	\$1,792,312.43	\$1,523,062.59	\$3,315,375.02	\$4,454,082.87	\$4,274,693.64	\$8,728,776.50
4	\$1,870,423.77	\$1,559,047.29	\$3,429,471.06	\$4,648,197.66	\$4,375,689.88	\$9,023,887.54
5	\$1,951,939.30	\$1,595,882.19	\$3,547,821.49	\$4,850,772.23	\$4,479,072.31	\$9,329,844.55
6	\$2,037,007.38	\$1,633,587.38	\$3,670,594.76	\$5,062,175.27	\$4,584,897.32	\$9,647,072.59
7	\$2,125,782.84	\$1,672,183.40	\$3,797,966.25	\$5,282,791.53	\$4,693,222.60	\$9,976,014.13
8	\$2,218,427.26	\$1,711,691.32	\$3,930,118.58	\$5,513,022.54	\$4,804,107.24	\$10,317,129.78
9	\$2,315,109.24	\$1,752,132.67	\$4,067,241.91	\$5,753,287.31	\$4,917,611.70	\$10,670,899.01
10	\$2,416,004.74	\$1,793,529.51	\$4,209,534.26	\$6,004,023.15	\$5,033,797.87	\$11,037,821.02
11	\$2,521,297.41	\$1,835,904.42	\$4,357,201.83	\$6,265,686.38	\$5,152,729.12	\$11,418,415.50
12	\$2,631,178.87	\$1,879,280.50	\$4,510,459.37	\$6,538,753.24	\$5,274,470.31	\$11,813,223.55

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca			Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
13	\$2,745,849.11	\$1,923,681.41	\$4,669,530.51	\$6,823,720.71	\$5,399,087.82	\$12,222,808.53
14	\$2,865,516.83	\$1,969,131.35	\$4,834,648.18	\$7,121,107.44	\$5,526,649.62	\$12,647,757.05
15	\$2,990,399.82	\$2,015,655.12	\$5,006,054.94	\$7,431,454.67	\$5,657,225.25	\$13,088,679.92
16	\$3,120,725.38	\$2,063,278.09	\$5,184,003.47	\$7,755,327.24	\$5,790,885.94	\$13,546,213.18
17	\$3,256,730.70	\$2,112,026.22	\$5,368,756.92	\$8,093,314.61	\$5,927,704.57	\$14,021,019.18
18	\$3,398,663.31	\$2,161,926.10	\$5,560,589.41	\$8,446,031.91	\$6,067,755.75	\$14,513,787.66
19	\$3,546,781.53	\$2,213,004.95	\$5,759,786.48	\$8,814,121.10	\$6,211,115.86	\$15,025,236.95
20	\$3,701,354.93	\$2,265,290.61	\$5,966,645.55	\$9,198,252.10	\$6,357,863.07	\$15,556,115.16
21	\$3,862,664.85	\$2,318,811.60	\$6,181,476.46	\$9,599,124.03	\$6,508,077.40	\$16,107,201.43
22	\$4,031,004.87	\$2,373,597.11	\$6,404,601.98	\$10,017,466.48	\$6,661,840.79	\$16,679,307.27
23	\$4,206,681.37	\$2,429,677.01	\$6,636,358.38	\$10,454,040.86	\$6,819,237.07	\$17,273,277.93
24	\$4,390,014.08	\$2,487,081.88	\$6,877,095.96	\$10,909,641.72	\$6,980,352.09	\$17,889,993.80
25	\$4,581,336.67	\$2,545,843.04	\$7,127,179.70	\$11,385,098.26	\$7,145,273.69	\$18,530,371.95
26	\$4,780,997.35	\$2,605,992.51	\$7,386,989.86	\$11,881,275.82	\$7,314,091.82	\$19,195,367.65
27	\$4,989,359.51	\$2,667,563.11	\$7,656,922.62	\$12,399,077.46	\$7,486,898.54	\$19,885,976.00
28	\$5,206,802.36	\$2,730,588.41	\$7,937,390.77	\$12,939,445.57	\$7,663,788.09	\$20,603,233.66
29	\$5,433,721.66	\$2,795,102.78	\$8,228,824.44	\$13,503,363.64	\$7,844,856.93	\$21,348,220.57
30	\$5,670,530.40	\$2,861,141.40	\$8,531,671.81	\$14,091,858.00	\$8,030,203.79	\$22,122,061.79
31	\$5,917,659.58	\$2,928,740.29	\$8,846,399.87	\$14,705,999.72	\$8,219,929.77	\$22,925,929.48
32	\$6,175,558.97	\$2,997,936.31	\$9,173,495.28	\$15,346,906.54	\$8,414,138.31	\$23,761,044.85
33	\$6,444,697.96	\$3,068,767.18	\$9,513,465.14	\$16,015,744.92	\$8,612,935.33	\$24,628,680.25
34	\$6,725,566.38	\$3,141,271.55	\$9,866,837.93	\$16,713,732.16	\$8,816,429.23	\$25,530,161.40
35	\$7,018,675.41	\$3,215,488.94	\$10,234,164.35	\$17,442,138.60	\$9,024,731.00	\$26,466,869.60
36	\$7,324,558.52	\$3,291,459.84	\$10,616,018.36	\$18,202,289.96	\$9,237,954.21	\$27,440,244.17
37	\$7,643,772.42	\$3,369,225.66	\$11,012,998.08	\$18,995,569.71	\$9,456,215.16	\$28,451,784.87
38	\$7,976,898.08	\$3,448,828.83	\$11,425,726.91	\$19,823,421.64	\$9,679,632.85	\$29,503,054.49
39	\$8,324,541.80	\$3,530,312.74	\$11,854,854.54	\$20,687,352.44	\$9,908,329.14	\$30,595,681.57
40	\$8,687,336.28	\$3,613,721.83	\$12,301,058.12	\$21,588,934.48	\$10,142,428.72	\$31,731,363.21
41	\$9,065,941.83	\$3,699,101.59	\$12,765,043.43	\$22,529,808.66	\$10,382,059.27	\$32,911,867.93
42	\$9,461,047.51	\$3,786,498.58	\$13,247,546.09	\$23,511,687.37	\$10,627,351.47	\$34,139,038.84
43	\$9,873,372.41	\$3,875,960.46	\$13,749,332.87	\$24,536,357.65	\$10,878,439.07	\$35,414,796.71
44	\$10,303,666.97	\$3,967,536.02	\$14,271,202.99	\$25,605,684.41	\$11,135,459.00	\$36,741,143.40
45	\$10,752,714.34	\$4,061,275.19	\$14,813,989.53	\$26,721,613.83	\$11,398,551.42	\$38,120,165.25
46	\$11,221,331.78	\$4,157,229.09	\$15,378,560.87	\$27,886,176.93	\$11,667,859.81	\$39,554,036.74
47	\$11,710,372.19	\$4,255,450.05	\$15,965,822.24	\$29,101,493.22	\$11,943,531.03	\$41,045,024.25
48	\$12,220,725.62	\$4,355,991.64	\$16,576,717.25	\$30,369,774.59	\$12,225,715.41	\$42,595,490.00
49	\$12,753,320.92	\$4,458,908.67	\$17,212,229.59	\$31,693,329.33	\$12,514,566.83	\$44,207,896.16
50	\$13,309,127.43	\$4,564,257.28	\$17,873,384.71	\$33,074,566.33	\$12,810,242.81	\$45,884,809.14

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca			Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,120,102.33	\$1,142,479.72	\$2,262,582.06	\$1,163,674.36	\$1,145,939.69	\$2,309,614.06
2	\$1,168,917.87	\$1,169,472.57	\$2,338,390.44	\$1,214,388.82	\$1,173,014.29	\$2,387,403.11
3	\$1,219,860.85	\$1,197,103.17	\$2,416,964.01	\$1,267,313.49	\$1,200,728.57	\$2,468,042.05
4	\$1,273,023.99	\$1,225,386.58	\$2,498,410.57	\$1,322,544.68	\$1,229,097.63	\$2,551,642.31
5	\$1,328,504.05	\$1,254,338.23	\$2,582,842.28	\$1,380,182.92	\$1,258,136.96	\$2,638,319.88
6	\$1,386,402.00	\$1,283,973.91	\$2,670,375.91	\$1,440,333.10	\$1,287,862.39	\$2,728,195.50
7	\$1,446,823.23	\$1,314,309.78	\$2,761,133.00	\$1,503,104.72	\$1,318,290.13	\$2,821,394.85
8	\$1,509,877.69	\$1,345,362.38	\$2,855,240.06	\$1,568,612.00	\$1,349,436.77	\$2,918,048.77
9	\$1,575,680.15	\$1,377,148.64	\$2,952,828.79	\$1,636,974.17	\$1,381,319.30	\$3,018,293.48
10	\$1,644,350.36	\$1,409,685.91	\$3,054,036.27	\$1,708,315.66	\$1,413,955.11	\$3,122,270.77
11	\$1,716,013.31	\$1,442,991.91	\$3,159,005.23	\$1,782,766.31	\$1,447,361.98	\$3,230,128.29

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca			Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
12	\$1,790,799.43	\$1,477,084.83	\$3,267,884.26	\$1,860,461.61	\$1,481,558.14	\$3,342,019.75
13	\$1,868,844.83	\$1,511,983.24	\$3,380,828.07	\$1,941,542.97	\$1,516,562.24	\$3,458,105.22
14	\$1,950,291.54	\$1,547,706.18	\$3,497,997.72	\$2,026,157.97	\$1,552,393.37	\$3,578,551.34
15	\$2,035,287.82	\$1,584,273.13	\$3,619,560.94	\$2,114,460.60	\$1,589,071.06	\$3,703,531.66
16	\$2,123,988.34	\$1,621,704.03	\$3,745,692.37	\$2,206,611.58	\$1,626,615.32	\$3,833,226.90
17	\$2,216,554.54	\$1,660,019.29	\$3,876,573.84	\$2,302,778.61	\$1,665,046.62	\$3,967,825.24
18	\$2,313,154.91	\$1,699,239.81	\$4,012,394.72	\$2,403,136.74	\$1,704,385.92	\$4,107,522.66
19	\$2,413,965.24	\$1,739,386.98	\$4,153,352.22	\$2,507,868.60	\$1,744,654.67	\$4,252,523.27
20	\$2,519,169.03	\$1,780,482.69	\$4,299,651.71	\$2,617,164.81	\$1,785,874.84	\$4,403,039.65
21	\$2,628,957.73	\$1,822,549.34	\$4,451,507.07	\$2,731,224.30	\$1,828,068.89	\$4,559,293.19
22	\$2,743,531.16	\$1,865,609.89	\$4,609,141.05	\$2,850,254.65	\$1,871,259.84	\$4,721,514.49
23	\$2,863,097.86	\$1,909,687.80	\$4,772,785.66	\$2,974,472.50	\$1,915,471.25	\$4,889,943.74
24	\$2,987,875.44	\$1,954,807.13	\$4,942,682.56	\$3,104,103.92	\$1,960,727.21	\$5,064,831.14
25	\$3,118,090.98	\$2,000,992.47	\$5,119,083.45	\$3,239,384.86	\$2,007,052.42	\$5,246,437.28
26	\$3,253,981.49	\$2,048,269.00	\$5,302,250.49	\$3,380,561.51	\$2,054,472.14	\$5,435,033.65
27	\$3,395,794.28	\$2,096,662.52	\$5,492,456.81	\$3,527,890.83	\$2,103,012.22	\$5,630,903.05
28	\$3,543,787.47	\$2,146,199.42	\$5,689,986.88	\$3,681,640.96	\$2,152,699.13	\$5,834,340.09
29	\$3,698,230.39	\$2,196,906.69	\$5,895,137.08	\$3,842,091.71	\$2,203,559.97	\$6,045,651.69
30	\$3,859,404.14	\$2,248,812.01	\$6,108,216.15	\$4,009,535.13	\$2,255,622.48	\$6,265,157.61
31	\$4,027,602.05	\$2,301,943.67	\$6,329,545.72	\$4,184,275.94	\$2,308,915.05	\$6,493,190.99
32	\$4,203,130.25	\$2,356,330.64	\$6,559,460.89	\$4,366,632.20	\$2,363,466.74	\$6,730,098.93
33	\$4,386,308.19	\$2,412,002.60	\$6,798,310.79	\$4,556,935.77	\$2,419,307.29	\$6,976,243.06
34	\$4,577,469.28	\$2,468,989.89	\$7,046,459.16	\$4,755,533.03	\$2,476,467.16	\$7,232,000.19
35	\$4,776,961.41	\$2,527,323.59	\$7,304,285.00	\$4,962,785.42	\$2,534,977.53	\$7,497,762.95
36	\$4,985,147.68	\$2,587,035.51	\$7,572,183.19	\$5,179,070.14	\$2,594,870.29	\$7,773,940.43
37	\$5,202,406.97	\$2,648,158.22	\$7,850,565.20	\$5,404,780.83	\$2,656,178.11	\$8,060,958.94
38	\$5,429,134.71	\$2,710,725.05	\$8,139,859.77	\$5,640,328.29	\$2,718,934.42	\$8,359,262.71
39	\$5,665,743.55	\$2,774,770.12	\$8,440,513.67	\$5,886,141.22	\$2,783,173.45	\$8,669,314.67
40	\$5,912,664.11	\$2,840,328.35	\$8,752,992.46	\$6,142,667.00	\$2,848,930.22	\$8,991,597.22
41	\$6,170,345.79	\$2,907,435.50	\$9,077,781.29	\$6,410,372.52	\$2,916,240.60	\$9,326,613.12
42	\$6,439,257.58	\$2,976,128.16	\$9,415,385.74	\$6,689,744.99	\$2,985,141.29	\$9,674,886.28
43	\$6,719,888.90	\$3,046,443.78	\$9,766,332.69	\$6,981,292.88	\$3,055,669.87	\$10,036,962.74
44	\$7,012,750.51	\$3,118,420.72	\$10,131,171.23	\$7,285,546.81	\$3,127,864.79	\$10,413,411.60
45	\$7,318,375.40	\$3,192,098.23	\$10,510,473.63	\$7,603,060.53	\$3,201,765.43	\$10,804,825.95
46	\$7,637,319.83	\$3,267,516.49	\$10,904,836.32	\$7,934,411.91	\$3,277,412.08	\$11,211,823.99
47	\$7,970,164.28	\$3,344,716.61	\$11,314,880.89	\$8,280,204.02	\$3,354,846.01	\$11,635,050.03
48	\$8,317,514.53	\$3,423,740.71	\$11,741,255.24	\$8,641,066.21	\$3,434,109.43	\$12,075,175.64
49	\$8,680,002.76	\$3,504,631.88	\$12,184,634.63	\$9,017,655.25	\$3,515,245.57	\$12,532,900.82
50	\$9,058,288.70	\$3,587,434.22	\$12,645,722.92	\$9,410,656.53	\$3,598,298.68	\$13,008,955.21

Año	Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			Movimiento 10: Toluca- Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,328,896.11	\$1,096,766.61	\$2,425,662.72	\$462,586.36	\$1,806,765.70	\$2,269,352.07
2	\$1,375,456.94	\$1,113,487.73	\$2,488,944.66	\$478,794.11	\$1,834,311.34	\$2,313,105.45
3	\$1,423,649.13	\$1,130,463.77	\$2,554,112.90	\$495,569.72	\$1,862,276.94	\$2,357,846.66
4	\$1,473,529.84	\$1,147,698.62	\$2,621,228.47	\$512,933.11	\$1,890,668.89	\$2,403,602.00
5	\$1,525,158.24	\$1,165,196.24	\$2,690,354.48	\$530,904.86	\$1,919,493.71	\$2,450,398.57
6	\$1,578,595.55	\$1,182,960.62	\$2,761,556.17	\$549,506.30	\$1,948,757.98	\$2,498,264.27
7	\$1,633,905.16	\$1,200,995.84	\$2,834,900.99	\$568,759.47	\$1,978,468.41	\$2,547,227.88
8	\$1,691,152.66	\$1,219,306.01	\$2,910,458.67	\$588,687.22	\$2,008,631.80	\$2,597,319.02
9	\$1,750,405.95	\$1,237,895.34	\$2,988,301.29	\$609,313.19	\$2,039,255.05	\$2,648,568.24
10	\$1,811,735.32	\$1,256,768.08	\$3,068,503.40	\$630,661.83	\$2,070,345.18	\$2,701,007.02

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			Movimiento 10: Toluca- Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
11	\$1,875,213.49	\$1,275,928.55	\$3,151,142.04	\$652,758.47	\$2,101,909.31	\$2,754,667.78
12	\$1,940,915.77	\$1,295,381.14	\$3,236,296.91	\$675,629.32	\$2,133,954.66	\$2,809,583.98
13	\$2,008,920.07	\$1,315,130.30	\$3,324,050.37	\$699,301.49	\$2,166,488.57	\$2,865,790.06
14	\$2,079,307.05	\$1,335,180.55	\$3,414,487.60	\$723,803.07	\$2,199,518.48	\$2,923,321.55
15	\$2,152,160.19	\$1,355,536.48	\$3,507,696.68	\$749,163.12	\$2,233,051.96	\$2,982,215.09
16	\$2,227,565.91	\$1,376,202.76	\$3,603,768.67	\$775,411.72	\$2,267,096.69	\$3,042,508.41
17	\$2,305,613.64	\$1,397,184.11	\$3,702,797.75	\$802,579.99	\$2,301,660.45	\$3,104,240.45
18	\$2,386,395.94	\$1,418,485.34	\$3,804,881.28	\$830,700.17	\$2,336,751.17	\$3,167,451.34
19	\$2,470,008.63	\$1,440,111.32	\$3,910,119.95	\$859,805.60	\$2,372,376.88	\$3,232,182.48
20	\$2,556,550.87	\$1,462,067.01	\$4,018,617.89	\$889,930.80	\$2,408,545.73	\$3,298,476.53
21	\$2,646,125.32	\$1,484,357.44	\$4,130,482.76	\$921,111.50	\$2,445,266.01	\$3,366,377.51
22	\$2,738,838.20	\$1,506,987.70	\$4,245,825.90	\$953,384.69	\$2,482,546.11	\$3,435,930.81
23	\$2,834,799.49	\$1,529,962.97	\$4,364,762.46	\$986,788.65	\$2,520,394.58	\$3,507,183.23
24	\$2,934,122.99	\$1,553,288.52	\$4,487,411.52	\$1,021,362.98	\$2,558,820.09	\$3,580,183.07
25	\$3,036,926.52	\$1,576,969.69	\$4,613,896.21	\$1,057,148.70	\$2,597,831.42	\$3,654,980.12
26	\$3,143,331.99	\$1,601,011.90	\$4,744,343.90	\$1,094,188.26	\$2,637,437.51	\$3,731,625.77
27	\$3,253,465.62	\$1,625,420.66	\$4,878,886.28	\$1,132,525.58	\$2,677,647.43	\$3,810,173.01
28	\$3,367,458.02	\$1,650,201.54	\$5,017,659.56	\$1,172,206.13	\$2,718,470.38	\$3,890,676.51
29	\$3,485,444.40	\$1,675,360.23	\$5,160,804.63	\$1,213,276.98	\$2,759,915.72	\$3,973,192.70
30	\$3,607,564.70	\$1,700,902.48	\$5,308,467.18	\$1,255,786.84	\$2,801,992.92	\$4,057,779.75
31	\$3,733,963.75	\$1,726,834.15	\$5,460,797.90	\$1,299,786.12	\$2,844,711.62	\$4,144,497.74
32	\$3,864,791.47	\$1,753,161.17	\$5,617,952.64	\$1,345,327.02	\$2,888,081.60	\$4,233,408.62
33	\$4,000,203.04	\$1,779,889.56	\$5,780,092.60	\$1,392,463.54	\$2,932,112.80	\$4,324,576.34
34	\$4,140,359.05	\$1,807,025.45	\$5,947,384.50	\$1,441,251.60	\$2,976,815.29	\$4,418,066.89
35	\$4,285,425.73	\$1,834,575.05	\$6,120,000.79	\$1,491,749.05	\$3,022,199.30	\$4,513,948.36
36	\$4,435,575.15	\$1,862,544.67	\$6,298,119.82	\$1,544,015.80	\$3,068,275.24	\$4,612,291.04
37	\$4,590,985.39	\$1,890,940.71	\$6,481,926.10	\$1,598,113.83	\$3,115,053.63	\$4,713,167.46
38	\$4,751,840.78	\$1,919,769.66	\$6,671,610.44	\$1,654,107.30	\$3,162,545.21	\$4,816,652.50
39	\$4,918,332.08	\$1,949,038.14	\$6,867,370.23	\$1,712,062.63	\$3,210,760.83	\$4,922,823.45
40	\$5,090,656.79	\$1,978,752.84	\$7,069,409.63	\$1,772,048.55	\$3,259,711.54	\$5,031,760.08
41	\$5,269,019.27	\$2,008,920.57	\$7,277,939.84	\$1,834,136.21	\$3,309,408.54	\$5,143,544.75
42	\$5,453,631.07	\$2,039,548.23	\$7,493,179.30	\$1,898,399.25	\$3,359,863.21	\$5,258,262.46
43	\$5,644,711.17	\$2,070,642.83	\$7,715,354.00	\$1,964,913.89	\$3,411,087.11	\$5,376,001.00
44	\$5,842,486.18	\$2,102,211.49	\$7,944,697.67	\$2,033,759.02	\$3,463,091.96	\$5,496,850.98
45	\$6,047,190.67	\$2,134,261.45	\$8,181,452.12	\$2,105,016.29	\$3,515,889.66	\$5,620,905.95
46	\$6,259,067.44	\$2,166,800.03	\$8,425,867.48	\$2,178,770.21	\$3,569,492.31	\$5,748,262.53
47	\$6,478,367.79	\$2,199,834.69	\$8,678,202.49	\$2,255,108.27	\$3,623,912.18	\$5,879,020.45
48	\$6,705,351.81	\$2,233,373.00	\$8,938,724.81	\$2,334,121.01	\$3,679,161.72	\$6,013,282.73
49	\$6,940,288.73	\$2,267,422.62	\$9,207,711.34	\$2,415,902.13	\$3,735,253.59	\$6,151,155.72
50	\$7,183,457.18	\$2,301,991.35	\$9,485,448.53	\$2,500,548.63	\$3,792,200.63	\$6,292,749.26

Año	Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán			Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$4,403,198.75	\$4,214,571.80	\$8,617,770.55	\$1,406,623.02	\$1,160,024.73	\$2,566,647.75
2	\$4,557,474.61	\$4,278,826.44	\$8,836,301.05	\$1,455,907.19	\$1,177,710.27	\$2,633,617.46
3	\$4,717,155.86	\$4,344,060.69	\$9,061,216.56	\$1,506,918.13	\$1,195,665.44	\$2,702,583.57
4	\$4,882,431.91	\$4,410,289.50	\$9,292,721.41	\$1,559,716.36	\$1,213,894.35	\$2,773,610.71
5	\$5,053,498.77	\$4,477,528.01	\$9,531,026.78	\$1,614,364.49	\$1,232,401.17	\$2,846,765.66
6	\$5,230,559.34	\$4,545,791.64	\$9,776,350.97	\$1,670,927.34	\$1,251,190.15	\$2,922,117.49
7	\$5,413,823.61	\$4,615,096.00	\$10,028,919.61	\$1,729,472.00	\$1,270,265.58	\$2,999,737.58
8	\$5,603,508.96	\$4,685,456.96	\$10,288,965.92	\$1,790,067.89	\$1,289,631.83	\$3,079,699.72
9	\$5,799,840.36	\$4,756,890.63	\$10,556,730.99	\$1,852,786.90	\$1,309,293.34	\$3,162,080.24

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán			Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
10	\$6,003,050.67	\$4,829,413.37	\$10,832,464.03	\$1,917,703.41	\$1,329,254.60	\$3,246,958.01
11	\$6,213,380.90	\$4,903,041.77	\$11,116,422.67	\$1,984,894.42	\$1,349,520.19	\$3,334,414.60
12	\$6,431,080.51	\$4,977,792.71	\$11,408,873.22	\$2,054,439.61	\$1,370,094.74	\$3,424,534.34
13	\$6,656,407.72	\$5,053,683.28	\$11,710,091.00	\$2,126,421.47	\$1,390,982.97	\$3,517,404.43
14	\$6,889,629.77	\$5,130,730.87	\$12,020,360.64	\$2,200,925.37	\$1,412,189.66	\$3,613,115.03
15	\$7,131,023.27	\$5,208,953.11	\$12,339,976.38	\$2,278,039.69	\$1,433,719.66	\$3,711,759.34
16	\$7,380,874.53	\$5,288,367.92	\$12,669,242.44	\$2,357,855.87	\$1,455,577.90	\$3,813,433.77
17	\$7,639,479.88	\$5,368,993.46	\$13,008,473.34	\$2,440,468.60	\$1,477,769.39	\$3,918,237.99
18	\$7,907,146.05	\$5,450,848.22	\$13,357,994.26	\$2,525,975.84	\$1,500,299.21	\$4,026,275.05
19	\$8,184,190.49	\$5,533,950.91	\$13,718,141.40	\$2,614,479.02	\$1,523,172.51	\$4,137,651.53
20	\$8,470,941.80	\$5,618,320.58	\$14,089,262.38	\$2,706,083.11	\$1,546,394.54	\$4,252,477.65
21	\$8,767,740.09	\$5,703,976.53	\$14,471,716.62	\$2,800,896.75	\$1,569,970.61	\$4,370,867.35
22	\$9,074,937.36	\$5,790,938.38	\$14,865,875.74	\$2,899,032.39	\$1,593,906.11	\$4,492,938.50
23	\$9,392,897.97	\$5,879,226.03	\$15,272,124.00	\$3,000,606.44	\$1,618,206.53	\$4,618,812.97
24	\$9,721,999.04	\$5,968,859.70	\$15,690,858.74	\$3,105,739.36	\$1,642,877.43	\$4,748,616.79
25	\$10,062,630.90	\$6,059,859.91	\$16,122,490.81	\$3,214,555.85	\$1,667,924.45	\$4,882,480.30
26	\$10,415,197.55	\$6,152,247.49	\$16,567,445.04	\$3,327,184.96	\$1,693,353.34	\$5,020,538.30
27	\$10,780,117.15	\$6,246,043.60	\$17,026,160.76	\$3,443,760.28	\$1,719,169.92	\$5,162,930.20
28	\$11,157,822.53	\$6,341,269.71	\$17,499,092.24	\$3,564,420.08	\$1,745,380.09	\$5,309,800.17
29	\$11,548,761.66	\$6,437,947.62	\$17,986,709.28	\$3,689,307.47	\$1,771,989.85	\$5,461,297.32
30	\$11,953,398.20	\$6,536,099.46	\$18,489,497.67	\$3,818,570.56	\$1,799,005.30	\$5,617,575.86
31	\$12,372,212.09	\$6,635,747.71	\$19,007,959.81	\$3,952,362.67	\$1,826,432.63	\$5,778,795.30
32	\$12,805,700.06	\$6,736,915.18	\$19,542,615.24	\$4,090,842.48	\$1,854,278.11	\$5,945,120.59
33	\$13,254,376.24	\$6,839,625.04	\$20,094,001.27	\$4,234,174.25	\$1,882,548.11	\$6,116,722.36
34	\$13,718,772.78	\$6,943,900.79	\$20,662,673.57	\$4,382,527.96	\$1,911,249.12	\$6,293,777.08
35	\$14,199,440.49	\$7,049,766.30	\$21,249,206.80	\$4,536,079.57	\$1,940,387.70	\$6,476,467.27
36	\$14,696,949.47	\$7,157,245.83	\$21,854,195.30	\$4,695,011.21	\$1,969,970.51	\$6,664,981.72
37	\$15,211,889.78	\$7,266,363.97	\$22,478,253.75	\$4,859,511.36	\$2,000,004.35	\$6,859,515.71
38	\$15,744,872.16	\$7,377,145.71	\$23,122,017.87	\$5,029,775.15	\$2,030,496.07	\$7,060,271.22
39	\$16,296,528.77	\$7,489,616.41	\$23,786,145.18	\$5,206,004.51	\$2,061,452.66	\$7,267,457.17
40	\$16,867,513.90	\$7,603,801.81	\$24,471,315.71	\$5,388,408.45	\$2,092,881.22	\$7,481,289.67
41	\$17,458,504.76	\$7,719,728.07	\$25,178,232.83	\$5,577,203.33	\$2,124,788.92	\$7,701,992.25
42	\$18,070,202.30	\$7,837,421.72	\$25,907,624.02	\$5,772,613.05	\$2,157,183.09	\$7,929,796.14
43	\$18,703,332.02	\$7,956,909.70	\$26,660,241.72	\$5,974,869.38	\$2,190,071.13	\$8,164,940.52
44	\$19,358,644.85	\$8,078,219.38	\$27,436,864.23	\$6,184,212.22	\$2,223,460.58	\$8,407,672.80
45	\$20,036,918.02	\$8,201,378.53	\$28,238,296.55	\$6,400,889.85	\$2,257,359.08	\$8,658,248.93
46	\$20,738,956.00	\$8,326,415.34	\$29,065,371.34	\$6,625,159.26	\$2,291,774.39	\$8,916,933.65
47	\$21,465,591.45	\$8,453,358.44	\$29,918,949.88	\$6,857,286.45	\$2,326,714.39	\$9,184,000.83
48	\$22,217,686.18	\$8,582,236.89	\$30,799,923.07	\$7,097,546.73	\$2,362,187.08	\$9,459,733.80
49	\$22,996,132.22	\$8,713,080.20	\$31,709,212.42	\$7,346,225.06	\$2,398,200.58	\$9,744,425.63
50	\$23,801,852.85	\$8,845,918.32	\$32,647,771.17	\$7,603,616.39	\$2,434,763.13	\$10,038,379.52

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Sit. Sin Proyecto.

e) Alternativas de solución

La selección de alternativas es parte del proceso de decisión de proyectos, normalmente es necesaria la evaluación comparativa de los costos y beneficios de las alternativas mutuamente excluyentes. Si las alternativas tienen diferencias en los beneficios y calidad de servicio, entonces se debe considerar un análisis de costo – beneficio para cada una de ellas.

Alternativa A (Aceptada)

Se realizarán trabajos para la construcción de un aso Superior Vehicular en el cruce de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate mediante estructuras de concreto pretensado con un costo aproximado \$ 51,637,931.03 sin IVA. Tiene como **ventajas** su bajo costo, tiene una vida útil de hasta 50 años, siempre y cuando se realicen los trabajos de mantenimiento rutinario, periódico, rehabilitación y reconstrucción adecuados. **Desventajas** sino se da un adecuado mantenimiento en la superficie de rodamiento y estructuras, implicaría un mayor gasto en su mantenimiento anual y requeriría de nuevas inversiones a mediano plazo, lo cual representaría un sobrecosto para la sociedad. Derivado de lo anterior, se considera que esta alternativa es la técnica y económicamente más conveniente.

Los trabajos a ejecutar permitirán un aumento de velocidades de circulación, disminución de tiempos de recorrido y Disminución en los Costos Generalizados de Viaje, aunado a esto satisfacer la demanda actual y evitar conflictos vehiculares. Esta alternativa se ejecutará mediante trabajos de terracerías, estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad, sistema de alumbrado público y obras inducidas, tendrá un costo inicial menor, además de que se reduce el tiempo en la realización de los trabajos ya que se realizara a lo largo de 5 meses, se evitan los conflictos generados factores climáticos y se cuentan con menores costos por molestias.

Tabla 31 Actividades proceso constructivo alternativa A

PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Terracerías	30%	30%	30%	10%	
Estructuras	20%	30%	30%	20%	
Drenaje Y Subdrenaje	40%	40%	20%		
Pavimentos		30%	30%	30%	10%
Señalamiento Y Dispositivos De Seguridad				10%	90%
Sistema De Alumbrado Público				20%	80%
Obras Inducidas	40%	40%			20%

Fuente: Elaboración propia

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente:

Tabla 32 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO					
PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate					
CONSERVACIÓN RUTINARIA				ANUAL	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Limpieza de juntas de dilatación	M	18.00	\$60.00	\$1,080.00
PUENTE	Limpieza de parapetos y banquetas	M2	1760.00	\$2.50	\$4,400.00
CARPETA	Limpieza de sup. de rodadura y acotamientos	M2	14892.30	\$1.80	\$26,806.14
CARPETA	Bacheo superficial aislado	M3	29.78	\$4,400.00	\$131,052.24
CARPETA	Señalamiento horizontal	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$278,560.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)				3 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Calafateo de fisuras	M3	2.16	\$3,850.00	\$8,316.00
PUENTE	Reparación de grietas	M3	4.32	\$3,900.00	\$16,848.00
PUENTE	Reposición de sello en juntas de dilatación	M	18.00	\$4,500.00	\$81,000.00
PUENTE	Reparación de parapetos y banquetas	M3	0.48	\$3,850.00	\$1,828.75
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$1,389,050.00
REHABILITACIÓN				10 AÑOS	

CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$32.00	\$476,553.60
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14892.30	\$22.50	\$335,076.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M3	1013.31	\$4,400.00	\$4,458,577.20
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
PUENTE	Preposición de juntas de dilatación	M	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$7,617,350.00

RECONSTRUCCIÓN			20 AÑOS		
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica (7cm)	M2	14613.50	\$32.00	\$467,632.00
CARPETA	Recorte de pavimentos (50cm)	M2	14613.50	\$152.50	\$2,228,558.75
CARPETA	Recompactación de la sup. Descubierta	M2	14613.50	\$9.40	\$137,366.90
CARPETA	Conformación capa subrasante de 30 cm	M2	14613.50	\$93.00	\$1,359,055.50
CARPETA	Conformación capa base de 20 cm	M2	14613.50	\$79.00	\$1,154,466.50
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14613.50	\$22.50	\$328,803.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$308.00	\$4,586,828.40
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$13,168,550.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Alternativa B (Descartada)

Se considera como alternativa de solución la construcción de un puente inferior vehicular (PIV) en el cruce de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate mediante estructuras de concreto pretensado con un costo aproximado \$ \$85,103,448.28 sin IVA. Tiene como **ventajas** una vida útil de hasta 50 años, siempre y cuando se realicen los trabajos de mantenimiento rutinario, periódico, rehabilitación y reconstrucción adecuados. **Desventajas** sino se da un adecuado mantenimiento en la superficie de rodamiento y estructuras, implicaría un mayor gasto en su mantenimiento anual y requeriría de nuevas inversiones a mediano plazo, lo cual representaría un sobrecosto para la sociedad. Derivado de lo anterior, se considera que esta alternativa es la técnica y económicamente menos conveniente.

Las características generales de este proyecto incluyen un paso inferior vehicular para un solo cuerpo con dos carriles de circulación (uno por sentido) con ancho de calzada de 7.2 m, los taludes de las paredes laterales serán contenidos mediante muros armados con paneles de concreto hidráulico premezclado. El claro se libraré mediante traveses pretensados sección tipo cajón las cuales se apoyan en cabezales y estos a su vez en pilotes; sobre las traveses se colará una losa de concreto hidráulico de La estructura de pavimento consta de una carpeta de concreto asfáltico soportada sobre una base hidráulica con materiales procedentes de banco y esta a su vez por una capa subrasante. Estos trabajos se ejecutarán en un periodo aproximado de 7 meses.

Para la ejecución de la alternativa de solución (PIV), se requerirán trabajos de:

Tabla 33 Actividades proceso constructivo alternativa B

PIV Carretera Amomolulco - Xonacatlán – Presa José Antonio Álzate	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Terracerías	20%	20%	20%	20%	20%		
Estructuras		40%			40%	20%	
Drenaje Y Subdrenaje	40%	40%	20%				
Pavimentos				20%	40%	30%	10%
Señalamiento Y Dispositivos De Seguridad						20%	80%
Sistema De Alumbrado Público						20%	80%
Obras Inducidas	50%	50%					

Fuente: Elaboración propia

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente:

Tabla 34 Mantenimiento de alternativa B

COSTOS DE MANTENIMIENTO					
PIV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate					
CONSERVACIÓN RUTINARIA				ANUAL	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Limpieza de juntas de dilatación	M	18.00	\$60.00	\$1,080.00
PUENTE	Limpieza de parapetos y banquetas	M2	1760.00	\$2.50	\$4,400.00
CARPETA	Limpieza de sup de rodadura y acotamientos	M2	14892.30	\$1.80	\$26,806.14
CARPETA	Bacheo superficial aislado	M3	29.78	\$4,400.00	\$131,052.24
CARPETA	Señalamiento horizontal	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
				TOTAL + IVA=	\$278,560.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)				3 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Calafateo de fisuras	M3	2.16	\$3,850.00	\$8,316.00
PUENTE	Reparación de grietas	M3	4.32	\$3,900.00	\$16,848.00
PUENTE	Reposición de sello en juntas de dilatación	M	18.00	\$4,500.00	\$81,000.00
PUENTE	Reparación de parapetos y banquetas	M3	0.48	\$3,850.00	\$1,828.75
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
				TOTAL + IVA=	\$1,389,050.00
REHABILITACIÓN				10 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$32.00	\$476,553.60
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14892.30	\$22.50	\$335,076.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M3	1013.31	\$4,400.00	\$4,458,577.20
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
PUENTE	Preposición de juntas de dilatación	M	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
				TOTAL + IVA=	\$7,617,350.00
RECONSTRUCCIÓN				20 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica (7cm)	M2	14613.50	\$32.00	\$467,632.00
CARPETA	Recorte de pavimentos (50cm)	M2	14613.50	\$152.50	\$2,228,558.75
CARPETA	Recompactación de la sup. Descubierta	M2	14613.50	\$9.40	\$137,366.90
CARPETA	Conformación capa subrasante de 30 cm	M2	14613.50	\$93.00	\$1,359,055.50
CARPETA	Conformación capa base de 20 cm	M2	14613.50	\$79.00	\$1,154,466.50
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14613.50	\$22.50	\$328,803.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$308.00	\$4,586,828.40
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
				TOTAL + IVA=	\$13,168,550.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto ya que se procederá a cerrar la circulación de un sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido.

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

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: ⁶

$$\text{Costos por Molestias} = \text{CGV}_c - \text{CGV}_0$$

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

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

Los costos por molestias se presentan debido a que durante la construcción del proyecto se procederá a cerrar la circulación de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido, esto ocasiona que las velocidades de recorrido se disminuyan en un 15% supuesto por la Junta de Caminos del Estado de México en proyectos similares.

Dichos costos serán determinados por la diferencia de los CGV's de la situación sin proyecto y los CGV's calculados con las velocidades promedios que se presentarían durante la construcción, presentando así un costo anual por molestias.

Tabla 35. Costos por molestia

	Molestias Anuales (\$)					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
CGV's Sin Proyecto	0	2021	\$62,808,980.97	\$1,644,635.96	\$7,148,909.08	\$71,602,526.00
CGV's En Construcción	0	2021	\$72,585,235.30	\$1,913,327.09	\$8,316,322.18	\$82,814,884.56
Molestias	0	2021	\$9,776,254.33	\$268,691.13	\$1,167,413.10	\$11,212,358.56

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 meses	\$11,212,358.56
Molestias Mensuales	1 mes	\$934,363.21
Alternativa A	5 meses	\$4,671,816.07
Alternativa B	7 meses	\$6,540,542.49

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el periodo de ejecución de la Alternativa A (PSV) es menor, los costos por molestia para este caso se reducen a efecto del tiempo de la realización de los trabajos, ya que solamente se afectara la circulación vehicular por 5 meses. En caso contrario sucede con la alternativa B, la cual presenta mayor costo por molestia a causa de que el periodo de ejecución para realizar un PIV es mayor.

Para ello se realizó la comparación entre el costo anual equivalente de mejorar la circulación vehicular mediante un PSV o realizar el proyecto mediante un PSV.

Tabla 36 Costo Anual Equivalente de las Alternativas (CAE)

Indicador	Valor
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa A: PSV	\$5,895,585.86
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa B: PIV	\$9,319,436.11

Fuente: Elaboración propia

Costo Anual Equivalente – Propuesta Aceptada

Tabla 37 Costo Anual Equivalente de las Alternativa A

PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate			
Inversión c/IVA	\$59,900,000.00	Tasa de descuento	10%
		Años de vida útil	50.00

⁶ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

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

AÑO	Alternativa A - Aceptada					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$51,637,931.03		\$4,671,816.07	\$56,309,747.10	\$56,309,747.10	
1		\$240,137.93		\$240,137.93	\$218,307.21	
2		\$240,137.93		\$240,137.93	\$198,461.10	
3		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$899,667.09	
4		\$240,137.93		\$240,137.93	\$164,017.44	
5		\$240,137.93		\$240,137.93	\$149,106.76	
6		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$675,933.20	
7		\$240,137.93		\$240,137.93	\$123,228.73	
8		\$240,137.93		\$240,137.93	\$112,026.12	
9		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$507,838.62	
10		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$461,671.47	
11		\$240,137.93		\$240,137.93	\$84,166.88	
12		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$381,546.67	
13		\$240,137.93		\$240,137.93	\$69,559.40	
14		\$240,137.93		\$240,137.93	\$63,235.82	
15		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$286,661.66	
16		\$240,137.93		\$240,137.93	\$52,261.01	
17		\$240,137.93		\$240,137.93	\$47,510.01	
18		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$215,373.15	
19		\$240,137.93		\$240,137.93	\$39,264.47	
20		\$240,137.93		\$240,137.93	\$35,694.97	
21		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$161,813.03	
22		\$240,137.93		\$240,137.93	\$29,499.98	
23		\$240,137.93		\$240,137.93	\$26,818.16	
24		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$121,572.53	
25		\$240,137.93		\$240,137.93	\$22,163.77	
26		\$240,137.93		\$240,137.93	\$20,148.88	
27		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$91,339.24	
28		\$240,137.93		\$240,137.93	\$16,651.97	
29		\$240,137.93		\$240,137.93	\$15,138.15	
30		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$68,624.52	
31		\$240,137.93		\$240,137.93	\$12,510.87	
32		\$240,137.93		\$240,137.93	\$11,373.52	
33		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$51,558.62	
34		\$240,137.93		\$240,137.93	\$9,399.60	
35		\$240,137.93		\$240,137.93	\$8,545.09	
36		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$38,736.75	
37		\$240,137.93		\$240,137.93	\$7,062.06	
38		\$240,137.93		\$240,137.93	\$6,420.05	
39		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$29,103.50	
40		\$240,137.93		\$240,137.93	\$5,305.83	
41		\$240,137.93		\$240,137.93	\$4,823.48	
42		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$21,865.89	
43		\$240,137.93		\$240,137.93	\$3,986.35	
44		\$240,137.93		\$240,137.93	\$3,623.95	
45		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$16,428.17	
46		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,995.00	
47		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,722.73	
48		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$12,342.72	
49		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,250.19	
50		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,045.63	
				\$84,591,066.07	\$61,922,149.13	\$6,245,416.82

Fuente: Elaboración propia

Costo Anual Equivalente – Propuesta Descartada

Tabla 38 Costo Anual Equivalente de las Alternativa B

PIV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate						
Inversión c/ IVA	\$98,720,000.00		Años de vida útil		50	
AÑO	Alternativa B - Descartada					
	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$85,103,448.28		\$6,540,542.49	\$91,643,990.77	\$91,643,990.77	
1		\$240,137.93		\$240,137.93	\$218,307.21	
2		\$240,137.93		\$240,137.93	\$198,461.10	
3		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$899,667.09	
4		\$240,137.93		\$240,137.93	\$164,017.44	
5		\$240,137.93		\$240,137.93	\$149,106.76	
6		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$675,933.20	
7		\$240,137.93		\$240,137.93	\$123,228.73	
8		\$240,137.93		\$240,137.93	\$112,026.12	
9		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$507,838.62	
10		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$461,671.47	
11		\$240,137.93		\$240,137.93	\$84,166.88	
12		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$381,546.67	
13		\$240,137.93		\$240,137.93	\$69,559.40	
14		\$240,137.93		\$240,137.93	\$63,235.82	
15		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$286,661.66	
16		\$240,137.93		\$240,137.93	\$52,261.01	
17		\$240,137.93		\$240,137.93	\$47,510.01	
18		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$215,373.15	
19		\$240,137.93		\$240,137.93	\$39,264.47	
20		\$240,137.93		\$240,137.93	\$35,694.97	
21		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$161,813.03	
22		\$240,137.93		\$240,137.93	\$29,499.98	
23		\$240,137.93		\$240,137.93	\$26,818.16	
24		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$121,572.53	
25		\$240,137.93		\$240,137.93	\$22,163.77	
26		\$240,137.93		\$240,137.93	\$20,148.88	
27		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$91,339.24	
28		\$240,137.93		\$240,137.93	\$16,651.97	
29		\$240,137.93		\$240,137.93	\$15,138.15	
30		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$68,624.52	
31		\$240,137.93		\$240,137.93	\$12,510.87	
32		\$240,137.93		\$240,137.93	\$11,373.52	
33		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$51,558.62	
34		\$240,137.93		\$240,137.93	\$9,399.60	
35		\$240,137.93		\$240,137.93	\$8,545.09	
36		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$38,736.75	
37		\$240,137.93		\$240,137.93	\$7,062.06	
38		\$240,137.93		\$240,137.93	\$6,420.05	
39		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$29,103.50	
40		\$240,137.93		\$240,137.93	\$5,305.83	
41		\$240,137.93		\$240,137.93	\$4,823.48	
42		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$21,865.89	
43		\$240,137.93		\$240,137.93	\$3,986.35	
44		\$240,137.93		\$240,137.93	\$3,623.95	
45		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$16,428.17	
46		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,995.00	
47		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,722.73	
48		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90	\$12,342.72	
49		\$240,137.93		\$240,137.93	\$2,250.19	

50	\$240,137.93	\$240,137.93	\$2,045.63
\$119,925,309.73 \$97,256,392.80 \$9,809,199.45			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de alternativas concluye que con base a un análisis costo anual equivalente se descarta la “Alternativa B” basada en un método constructivo basado en un PIV (CAE \$9,809,199.45) ya que registra un CAE mayor a la alternativa que emplea un PSV (CAE \$6,245,416.82). La alternativa de un PSV se realizará en un menor tiempo. Así mismo se considera que:

Sobre la carretera Xonacatlán-Presa Álzate se localiza de forma longitudinal al mismo, una tubería de 2.44 metros de diámetro (propiedad del Sistema de Aguas de la Ciudad de México) a cada lado de la estructura del PSV de la alternativa seleccionada que se pretende realizar.

En el caso de generar un Puente Inferior Vehicular se corre el riesgo de debilitar las paredes de la tubería de concreto armado y con ello causar un detrimento considerable a la estabilidad estructural de la tubería, que probablemente redundaría en el colapso de la misma.

Debido a lo antes mencionado, se desecha la construcción de un Paso Inferior Vehicular.

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"/>

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación, publicado con fecha 30 de diciembre de 2013, donde se establecen los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Los trabajos de construcción de un PSV en el entronque de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate, se considera dentro del programa de infraestructura económica ya que su monto es mayor a 50 millones de pesos y menor a 500 millones de pesos. Por lo que el estudio es a nivel Simplificado (Perfil).

Objetivo del proyecto

El Objetivo del proyecto de inversión es construir un puente superior vehicular el cual permita aliviar la ineficiencia de operación vial registrada en "Situación Actual" en la intersección vial de la carretera Toluca-Temoaya y Amomolulco-Xonacatlán- Presa Álzate lo cual provoca congestión en dicho punto.

La finalidad de este proyecto consiste en incrementar la eficiencia operativa, reducir los costos generalizados de viaje y, por ende, los niveles de contaminación ambiental por emisión de partículas de la combustión, así como de polvos, disminuir los tiempos de traslado de la población y mejorar la seguridad operativa al cual permita evitar accidentes viales.

El proyecto contempla mejorar la comunicación intraurbana e interurbana en la zona metropolitana del valle de Toluca, que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo económico y social del municipio. Permitiendo así, cumplir con los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2021, Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

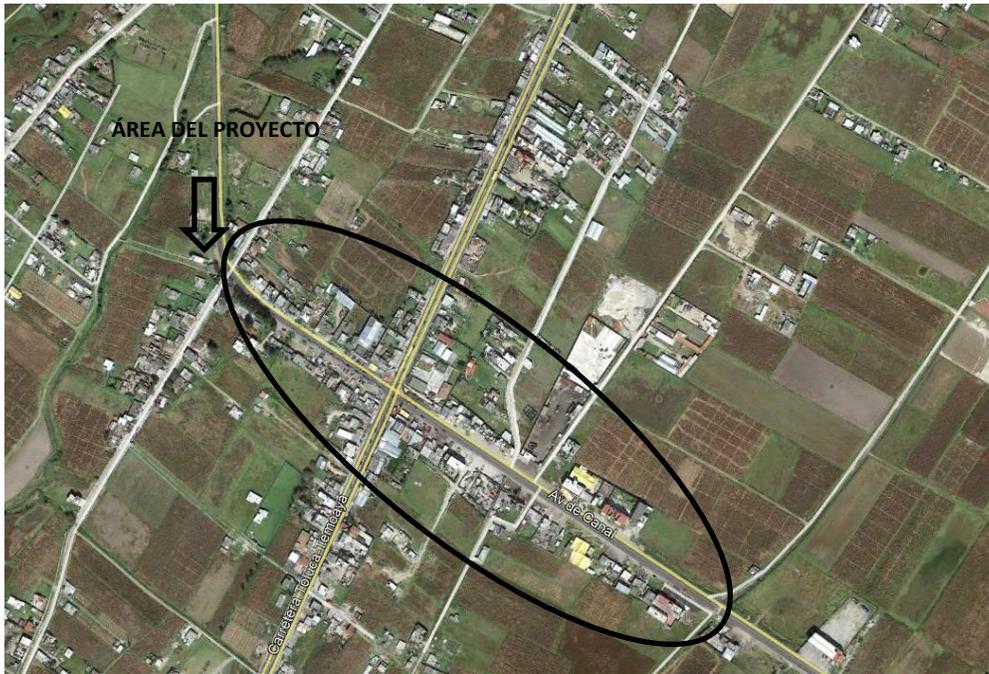
El Paso Superior Vehicular formará parte de la red vial municipal y regional de la zona, teniendo trabajos consistentes en terracerías, estructuras y pavimentos, cuyos beneficios son:

- Hacer más fluido el tránsito vehicular.
- Reducción de tiempos en el cruce del entronque.
- Reducción de los costos totales de operación de los vehículos que transitan la zona.
- Reducción de la pérdida de horas hombre.
- Reducción de la contaminación ambiental, al recorrer el tramo con la velocidad de diseño.
- Mejorar los niveles de servicio

Impacto Metropolitano

El proyecto del "PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate, municipio de Temoaya" se localiza en el municipio de Temoaya, en el Estado de México, desarrollándose básicamente sobre la carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate, mejorando los niveles de servicio de estas vías involucradas considerando a Temoaya como parte integral de la movilidad en la zona norte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con el fin de movilizar personas, servicios y bienes entre los municipios de Toluca, Temoaya, Oztoltepec y Xonacatlán, convirtiendo a esta arteria como una vía principal que mantenga un flujo continuo en este cruce, terminando así con la problemática de congestión de la zona de influencia y genere un impacto metropolitano (ZMVT).

Ilustración 8 Área de influencia del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

El proyecto consiste en la construcción de un PSV de dos carriles de circulación, uno por sentido y la adecuación de los ejes viales (lateral izquierdo y lateral derecho).

Para ejecutar la construcción del PSV en el cruce de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán será necesario llevar a cabo los trabajos relacionados de 2,582.0 m³ de excavaciones tanto para canales, se requerirán 220.0 m para perforación de para alojar pilas de cimentación con un diámetro de 1.0 m. Se considerarán 180 m³ para la formación de terraplenes y 23, 649m³ para la formación de terraplenes reforzados.; y 4,634.30 m³ para la formación de la capa subrasante.

Se requerirá también de 4,490.0 m² de paneles de concreto hidráulico reforzado para recubrimiento de terraplenes reforzados. Se construirán diversas obras de drenaje como cunetas, lavaderos, pozos de visita, coladeras de piso para aguas pluviales, así mismo se construirán banquetas y guarniciones en ambos lados de la calzada

El claro del PSV será librado mediante el uso de 4 trabes de concreto pretensado tipo cajón en total, mismas que estarán apoyadas sobre columnas de concreto hidráulico.

Sobre las trabes se colocarán una losa de compresión, además se construirá un parapeto de concreto hidráulico. En lo que se refiere a pavimentos, se emplearán 2,922.70 m³ de base hidráulica de 20 cm de espesor, así mismo, se tenderán y compactarán 1,013.10 m² de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor.

Para asegurar el correcto funcionamiento y seguridad del proyecto, se instalarán 16 señales preventivas, 7 señales restrictivas, 17 señales informativas, 5,120.0 m de señalamiento horizontal consistente en raya separadora de sentidos de circulación, rayas a la orilla del arroyo vial y raya separadora de carriles, 38 piezas de flechas en el pavimento, 250 m de rayas con espaciado logarítmico, 143 botones de 10 cm de diámetro 94 luminarias solares híbridas para alumbrado público.

Los trabajos son consistentes con lo referente a:

LATERAL IZQUIERDO

- Longitud 480.0 m
- Ancho corona 7 m

- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 7.00 m total, dos carriles de 3.50 m ancho cada uno para la circulación de vehículos.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Cuenta con banqueteta de 2 m de ancho en un lado del arroyo vial.
- Guarnición de concreto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

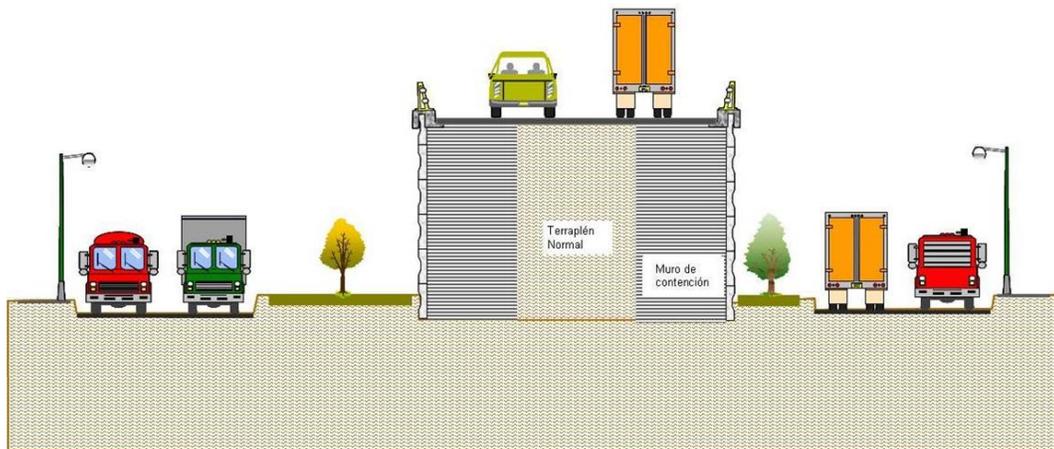
LATERAL DERECHO

- Longitud 44.0 m
- Ancho corona 7 m
- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 7.00 m total, dos carriles de 3.50 m ancho cada uno para la circulación de vehículos.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Cuenta con banqueteta de 2 m de ancho en un lado del arroyo vial.
- Guarnición de concreto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

PSV

- Longitud 610 m de longitud total, con un claro de 34.00 m
- Ancho total de 9 m, con un ancho de corona de 8.4.
- Terraplén armado delimitado por "escamas de concreto" y relleno por material procedente de banco.
- Defensa metálica de dos crestas sobre el terraplén armado.
- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 8.20 m con 2 carriles, dos carriles de 4.10 m ancho cada uno para circulación de vehículos.
- Las trabes que funcionan para librar el claro del puente son 4 piezas. Las medidas son 34 m de largo, 1.5m de peralte, 1.9m de base mayor y 81cm de base menor.
- Las trabes descansan sobre cabezales y estas a su vez en 4 pilas-pilotes de concreto armado en cada apoyo de 22.6 m de longitud.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 5 cm de espesor.
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Parapeto tipo T.34.4.1
- Guarnición de concreto en ambos lados del arroyo vial.
- Con un gálibo promedio de 5.61m de alto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

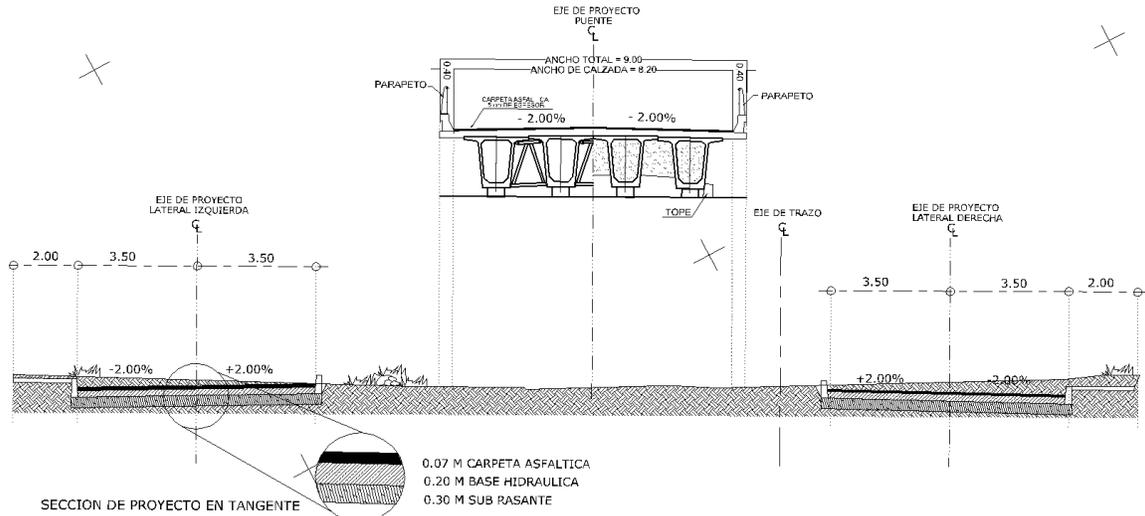
Ilustración 9 Sección panorámica general en zona de terraplenes



Fuente: Proyecto Geométrico

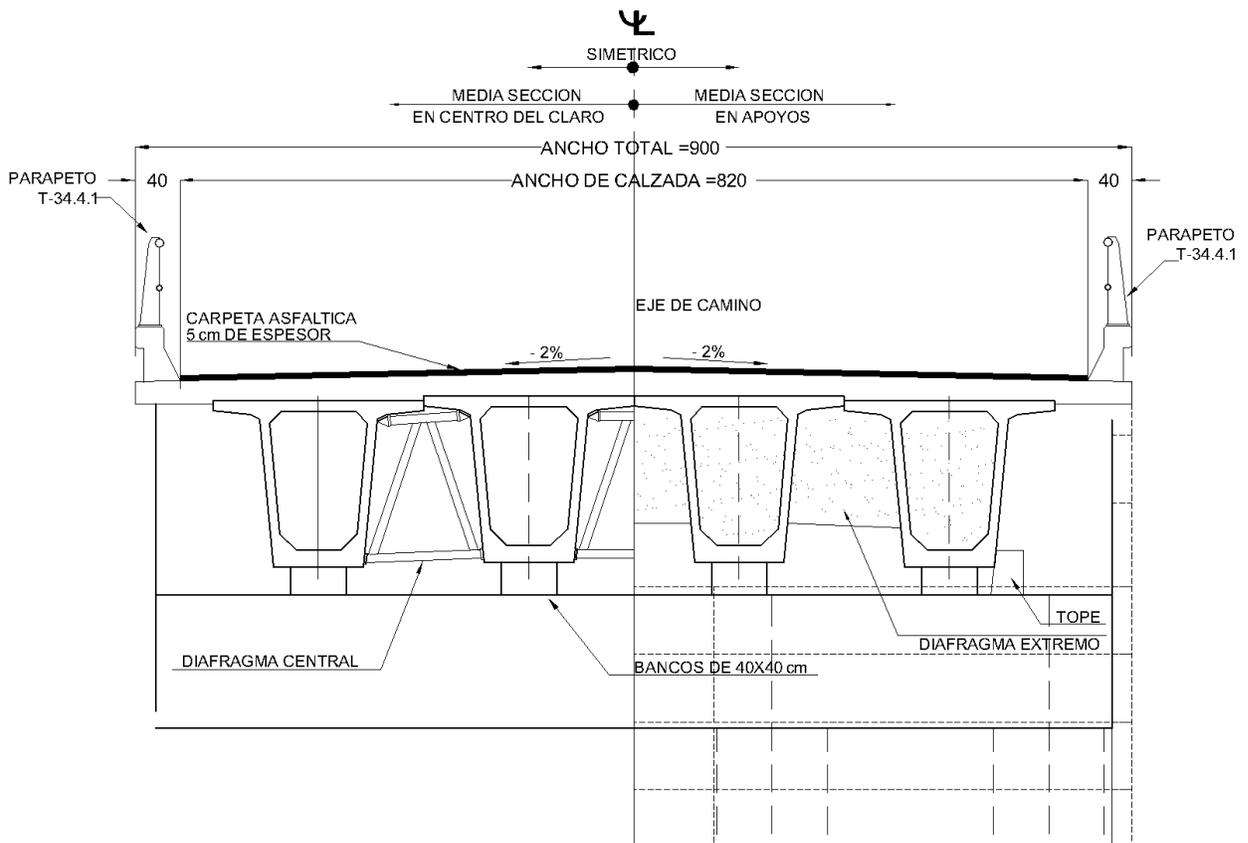
Ilustración 10 Corte Transversal Carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate

CORTE TRANSVERSAL



Fuente: Proyecto Geométrico

Ilustración 11 Corte Transversal PSV



Fuente: Proyecto Geométrico

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

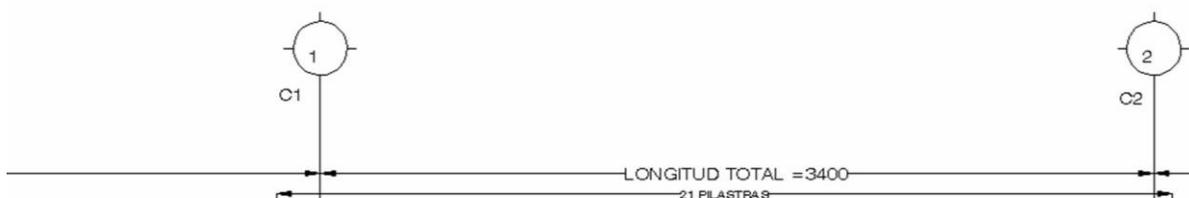
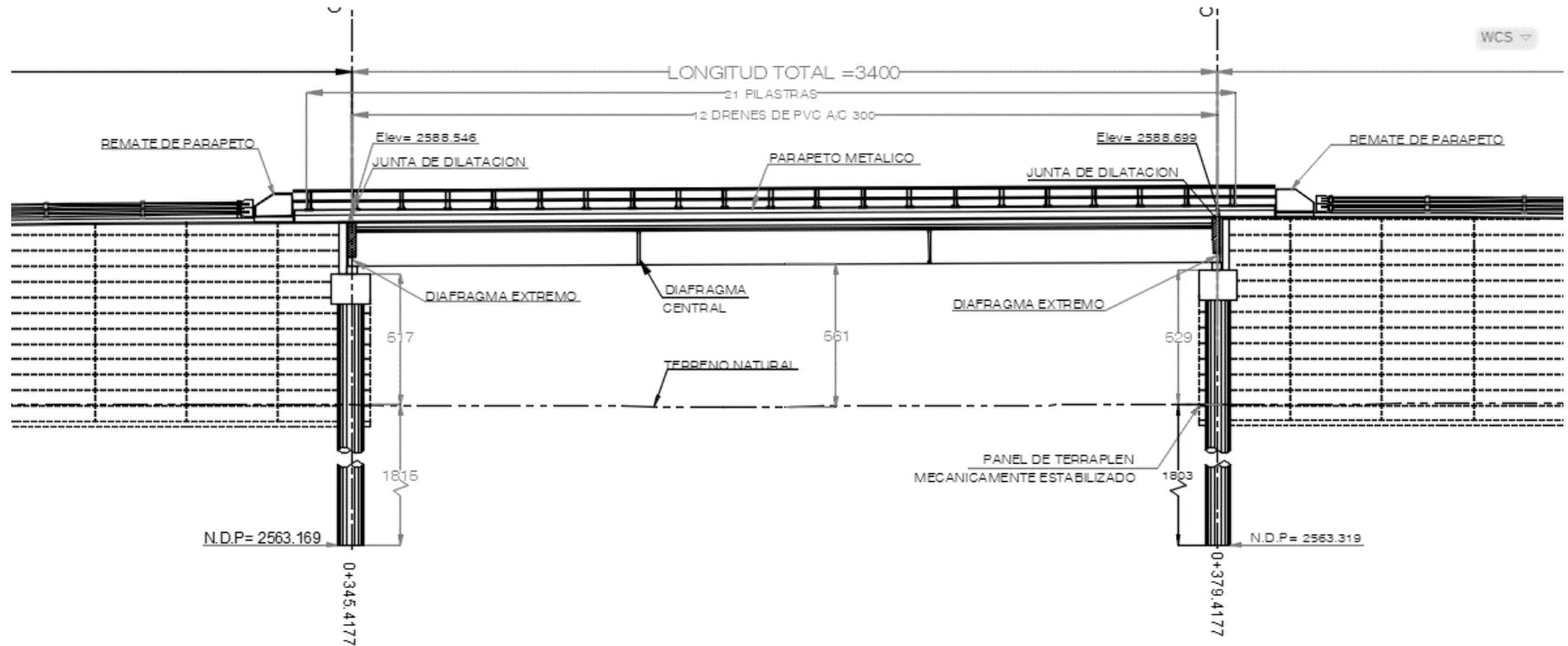


Ilustración 12 Sección transversal carretera Toluca- Temoaya



Fuente: Proyecto Geométrico

Resumen de procedimientos constructivos

Se realizarán las siguientes actividades dentro del proceso constructivo conforme a las disposiciones y normas vigentes de la S.C.T.

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Los procedimientos constructivos que se describen a continuación, tienen como objetivo, marcar una secuencia lógica en las etapas de construcción de la obra, con la finalidad de optimizar los recursos destinados para la ejecución de los trabajos.

- AFECTACIONES Y OBRAS INDUCIDAS
 - Identificación de las obras inducidas
 - Obras inducidas comunes
 - Obras inducidas especiales

- TERRACERÍAS
 - Despalme
 - Cortes
 - Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes y en la cama de los cortes
 - Construcción de terraplenes, (para alcanzar niveles de proyecto)
 - Construcción de terraplenes reforzados en las rampas de los puentes
 - Construcción de la capa subrasante utilizando material de banco

- OBRAS DE DRENAJE, OBRAS DE SUBDRENAJE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

- PAVIMENTOS
 - Base hidráulica
 - Riego de impregnación
 - Riego de liga
 - Carpeta de concreto asfáltico
 - Riego de sello con material premezclado

- SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Componentes del proyecto

Tabla 39 Componentes del proyecto

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
TERRACERIAS	Cortes	m ³	12,104.50	\$115.00	\$1,392,017.50
	Escalones de Liga	m ³	35.00	\$145.00	\$5,075.00
	Excavación para canales	m ³	120.00	\$185.00	\$22,200.00
	Excavación para estructuras en obras de drenaje transversal.	m ³	163.00	\$190.00	\$30,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para colocar tubos colectores y tubos de descarga.	m ³	2,234.00	\$205.00	\$457,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para cajones bocas de tormenta, canales y colectores de concreto reforzado.	m ³	65.00	\$215.00	\$13,975.00
	Perforación para alojar pilas de 1.00 metros de diámetro, por unidad de obra terminada.	m	220.00	\$1,250.00	\$275,000.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar, en rellenos de banquetas o cunetas	m ³	90.00	\$320.00	\$28,800.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar	m ³	190.00	\$300.00	\$57,000.00
	Formación de capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	3,384.70	\$310.00	\$1,049,257.00
	Terraplén reforzado al 95% AASHTO	m ³	3,649.00	\$340.00	\$8,040,660.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
TERRACERIAS	Suministro, fabricación y montaje de paneles de concreto hidráulico reforzado para recubrimiento de terraplenes reforzados	m ²	4,490.00	\$3,044.50	\$13,669,805.00
	Capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	1,249.60	\$360.00	\$449,856.00
	Relleno de excavaciones, compactado al 90% AASTHO, estándar	m ³	841.00	\$420.00	\$353,220.00
	Relleno de filtros en el respaldo de estribos de mampostería en obras de drenaje y muros de contención	m ³	15.00	\$500.00	\$7,500.00
ESTRUCTURAS	Construcción de mampostería de piedra en estribos para losas de concreto reforzado y bóvedas, en obras de drenaje.	m ³	93.00	\$2,200.00	\$204,600.00
	Tubos para drenes en muros de contención, estribos y bóvedas	m	16.00	\$115.00	\$1,840.00
	Zampeado de mampostería	m ³	40.00	\$2,250.00	\$90,000.00
	Concreto hidráulico en losas de obras de drenaje	m ³	11.00	\$3,350.00	\$36,850.00
	Concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	m ³	1.60	\$3,850.00	\$6,160.00
	Concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	m ³	7.90	\$3,840.00	\$30,336.00
	Concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	m ³	70.00	\$3,825.00	\$267,750.00
	Concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	m ³	320.00	\$3,860.00	\$1,235,200.00
	Concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	m ³	12.00	\$3,840.00	\$46,080.00
	Concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	m ³	30.00	\$3,840.00	\$115,200.00
	Acero para concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	Kg.	280.00	\$33.00	\$9,240.00
	Acero para concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	Kg.	2,075.00	\$33.00	\$68,475.00
	Acero para concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	Kg.	8,426.00	\$33.00	\$278,058.00
	Acero para concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	Kg.	64,672.00	\$33.00	\$2,134,176.00
	Acero para concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	Kg.	816.00	\$33.00	\$26,928.00
	Acero para concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	Kg.	2,700.00	\$33.00	\$89,100.00
	Trabe pretensada sección tipo cajón de 1.50 m de peralte x 1.90 m de ancho x 34.30 m de longitud, de f'c = 450 kg/cm ² .	Pza.	4.00	\$550,000.00	\$2,200,000.00
	Parapeto con defensa para calzada del tipo T-34.4.1	Kg.	2,700.00	\$94.00	\$253,800.00
	Estructura de diafragmas centrales en el puente, por unidad de obra terminada.	Kg.	520.00	\$91.00	\$47,320.00
	Suministro y colocación de rejilla de piso con bisagra de fierro fundido de 45 x 45 cm	Pza.	25.00	\$3,500.00	\$87,500.00
	Suministro y colocación de rejilla de acero para "boca de tormenta" formada con riel de desecho tipo 100 ASCE	Kg.	2,250.00	\$93.00	\$209,250.00
	Guarniciones de concreto hidráulico	m	1,360.00	\$330.00	\$448,800.00
	Banquetas de concreto hidráulico	m ²	2,720.00	\$320.00	\$870,400.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
ESTRUCTURAS	Demolición de mampostería de tercera clase, con mortero de cemento, por unidad de obra terminada	m ³	3.00	\$490.00	\$1,470.00
	Demolición de concreto hidráulico reforzado, por unidad de obra terminada	m ³	2.00	\$950.00	\$1,900.00
	Apoyos integrales de neopreno vulcanizados en planta ASTM-D2240 de 30 x 50 x 5.7 cm (caballetes)	dm ³	68.40	\$1,250.00	\$85,500.00
	Junta estanca entre cubierta y respaldo de caballetes CV 2000 o similar, por unidad de obra terminada.	m	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
	Ductos de PVC de 7.50 cm de diámetro x 60 cm de longitud en drenaje de superestructura	Pza.	26.00	\$90.00	\$2,340.00
DRENAJE Y SUBDRENAJE	Cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple	m	590.00	\$430.00	\$253,700.00
	Canal-cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple	m	79.00	\$350.00	\$27,650.00
	Lavaderos de concreto hidráulico simple	m	24.00	\$380.00	\$9,120.00
	Bordillos de concreto hidráulico	m	629.00	\$85.00	\$53,465.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.00 a 1.25 m.	Pza.	1.00	\$9,000.00	\$9,000.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.25 a 1.50 m.	Pza.	7.00	\$10,500.00	\$73,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.50 a 1.75 m.	Pza.	11.00	\$11,500.00	\$126,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.75 a 2.00 m.	Pza.	5.00	\$12,500.00	\$62,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.00 a 2.25 m.	Pza.	3.00	\$13,500.00	\$40,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.25 a 2.50 m.	Pza.	3.00	\$15,000.00	\$45,000.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.50 a 2.75 m.	Pza.	2.00	\$17,000.00	\$34,000.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 20 cm. de diámetro	m	703.00	\$190.00	\$133,570.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 25 cm. de diámetro	m	129.00	\$340.00	\$43,860.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 38 cm. de diámetro	m	204.00	\$630.00	\$128,520.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 45 cm. de diámetro	m	937.00	\$1,000.00	\$937,000.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 61 cm. de diámetro	m	464.00	\$1,500.00	\$696,000.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 40 cm. x 40 cm., para recibir rejilla metálica de 45 cm. x 45 cm.	Pza.	25.00	\$3,850.00	\$96,250.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 30 x 40 cm. de ancho por 40 cm de profundidad	Pza.	38.00	\$3,500.00	\$133,000.00
PAVIMENTOS	Base hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada con producto procedente de banco	m ³	2,922.70	\$450.00	\$1,315,215.00
	Riego de impregnación: mulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ² , por unidad de obra terminada	m ²	14,613.50	\$25.00	\$365,337.50
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ² . Por unidad de obra terminada	m ³	87.70	\$500.00	\$43,850.00
	Carpeta asfáltica de granulometría densa	m ³	1,013.10	\$4,800.00	\$4,862,880.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Raya separadora de sentidos de circulación de 10 cm de ancho, en color amarillo reflejante: raya continua sencilla	m	370.00	\$11.00	\$4,070.00
	Raya separadora de sentidos de circulación de 15 cm de ancho, en color amarillo reflejante: Raya discontinua sencilla	m	340.00	\$15.00	\$5,100.00
	Raya separadora de carriles de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya separadora de carriles, discontinua.	m	960.00	\$10.00	\$9,600.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla derecha, continua.	m	2,450.00	\$10.00	\$24,500.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla izquierda continua.	m	1,000.00	\$10.00	\$10,000.00
	Rayas que limitan la zona neutral (separando flujos en un solo sentido) de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	150.00	\$10.00	\$1,500.00
	Rayas diagonales en zona neutral separadas entre sí 2 m. de 20 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	320.00	\$21.00	\$6,720.00
	Rayas de alto de 30 cm de ancho en carreteras de un carril por sentido de circulación, vías secundarias y ciclovías.	m	30.00	\$32.00	\$960.00
	Rayas para cruce de peatones en vías rápidas, de 40 cm de ancho, en color amarillo reflejante	Pza.	70.00	\$84.00	\$5,880.00
	Rayas con espaciamiento logarítmico de 60 cm de ancho, en color blanco reflejante.	m	250.00	\$64.00	\$16,000.00
	Flechas sencillas en el pavimento.	Pza.	24.00	\$340.00	\$8,160.00
	Flechas izquierdas/derecha en el pavimento.	Pza.	4.00	\$380.00	\$1,520.00
	Flechas dobles en el pavimento.	Pza.	9.00	\$490.00	\$4,410.00
	Marcas para delinear guarniciones.	m	1,813.33	\$38.00	\$68,906.54
	Botones de color blanco, de forma circular, con un diámetro del orden de diez (10) centímetros	Pza.	143.00	\$85.00	\$12,155.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Indicadores de obstáculos de 61 x 122 cm. de ancho, en bifurcaciones.	Pza.	2.00	\$3,000.00	\$6,000.00
	Señales restrictivas de 30 cm. por lado, en acabado reflejante.	Pza.	5.00	\$2,500.00	\$12,500.00
	Señales restrictivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales informativas de Destino de 239 x 122 cm. (1 tablero)	Pza.	4.00	\$42,000.00	\$168,000.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Señales Informativas de Destino de 30 x 178 cm., en calles	Pza.	4.00	\$4,000.00	\$16,000.00
	Señales Informativas de Identificación: señal de nomenclatura (nombre de vialidades), de 20 x 91 cm (doble en un poste)	Pza.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
	Señales Informativas de Recomendación de 71 x 178 cm., 2 renglones, en carreteras con ancho de corona menor de 9.0 m., bulevares y vías rápidas urbanas	Pza.	2.00	\$5,000.00	\$10,000.00
	Señales Verticales Elevadas, tipo Bandera doble con dos tableros de 122 x 305 cm.	Pza.	6.00	\$56,000.00	\$336,000.00
	Defensas metálicas: Vigas acanaladas de 3 crestas, con un ancho de 510 mm (una vez moldeada) con separadores y postes. Por unidad de obra terminada.	m	580.00	\$1,250.00	\$725,000.00
	Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m. Por unidad de obra terminada	Pza.	1.00	\$34,553.49	\$34,553.49
SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	Suministro y colocación de luminaria solar marca DIANMING modelo AIO2 de 40 watts de potencia tipo integral	Pza.	94.00	\$44,100.00	\$4,145,400.00
OBRAS INDUCIDAS	Reubicación de 35 acometidas, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$85,000.00	\$85,000.00
	Movimiento y reubicación de 400 metros de línea de baja tensión (3+1) 3/0-1/0, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$80,000.00	\$80,000.00
	Movimiento y reubicación de 500 metros de línea de media tensión 3F-4H, con doble circuito, 200 metros de línea de media tensión 3F-3H, según planos de la Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$750,000.00	\$750,000.00
	Movimiento y reubicación de transformador 1TR3B	Lote	1.00	\$35,000.00	\$35,000.00
	Movimiento y reubicación de cables de la red de cobre y fibra óptica, de líneas telefónicas, según proyectos de la compañía Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.,	Lote	1.00	\$150,000.00	\$150,000.00
	Movimiento y reubicación de postes de alumbrado público (arbotante)	pza.	11.00	\$7,500.00	\$82,500.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=1 a 15 cm.	pza.	27.00	\$5,000.00	\$135,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=15 a 30 cm., por unidad de obra terminada.	pza.	10.00	\$6,500.00	\$65,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=30 a 45 cm	pza.	14.00	\$8,500.00	\$119,000.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de toma domiciliar de agua potable que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,200.00	\$21,600.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de descarga domiciliar de drenaje sanitario que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,800.00	\$32,400.00
	SUBTOTAL				\$51,637,931.03
16 % IVA				\$8,262,068.97	
TOTAL				\$59,900,000.00	

Fuente: Elaboración Propia

b) Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Objetivo 3.6: Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Estrategias:

3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.

3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.

3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.

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

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

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

Líneas de Acción.

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

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

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

Plan de Desarrollo Municipal de Temoaya 2019-2021.

Objetivo: Promover el desarrollo urbano mediante acciones e instrumentos de ordenamiento territorial con visión de sostenibilidad

Estrategia: Vigilar el crecimiento ordenado y sostenible de los centros de población, procurando preservar el patrimonio natural, cultural y la imagen urbana.

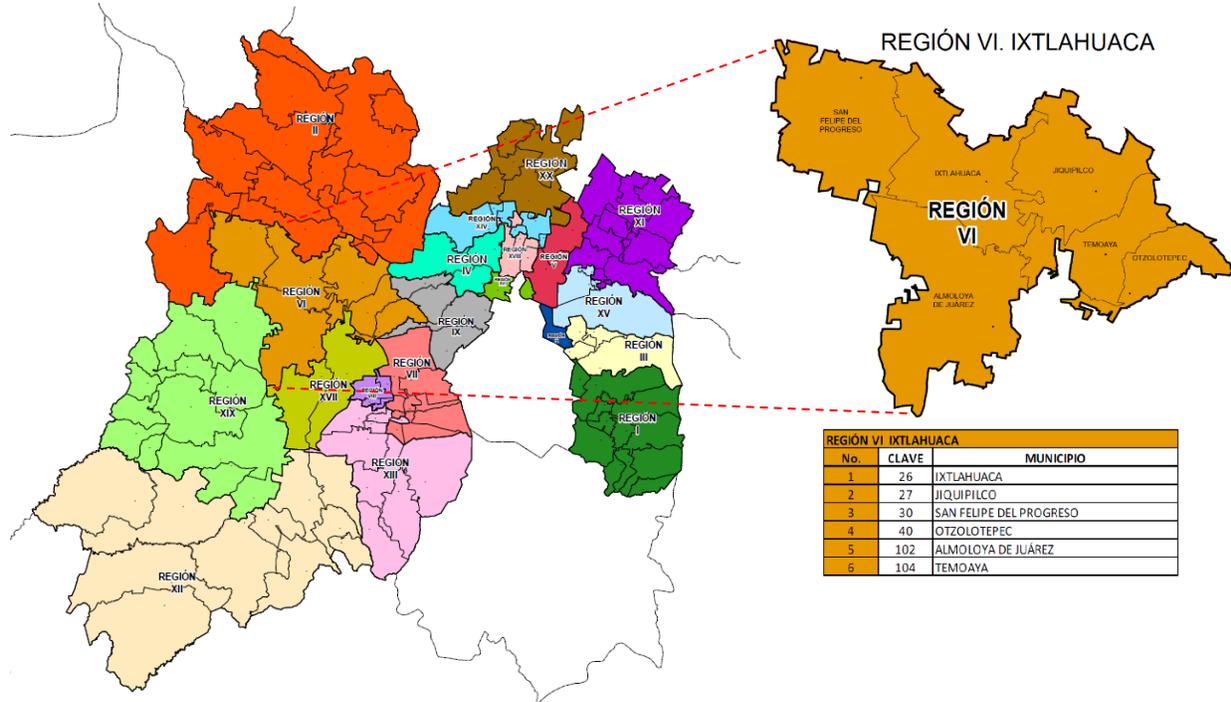
Líneas de acción:

- Elaborar y aplicar el Plan de Desarrollo Urbano Municipal vigente, para el ordenamiento de los asentamientos humanos
- Construcción y rehabilitación de la infraestructura vial municipal

c) Localización geográfica

El proyecto se ubica en la zona metropolitana del Valle de Toluca, de manera particular en el municipio de Temoaya el cual se encuentra ubicado dentro de la región VI Ixtlahuaca.

Ilustración 13 División Regional del Estado de México 2017-2023



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

El proyecto del “PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate, municipio de Temoaya.” se localiza en el municipio de Temoaya, en el Estado de México, desarrollándose básicamente sobre la carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate, mejorando los niveles de servicio de estas vías involucradas considerando a Temoaya como parte integral de la movilidad en la zona norte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con el fin de movilizar personas, servicios y bienes entre los municipios de Toluca, Temoaya, Otzolotepec y Xonacatlán, convirtiendo a esta arteria como una vía principal que mantenga un flujo continuo en este cruce, terminando así con la problemática de congestión de la zona de influencia y genere un impacto metropolitano (ZMVT).

El sitio en donde se llevará a cabo el proyecto está ubicado en el cruce que forman dos vías principales de comunicación que son: La carretera Toluca – Temoaya y la carretera Amomolulco (Atlacomulco) – Xonacatlán.

Las localidades beneficiadas con la construcción del PSV en el entronque de las carreteras Toluca- Temoaya y Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 40 Localidades Beneficiadas con el proyecto

Municipio	Localidad	Población (2010)	Grado de Marginación	Grado de Rezago Social
Temoaya	Lomas de San Nicolás	841	Alto	Bajo
Total		841	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos con Microrregiones SEDESOL

Ilustración 14 Localización Geográfica PSV



Fuente: Elaboración propia con Google

Tabla 41 Coordenadas geográficas

PSV en el entronque de las carreteras Toluca-Temoaya y Amomolulco-Xonacatlán-Presa Álzate		
Localización	Latitud	Longitud
Inicio	19.438720°	-99.602887°
Fin	19.442354°	-99.607870°

Fuente: Elaboración propia con Google

d) **Calendario de actividades**

CONCEPTO	IMPORTE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate						
Terracerías	\$29,989,834.38	\$8,996,950.31	\$8,996,950.31	\$8,996,950.31	\$2,998,983.44	
Estructuras	\$10,504,116.68	\$2,100,823.34	\$3,151,235.00	\$3,151,235.00	\$2,100,823.34	
Drenaje Y Subdrenaje	\$3,367,636.60	\$1,347,054.64	\$1,347,054.64	\$673,527.32		
Pavimentos	\$7,641,247.70		\$2,292,374.31	\$2,292,374.31	\$2,292,374.31	\$764,124.77
Señalamiento Y Dispositivos De Seguridad	\$1,784,120.64				\$178,412.06	\$1,605,708.57
Sistema De Alumbrado Público	\$4,808,664.00				\$961,732.80	\$3,846,931.20
Obras Inducidas	\$1,804,380.00	\$721,752.00	\$721,752.00			\$360,876.00
TOTAL, MENSUAL	\$59,900,000.00	\$13,166,580.29	\$16,509,366.27	\$15,114,086.95	\$8,532,325.95	\$6,577,640.54
TOTAL, ACUMULADO	\$59,900,000.00	\$13,166,580.29	\$29,675,946.56	\$44,790,033.51	\$53,322,359.45	\$59,900,000.00
Avance financiero						
PORCENTAJE MENSUAL		22%	28%	25%	14%	11%
PORCENTAJE ACUMULADO		22%	50%	75%	89%	100%
Avance físico						
PORCENTAJE MENSUAL		22%	28%	25%	14%	11%
PORCENTAJE ACUMULADO		22%	50%	75%	89%	100%

Fuente: Elaboración propia

*El monto incluye IVA

e) Monto total de inversión

Tabla 42 Componentes del proyecto

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
TERRACERIAS	Cortes	m ³	12,104.50	\$115.00	\$1,392,017.50
	Escalones de Liga	m ³	35.00	\$145.00	\$5,075.00
	Excavación para canales	m ³	120.00	\$185.00	\$22,200.00
	Excavación para estructuras en obras de drenaje transversal.	m ³	163.00	\$190.00	\$30,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para colocar tubos colectores y tubos de descarga.	m ³	2,234.00	\$205.00	\$457,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para cajones bocas de tormenta, canales y colectores de concreto reforzado.	m ³	65.00	\$215.00	\$13,975.00
	Perforación para alojar pilas de 1.00 metros de diámetro, por unidad de obra terminada.	m	220.00	\$1,250.00	\$275,000.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar, en rellenos de banquetas o cunetas	m ³	90.00	\$320.00	\$28,800.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar	m ³	190.00	\$300.00	\$57,000.00
TERRACERIAS	Formación de capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	3,384.70	\$310.00	\$1,049,257.00
	Terraplén reforzado al 95% AASTHO	m ³	3,649.00	\$340.00	\$8,040,660.00
	Suministro, fabricación y montaje de paneles de concreto hidráulico reforzado para recubrimiento de terraplenes reforzados	m ²	4,490.00	\$3,044.50	\$13,669,805.00
	Capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	1,249.60	\$360.00	\$449,856.00
	Relleno de excavaciones, compactado al 90% AASTHO, estándar	m ³	841.00	\$420.00	\$353,220.00
	Relleno de filtros en el respaldo de estribos de mampostería en obras de drenaje y muros de contención	m ³	15.00	\$500.00	\$7,500.00
ESTRUCTURAS	Construcción de mampostería de piedra en estribos para losas de concreto reforzado y bóvedas, en obras de drenaje.	m ³	93.00	\$2,200.00	\$204,600.00
	Tubos para drenes en muros de contención, estribos y bóvedas	m	16.00	\$115.00	\$1,840.00
	Zampeado de mampostería	m ³	40.00	\$2,250.00	\$90,000.00
	Concreto hidráulico en losas de obras de drenaje	m ³	11.00	\$3,350.00	\$36,850.00
	Concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	m ³	1.60	\$3,850.00	\$6,160.00
	Concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	m ³	7.90	\$3,840.00	\$30,336.00
	Concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	m ³	70.00	\$3,825.00	\$267,750.00
	Concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	m ³	320.00	\$3,860.00	\$1,235,200.00
	Concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	m ³	12.00	\$3,840.00	\$46,080.00
	Concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	m ³	30.00	\$3,840.00	\$115,200.00
Acero para concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	Kg.	280.00	\$33.00	\$9,240.00	

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
ESTRUCTURAS	Acero para concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	Kg.	2,075.00	\$33.00	\$68,475.00
	Acero para concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	Kg.	8,426.00	\$33.00	\$278,058.00
	Acero para concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	Kg.	64,672.00	\$33.00	\$2,134,176.00
	Acero para concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	Kg.	816.00	\$33.00	\$26,928.00
	Acero para concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	Kg.	2,700.00	\$33.00	\$89,100.00
	Trabe pretensada sección tipo cajón de 1.50 m de peralte x 1.90 m de ancho x 34.30 m de longitud, de f'c = 450 kg/cm ² .	Pza.	4.00	\$550,000.00	\$2,200,000.00
	Parapeto con defensa para calzada del tipo T-34.4.1	Kg.	2,700.00	\$94.00	\$253,800.00
	Estructura de diafragmas centrales en el puente, por unidad de obra terminada.	Kg.	520.00	\$91.00	\$47,320.00
	Suministro y colocación de rejilla de piso con bisagra de fierro fundido de 45 x 45 cm	Pza.	25.00	\$3,500.00	\$87,500.00
	Suministro y colocación de rejilla de acero para "boca de tormenta" formada con riel de desecho tipo 100 ASCE	Kg.	2,250.00	\$93.00	\$209,250.00
	Guarniciones de concreto hidráulico	m	1,360.00	\$330.00	\$448,800.00
	Banquetas de concreto hidráulico	m ²	2,720.00	\$320.00	\$870,400.00
	Demolición de mampostería de tercera clase, con mortero de cemento, por unid. de obra terminada	m ³	3.00	\$490.00	\$1,470.00
	Demolición de concreto hidráulico reforzado, por unidad de obra terminada	m ³	2.00	\$950.00	\$1,900.00
	Apoyos integrales de neopreno vulcanizados en planta ASTM-D2240 de 30 x 50 x 5.7 cm (caballetes)	dm ³	68.40	\$1,250.00	\$85,500.00
	Junta estanca entre cubierta y respaldo de caballetes CV 2000 o similar, por unidad de obra terminada.	m	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
	Ductos de PVC de 7.50 cm de diámetro x 60 cm de longitud en drenaje de superestructura	Pza.	26.00	\$90.00	\$2,340.00
	DRENAJE Y SUBDRENAJE	Cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple	m	590.00	\$430.00
Canal-cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple		m	79.00	\$350.00	\$27,650.00
Lavaderos de concreto hidráulico simple		m	24.00	\$380.00	\$9,120.00
Bordillos de concreto hidráulico		m	629.00	\$85.00	\$53,465.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.00 a 1.25 m.		Pza.	1.00	\$9,000.00	\$9,000.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.25 a 1.50 m.		Pza.	7.00	\$10,500.00	\$73,500.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.50 a 1.75 m.		Pza.	11.00	\$11,500.00	\$126,500.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.75 a 2.00 m.		Pza.	5.00	\$12,500.00	\$62,500.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.00 a 2.25 m.		Pza.	3.00	\$13,500.00	\$40,500.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.25 a 2.50 m.		Pza.	3.00	\$15,000.00	\$45,000.00
Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.50 a 2.75 m.		Pza.	2.00	\$17,000.00	\$34,000.00
Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 20 cm. de diámetro		m	703.00	\$190.00	\$133,570.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
DRENAJE Y SUBDRENAJE	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 25 cm. de diámetro	m	129.00	\$340.00	\$43,860.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 38 cm. de diámetro	m	204.00	\$630.00	\$128,520.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 45 cm. de diámetro	m	937.00	\$1,000.00	\$937,000.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 61 cm. de diámetro	m	464.00	\$1,500.00	\$696,000.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 40 cm. x 40 cm., para recibir rejilla metálica de 45 cm. x 45 cm.	Pza.	25.00	\$3,850.00	\$96,250.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 30 x 40 cm. de ancho por 40 cm de profundidad	Pza.	38.00	\$3,500.00	\$133,000.00
PAVIMENTOS	Base hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada con producto procedente de banco	m ³	2,922.70	\$450.00	\$1,315,215.00
	Riego de impregnación: mulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ² , por unidad de obra terminada	m ²	14,613.50	\$25.00	\$365,337.50
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ² . Por unidad de obra terminada	m ³	87.70	\$500.00	\$43,850.00
	Carpeta asfáltica de granulometría densa	m ³	1,013.10	\$4,800.00	\$4,862,880.00
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Raya separadora de sentidos de circulación de 10 cm de ancho, en color amarillo reflejante: raya continua sencilla	m	370.00	\$11.00	\$4,070.00
	Raya separadora de sentidos de circulación de 15 cm de ancho, en color amarillo reflejante: Raya discontinua sencilla	m	340.00	\$15.00	\$5,100.00
	Raya separadora de carriles de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya separadora de carriles, discontinua.	m	960.00	\$10.00	\$9,600.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla derecha, continua.	m	2,450.00	\$10.00	\$24,500.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla izquierda continua.	m	1,000.00	\$10.00	\$10,000.00
	Rayas que limitan la zona neutral (separando flujos en un solo sentido) de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	150.00	\$10.00	\$1,500.00
	Rayas diagonales en zona neutral separadas entre sí 2 m. de 20 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	320.00	\$21.00	\$6,720.00
	Rayas de alto de 30 cm de ancho en carreteras de un carril por sentido de circulación, vías secundarias y ciclovías.	m	30.00	\$32.00	\$960.00
	Rayas para cruce de peatones en vías rápidas, de 40 cm de ancho, en color amarillo reflejante	Pza.	70.00	\$84.00	\$5,880.00
	Rayas con espaciamiento logarítmico de 60 cm de ancho, en color blanco reflejante.	m	250.00	\$64.00	\$16,000.00
	Flechas sencillas en el pavimento.	Pza.	24.00	\$340.00	\$8,160.00
	Flechas izquierdas/derecha en el pavimento.	Pza.	4.00	\$380.00	\$1,520.00
	Flechas dobles en el pavimento.	Pza.	9.00	\$490.00	\$4,410.00
	Marcas para delinear guarniciones.	m	1,813.33	\$38.00	\$68,906.54
Botones de color blanco, de forma circular, con un diámetro del orden de diez (10) centímetros	Pza.	143.00	\$85.00	\$12,155.00	

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Indicadores de obstáculos de 61 x 122 cm. de ancho, en bifurcaciones.	Pza.	2.00	\$3,000.00	\$6,000.00
	Señales restrictivas de 30 cm. por lado, en acabado reflejante.	Pza.	5.00	\$2,500.00	\$12,500.00
	Señales restrictivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales informativas de Destino de 239 x 122 cm. (1 tablero)	Pza.	4.00	\$42,000.00	\$168,000.00
	Señales Informativas de Destino de 30 x 178 cm., en calles	Pza.	4.00	\$4,000.00	\$16,000.00
	Señales Informativas de Identificación: señal de nomenclatura (nombre de vialidades), de 20 x 91 cm (doble en un poste)	Pza.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
	Señales Informativas de Recomendación de 71 x 178 cm., 2 renglones, en carreteras con ancho de corona menor de 9.0 m., bulevares y vías rápidas urbanas	Pza.	2.00	\$5,000.00	\$10,000.00
	Señales Verticales Elevadas, tipo Bandera doble con dos tableros de 122 x 305 cm.	Pza.	6.00	\$56,000.00	\$336,000.00
Defensas metálicas: Vigas acanaladas de 3 crestas, con un ancho de 510 mm (una vez moldeada) con separadores y postes. Por unidad de obra terminada.	m	580.00	\$1,250.00	\$725,000.00	
Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m. Por unidad de obra terminada	Pza.	1.00	\$34,553.49	\$34,553.49	
SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	Suministro y colocación de luminaria solar marca DIANMING modelo AIO2 de 40 watts de potencia tipo integral	Pza.	94.00	\$44,100.00	\$4,145,400.00
OBRAS INDUCIDAS	Reubicación de 35 acometidas, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$85,000.00	\$85,000.00
	Movimiento y reubicación de 400 metros de línea de baja tensión (3+1) 3/0-1/0, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$80,000.00	\$80,000.00
	Movimiento y reubicación de 500 metros de línea de media tensión 3F-4H, con doble circuito, 200 metros de línea de media tensión 3F-3H, según planos de la Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$750,000.00	\$750,000.00
	Movimiento y reubicación de transformador 1TR3B	Lote	1.00	\$35,000.00	\$35,000.00
	Movimiento y reubicación de cables de la red de cobre y fibra óptica, de líneas telefónicas, según proyectos de la compañía Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.,	Lote	1.00	\$150,000.00	\$150,000.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
OBRAS INDUCIDAS	Movimiento y reubicación de postes de alumbrado público (arbotante)	pza.	11.00	\$7,500.00	\$82,500.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=1 a 15 cm.	pza.	27.00	\$5,000.00	\$135,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=15 a 30 cm., por unidad de obra terminada.	pza.	10.00	\$6,500.00	\$65,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=30 a 45 cm	pza.	14.00	\$8,500.00	\$119,000.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de toma domiciliaria de agua potable que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,200.00	\$21,600.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de descarga domiciliaria de drenaje sanitario que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,800.00	\$32,400.00
				SUBTOTAL	\$51,637,931.03
				16 % IVA	\$8,262,068.97
				TOTAL	\$59,900,000.00

Fuente: Elaborado Propia

f) Fuentes de financiamiento.

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
Federales			
Estatales	Programa De Acciones Para El Desarrollo (PAD)	\$ 59,900,000.00	100.00%
Municipales			
Fideicomisos			
Otros			
Total		\$ 59,900,000.00	100%

Fuente: Elaboración propia

g) Capacidad instalada

La capacidad instalada resultante de la implementación del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicio y seguridad operativa de la carretera Toluca-Temoaya y Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate como primera instancia, modernizar la vialidad reduce los Costos Generalizados de Viaje a largo plazo mediante obras no solo beneficiarias para los vehículos sino también para los peatones, y reduciendo los tiempos de traslado.

El diseño operacional permitirá incrementar la seguridad de los 5,890 vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual para ambos sentidos. Para tal efecto se toman como tasa de crecimiento el 1.17 % y 0.34% obtenida mediante los datos Viales de la SCT. Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo A, de acuerdo al Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 43 Capacidad Instalada

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate				Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán				Movimiento 3: Toluca- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	1,800	556	65	2,421	2,700	554	199	3,453	4,241	565	181	4,988
1	1,821	562	65	2,449	2,732	561	202	3,494	4,256	567	182	5,005
2	1,843	569	66	2,478	2,763	567	204	3,535	4,270	569	183	5,022
3	1,864	575	67	2,507	2,796	574	206	3,576	4,285	571	183	5,039
4	1,886	582	68	2,536	2,828	580	209	3,618	4,299	573	184	5,056
5	1,908	589	69	2,565	2,861	587	211	3,660	4,314	575	185	5,073
6	1,930	596	69	2,595	2,895	594	214	3,703	4,328	577	185	5,090
7	1,953	603	70	2,626	2,929	601	216	3,746	4,343	579	186	5,108
8	1,976	610	71	2,656	2,963	608	219	3,789	4,358	581	186	5,125
9	1,999	617	72	2,687	2,997	615	221	3,834	4,373	583	187	5,142
10	2,022	624	73	2,719	3,032	622	224	3,878	4,387	585	188	5,160
11	2,046	631	74	2,750	3,068	630	226	3,924	4,402	587	188	5,177

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate				Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán				Movimiento 3: Toluca- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
12	2,070	639	74	2,783	3,104	637	229	3,970	4,417	589	189	5,195
13	2,094	646	75	2,815	3,140	644	232	4,016	4,432	591	190	5,213
14	2,118	654	76	2,848	3,176	652	234	4,063	4,447	593	190	5,230
15	2,143	661	77	2,881	3,214	660	237	4,110	4,462	595	191	5,248
16	2,168	669	78	2,915	3,251	667	240	4,158	4,477	597	192	5,266
17	2,193	677	79	2,949	3,289	675	243	4,207	4,493	599	192	5,284
18	2,219	685	80	2,983	3,327	683	246	4,256	4,508	601	193	5,302
19	2,245	693	81	3,018	3,366	691	248	4,306	4,523	603	194	5,320
20	2,271	701	82	3,053	3,406	699	251	4,356	4,539	605	194	5,338
21	2,297	709	83	3,089	3,445	707	254	4,407	4,554	607	195	5,356
22	2,324	717	84	3,125	3,486	715	257	4,458	4,569	609	195	5,374
23	2,351	726	85	3,162	3,526	724	260	4,510	4,585	611	196	5,392
24	2,379	734	86	3,198	3,567	732	263	4,563	4,600	613	197	5,410
25	2,407	743	87	3,236	3,609	741	266	4,616	4,616	615	197	5,429
26	2,435	751	88	3,274	3,651	749	269	4,670	4,632	617	198	5,447
27	2,463	760	89	3,312	3,694	758	273	4,725	4,647	619	199	5,466
28	2,492	769	90	3,351	3,737	767	276	4,780	4,663	622	200	5,484
29	2,521	778	91	3,390	3,781	776	279	4,836	4,679	624	200	5,503
30	2,550	787	92	3,429	3,825	785	282	4,892	4,695	626	201	5,521
31	2,580	796	93	3,469	3,869	794	286	4,949	4,711	628	202	5,540
32	2,610	806	94	3,510	3,915	803	289	5,007	4,727	630	202	5,559
33	2,641	815	95	3,551	3,960	813	292	5,065	4,743	632	203	5,578
34	2,672	824	96	3,592	4,006	822	296	5,124	4,759	634	204	5,597
35	2,703	834	97	3,634	4,053	832	299	5,184	4,775	636	204	5,616
36	2,734	844	98	3,677	4,101	842	303	5,245	4,791	639	205	5,635
37	2,766	854	99	3,719	4,148	851	306	5,306	4,807	641	206	5,654
38	2,799	864	101	3,763	4,197	861	310	5,368	4,824	643	206	5,673
39	2,831	874	102	3,807	4,246	871	313	5,431	4,840	645	207	5,692
40	2,864	884	103	3,851	4,295	882	317	5,494	4,857	647	208	5,712
41	2,898	894	104	3,896	4,346	892	321	5,558	4,873	650	208	5,731
42	2,932	905	105	3,942	4,396	902	324	5,623	4,890	652	209	5,751
43	2,966	915	107	3,988	4,448	913	328	5,689	4,906	654	210	5,770
44	3,000	926	108	4,034	4,500	924	332	5,755	4,923	656	211	5,790
45	3,036	937	109	4,081	4,552	934	336	5,822	4,940	658	211	5,809
46	3,071	948	110	4,129	4,605	945	340	5,890	4,956	661	212	5,829
47	3,107	959	112	4,177	4,659	956	344	5,959	4,973	663	213	5,849
48	3,143	970	113	4,226	4,713	967	348	6,029	4,990	665	213	5,869
49	3,180	981	114	4,275	4,769	979	352	6,099	5,007	667	214	5,888
50	3,217	993	116	4,325	4,824	990	356	6,170	5,024	670	215	5,908

Año	Movimiento 4: Temoaya- Toluca				Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca				Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	2,497	730	44	3,271	885	212	43	1,140	2,234	\$447.46	\$98.77	2,780
1	2,505	732	44	3,282	895	215	44	1,153	2,260	\$452.68	\$99.93	2,813
2	2,514	735	44	3,293	906	217	44	1,167	2,286	\$457.96	\$101.09	2,845
3	2,523	737	44	3,304	916	220	45	1,180	2,313	\$463.31	\$102.27	2,879
4	2,531	740	45	3,315	927	222	45	1,194	2,340	\$468.72	\$103.47	2,912
5	2,540	742	45	3,327	938	225	46	1,208	2,367	\$474.19	\$104.67	2,946
6	2,548	745	45	3,338	949	227	46	1,222	2,395	\$479.73	\$105.90	2,981
7	2,557	747	45	3,349	960	230	47	1,237	2,423	\$485.33	\$107.13	3,015
8	2,566	750	45	3,361	971	233	47	1,251	2,451	\$491.00	\$108.38	3,051

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 4: Temoaya- Toluca				Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca				Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
9	2,574	752	45	3,372	982	235	48	1,266	2,480	\$496.73	\$109.65	3,086
10	2,583	755	45	3,383	994	238	48	1,280	2,509	\$502.53	\$110.93	3,122
11	2,592	758	46	3,395	1,006	241	49	1,295	2,538	\$508.40	\$112.22	3,159
12	2,601	760	46	3,406	1,017	244	49	1,310	2,568	\$514.33	\$113.53	3,196
13	2,609	763	46	3,418	1,029	247	50	1,326	2,598	\$520.34	\$114.86	3,233
14	2,618	765	46	3,430	1,041	249	51	1,341	2,628	\$526.41	\$116.20	3,271
15	2,627	768	46	3,441	1,053	252	51	1,357	2,659	\$532.56	\$117.56	3,309
16	2,636	770	46	3,453	1,066	255	52	1,373	2,690	\$538.78	\$118.93	3,347
17	2,645	773	47	3,465	1,078	258	52	1,389	2,721	\$545.07	\$120.32	3,387
18	2,654	776	47	3,476	1,091	261	53	1,405	2,753	\$551.43	\$121.72	3,426
19	2,663	778	47	3,488	1,103	264	54	1,421	2,785	\$557.87	\$123.15	3,466
20	2,672	781	47	3,500	1,116	267	54	1,438	2,818	\$564.38	\$124.58	3,507
21	2,681	784	47	3,512	1,129	271	55	1,455	2,850	\$570.97	\$126.04	3,548
22	2,690	786	47	3,524	1,142	274	56	1,472	2,884	\$577.64	\$127.51	3,589
23	2,699	789	47	3,536	1,156	277	56	1,489	2,917	\$584.38	\$129.00	3,631
24	2,708	792	48	3,548	1,169	280	57	1,506	2,952	\$591.20	\$130.50	3,673
25	2,718	794	48	3,560	1,183	283	57	1,524	2,986	\$598.11	\$132.03	3,716
26	2,727	797	48	3,572	1,197	287	58	1,542	3,021	\$605.09	\$133.57	3,759
27	2,736	800	48	3,584	1,211	290	59	1,560	3,056	\$612.15	\$135.13	3,803
28	2,745	802	48	3,596	1,225	294	60	1,578	3,092	\$619.30	\$136.71	3,848
29	2,755	805	48	3,608	1,239	297	60	1,596	3,128	\$626.53	\$138.30	3,893
30	2,764	808	49	3,621	1,254	300	61	1,615	3,164	\$633.85	\$139.92	3,938
31	2,773	811	49	3,633	1,268	304	62	1,634	3,201	\$641.25	\$141.55	3,984
32	2,783	813	49	3,645	1,283	307	62	1,653	3,239	\$648.73	\$143.20	4,031
33	2,792	816	49	3,658	1,298	311	63	1,672	3,277	\$656.31	\$144.88	4,078
34	2,802	819	49	3,670	1,313	315	64	1,692	3,315	\$663.97	\$146.57	4,125
35	2,811	822	49	3,682	1,329	318	65	1,711	3,353	\$671.72	\$148.28	4,173
36	2,821	824	50	3,695	1,344	322	65	1,731	3,393	\$679.57	\$150.01	4,222
37	2,830	827	50	3,707	1,360	326	66	1,752	3,432	\$687.50	\$151.76	4,272
38	2,840	830	50	3,720	1,376	330	67	1,772	3,472	\$695.53	\$153.53	4,321
39	2,850	833	50	3,733	1,392	334	68	1,793	3,513	\$703.65	\$155.32	4,372
40	2,859	836	50	3,745	1,408	337	68	1,814	3,554	\$711.86	\$157.14	4,423
41	2,869	839	50	3,758	1,424	341	69	1,835	3,595	\$720.17	\$158.97	4,475
42	2,879	841	51	3,771	1,441	345	70	1,856	3,637	\$728.58	\$160.83	4,527
43	2,888	844	51	3,784	1,458	349	71	1,878	3,680	\$737.09	\$162.71	4,580
44	2,898	847	51	3,796	1,475	353	72	1,900	3,723	\$745.69	\$164.61	4,633
45	2,908	850	51	3,809	1,492	358	72	1,922	3,766	\$754.40	\$166.53	4,687
46	2,918	853	51	3,822	1,510	362	73	1,945	3,810	\$763.21	\$168.47	4,742
47	2,928	856	52	3,835	1,527	366	74	1,967	3,855	\$772.12	\$170.44	4,797
48	2,938	859	52	3,848	1,545	370	75	1,990	3,900	\$781.13	\$172.43	4,853
49	2,948	862	52	3,861	1,563	375	76	2,013	3,945	\$790.25	\$174.44	4,910
50	2,958	865	52	3,874	1,581	379	77	2,037	3,991	\$799.48	\$176.48	4,967

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca				Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya				Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	606	108	38	753	610	128	63	801	612	243	30	885
1	613	110	39	761	617	130	64	810	614	244	30	888
2	620	111	39	770	624	131	64	820	616	245	30	891
3	628	112	40	779	632	133	65	830	618	246	30	894
4	635	113	40	788	639	134	66	839	620	247	30	897
5	642	115	40	798	646	136	67	849	622	247	31	900

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca				Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya				Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
6	650	116	41	807	654	137	68	859	625	248	31	904
7	657	118	41	816	662	139	68	869	627	249	31	907
8	665	119	42	826	669	141	69	879	629	250	31	910
9	673	120	42	836	677	142	70	889	631	251	31	913
10	681	122	43	845	685	144	71	900	633	252	31	916
11	689	123	43	855	693	146	72	910	635	253	31	919
12	697	125	44	865	701	147	72	921	637	253	31	922
13	705	126	44	875	709	149	73	932	640	254	31	925
14	713	127	45	885	718	151	74	942	642	255	31	928
15	721	129	45	896	726	152	75	953	644	256	32	931
16	730	130	46	906	734	154	76	965	646	257	32	935
17	738	132	47	917	743	156	77	976	648	258	32	938
18	747	134	47	928	752	158	78	987	650	259	32	941
19	756	135	48	938	761	160	79	999	653	260	32	944
20	765	137	48	949	769	162	79	1,010	655	260	32	947
21	773	138	49	960	778	163	80	1,022	657	261	32	951
22	783	140	49	972	787	165	81	1,034	659	262	32	954
23	792	141	50	983	797	167	82	1,046	662	263	32	957
24	801	143	50	994	806	169	83	1,058	664	264	33	960
25	810	145	51	1,006	815	171	84	1,071	666	265	33	964
26	820	147	52	1,018	825	173	85	1,083	668	266	33	967
27	829	148	52	1,030	835	175	86	1,096	671	267	33	970
28	839	150	53	1,042	844	177	87	1,109	673	268	33	973
29	849	152	53	1,054	854	179	88	1,122	675	268	33	977
30	859	153	54	1,066	864	181	89	1,135	677	269	33	980
31	869	155	55	1,079	874	184	90	1,148	680	270	33	983
32	879	157	55	1,091	884	186	91	1,161	682	271	33	987
33	889	159	56	1,104	895	188	92	1,175	684	272	34	990
34	899	161	57	1,117	905	190	93	1,189	687	273	34	993
35	910	163	57	1,130	916	192	95	1,203	689	274	34	997
36	921	165	58	1,143	926	195	96	1,217	691	275	34	1,000
37	931	166	59	1,156	937	197	97	1,231	694	276	34	1,004
38	942	168	59	1,170	948	199	98	1,245	696	277	34	1,007
39	953	170	60	1,184	959	201	99	1,260	698	278	34	1,010
40	964	172	61	1,197	970	204	100	1,275	701	279	34	1,014
41	976	174	61	1,211	982	206	101	1,289	703	280	34	1,017
42	987	176	62	1,226	993	209	103	1,304	706	281	35	1,021
43	999	178	63	1,240	1,005	211	104	1,320	708	281	35	1,024
44	1,010	181	64	1,254	1,017	214	105	1,335	710	282	35	1,028
45	1,022	183	64	1,269	1,028	216	106	1,351	713	283	35	1,031
46	1,034	185	65	1,284	1,040	219	107	1,366	715	284	35	1,035
47	1,046	187	66	1,299	1,053	221	109	1,382	718	285	35	1,038
48	1,058	189	67	1,314	1,065	224	110	1,399	720	286	35	1,042
49	1,071	191	67	1,329	1,077	226	111	1,415	722	287	35	1,045
50	1,083	194	68	1,345	1,090	229	113	1,431	725	288	36	1,049

Año	Movimiento 10: Toluca- Presa Álzate				Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán				Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	909	274	33	1,215	2,401	481	40	2,922	810	124	28	962
1	912	275	33	1,219	2,409	483	40	2,932	813	124	28	965
2	915	276	33	1,224	2,417	484	40	2,942	816	125	28	969

Año	Movimiento 10: Toluca- Presa Alzate				Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán				Movimiento 12: Temoaya - Presa Alzate			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
3	918	276	33	1,228	2,425	486	40	2,952	818	125	28	972
4	921	277	33	1,232	2,434	488	40	2,962	821	126	28	975
5	925	278	33	1,236	2,442	489	41	2,972	824	126	28	978
6	928	279	33	1,240	2,450	491	41	2,982	827	127	29	982
7	931	280	33	1,245	2,458	493	41	2,992	829	127	29	985
8	934	281	33	1,249	2,467	494	41	3,002	832	127	29	988
9	937	282	34	1,253	2,475	496	41	3,012	835	128	29	992
10	940	283	34	1,257	2,483	498	41	3,022	838	128	29	995
11	944	284	34	1,261	2,492	499	41	3,033	841	129	29	999
12	947	285	34	1,266	2,500	501	42	3,043	844	129	29	1,002
13	950	286	34	1,270	2,509	503	42	3,053	846	130	29	1,005
14	953	287	34	1,274	2,517	504	42	3,064	849	130	29	1,009
15	956	288	34	1,279	2,526	506	42	3,074	852	130	29	1,012
16	960	289	34	1,283	2,534	508	42	3,084	855	131	30	1,016
17	963	290	34	1,287	2,543	510	42	3,095	858	131	30	1,019
18	966	291	35	1,292	2,552	511	42	3,105	861	132	30	1,022
19	970	292	35	1,296	2,560	513	43	3,116	864	132	30	1,026
20	973	293	35	1,301	2,569	515	43	3,127	867	133	30	1,029
21	976	294	35	1,305	2,578	517	43	3,137	870	133	30	1,033
22	979	295	35	1,309	2,586	518	43	3,148	873	134	30	1,036
23	983	296	35	1,314	2,595	520	43	3,158	876	134	30	1,040
24	986	297	35	1,318	2,604	522	43	3,169	879	134	30	1,043
25	989	298	35	1,323	2,613	524	43	3,180	882	135	30	1,047
26	993	299	36	1,327	2,622	525	44	3,191	885	135	31	1,051
27	996	300	36	1,332	2,631	527	44	3,202	888	136	31	1,054
28	1,000	301	36	1,336	2,640	529	44	3,212	891	136	31	1,058
29	1,003	302	36	1,341	2,649	531	44	3,223	894	137	31	1,061
30	1,006	303	36	1,345	2,658	533	44	3,234	897	137	31	1,065
31	1,010	304	36	1,350	2,667	534	44	3,245	900	138	31	1,068
32	1,013	305	36	1,354	2,676	536	44	3,256	903	138	31	1,072
33	1,017	306	36	1,359	2,685	538	45	3,267	906	139	31	1,076
34	1,020	307	37	1,364	2,694	540	45	3,278	909	139	31	1,079
35	1,023	308	37	1,368	2,703	542	45	3,289	912	140	32	1,083
36	1,027	309	37	1,373	2,712	544	45	3,301	915	140	32	1,087
37	1,030	310	37	1,378	2,721	545	45	3,312	918	141	32	1,090
38	1,034	311	37	1,382	2,730	547	45	3,323	921	141	32	1,094
39	1,037	312	37	1,387	2,740	549	46	3,334	924	142	32	1,098
40	1,041	313	37	1,392	2,749	551	46	3,346	928	142	32	1,102
41	1,045	314	37	1,396	2,758	553	46	3,357	931	142	32	1,105
42	1,048	316	38	1,401	2,768	555	46	3,368	934	143	32	1,109
43	1,052	317	38	1,406	2,777	557	46	3,380	937	143	32	1,113
44	1,055	318	38	1,411	2,787	558	46	3,391	940	144	32	1,117
45	1,059	319	38	1,415	2,796	560	46	3,403	943	144	33	1,120
46	1,062	320	38	1,420	2,805	562	47	3,414	947	145	33	1,124
47	1,066	321	38	1,425	2,815	564	47	3,426	950	145	33	1,128
48	1,070	322	38	1,430	2,825	566	47	3,438	953	146	33	1,132
49	1,073	323	38	1,435	2,834	568	47	3,449	956	146	33	1,136
50	1,077	324	39	1,440	2,844	570	47	3,461	959	147	33	1,140

Fuente: Elaboración propia

h) Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil promedio del proyecto	50 años

i) Aspectos más relevantes

La ejecución del proyecto está a cargo la Junta de Caminos del Estado de México.

Estudios técnicos

Técnicamente el proyecto ejecutivo se realiza de acuerdo con la normatividad vigente de la SCT, normativa estatal.

Estudios legales

En el ámbito jurídico, se cuenta con la factibilidad legal (liberación de derecho de vía) ya que el proyecto se encuentra dentro de la jurisdicción estatal de los caminos contemplados en la red vial a cargo de la Junta de Caminos del Estado de México.

Estudios ambientales

Para la Construcción de un Paso Superior Vehicular en el cruce de las carreteras Toluca-Temoaya y Amomolulco-Xonacatlán-Presa y debido a la magnitud de los trabajos, se presentó un informe de Manifestación de Impacto Ambiental, cuyo resolutivo salió a favor de manera condicionada el 27 de enero del 2009 (oficio No. 212130000/DGOIA/RESOL/033/09). Dicho resolutivo tiene una vigencia de un (1) año para llevar a cabo las etapas de preparación de sitio y construcción de las obras del proyecto. Dado que el plazo ha vencido, se procederá a reiniciar el trámite ante la SEMARNAT.

Estudios de mercado

El mercado del proyecto está dado por su tránsito y las vialidades existentes, en ese sentido el análisis de la demanda llevado a cabo en las secciones anteriores se equipará al estudio de mercado.

j) Análisis de la Oferta

Se contará con un PSV de 675 m de longitud total incluyendo las rampas de acceso y descenso del mismo, así como la adecuación de las carreteras al inicio y termino del PSV.

Una vez ejecutado el proyecto consistirá en la construcción de un PSV de un solo cuerpo formado por dos carriles de circulación, uno por sentido y la adecuación de los ejes viales (lateral izquierdo y lateral derecho).

Tabla 44 Características físicas y geométricas en la situación con proyecto

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate	
	Sentido 1 (Sureste- Noroeste)	Sentido 2 (Noroeste- Sureste)
Longitud del tramo (km)	675 metros	675 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2	2
Ancho de calzada (m)	7.0	7.0
Ancho de carril (m)	3.50	3.50
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	3	3
Pendiente máxima (%)	6.00%	6.00%
Grado de curvatura máxima (%)	8.00	8.00
Claro a librar(m)	35.00	35.00
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2,604	2,604,
Condiciones de la línea divisoria y laterales	Buena	Buena
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	Buena	Buena
Subestructura	Pilas de concreto colado	Pilas de concreto colado
Superestructura	Losas, diafragmas y pretensados.	Losas, diafragmas y pretensados.
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	45 km/h	45 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	00:54 minutos	00:54 minutos

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate	
	Sentido 1 (Sureste- Noroeste)	Sentido 2 (Noroeste- Sureste)
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	60.00 km/h	60.00 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	00:41 minutos	00:41 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	70 km/h	70 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	00:35 minutos	00:35 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45 Características físicas y geométricas en la situación con proyecto

Parámetros para ambos sentidos de la vialidad	(Toluca- Naucalpan)- Temoaya – Jiquipilco	
	Sentido 1 (Toluca- Temoaya)	Sentido 2 (Temoaya- Toluca)
Longitud del tramo (km)	300 metros	300 metros
Tipo de terreno	Plano	Plano
Número de carriles	2	2
Ancho de calzada (m)	7.0 metros	7.0 metros
Ancho de carril (m)	3.50 metros	3.50 metros
Acotamientos	No	No
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Índice de rugosidad (m/km)	5	5
Pendiente media ascendente (%)	2.80 %	1.65%
Pendiente media descendente (%)	3.64	4.44 %
Proporción de viaje ascendente (%)	4.44	3.64%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2605	2605
Curvatura horizontal máxima (grados)	0	0
Condiciones del señalamiento (horizontal y vertical)	En buen estado	En buen estado
Camellón	Si de 0.5 m de ancho	Si de 0.5 m de ancho
Velocidad de operación promedio (km/h) alta congestión	48.67 km/h	49.67 km/h
Tiempo de recorrido con alta congestión	00:50 minutos	00:49 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) media congestión	53.50 km/h	54.83 km/h
Tiempo de recorrido con media congestión	00:45 minutos	00:44 minutos
Velocidad de operación promedio (km/h) baja congestión	59.33 km/h	59.33 km/h
Tiempo de recorrido con baja congestión	00:41 minutos	00:41 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Aunado a lo anterior con la construcción del PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate, municipio de Temoaya, se beneficiará de manera indirecta a cada uno de los 10 movimientos restantes, ya que los ciclos de semáforo se podrán reducir en tiempo o incrementar según corresponda, se evitarán las filas sobre la carretera Amomolulco Xonacatlán ya que el mayor número de vehículos tendrán un recorrido continuo, así mismo al modernizar el trazo a nivel del cruce se contarán con más carriles de circulación que distribuya de manera eficaz el tránsito vehicular.

Los trabajos son consistentes con lo referente a las laterales al PSV son:

LATERAL IZQUIERDO

- Longitud 480.0 m
- Ancho corona 7 m
- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 7.00 m total, dos carriles de 3.50 m ancho cada uno para la circulación de vehículos.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Cuenta con banquetta de 2 m de ancho en un lado del arroyo vial.
- Guarnición de concreto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

LATERAL DERECHO

- Longitud 44.0 m
- Ancho corona 7 m
- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 7.00 m total, dos carriles de 3.50 m ancho cada uno para la circulación de vehículos.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Cuenta con banquetta de 2 m de ancho en un lado del arroyo vial.
- Guarnición de concreto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

PSV

- Longitud 610 m de longitud total, con un claro de 34.00 m
- Ancho total de 9 m, con un ancho de corona de 8.4.
- Terraplén armado delimitado por “escamas de concreto” y relleno por material procedente de banco.
- Defensa metálica de dos crestas sobre el terraplén armado.
- Un arroyo vehicular con ancho de calzada de 8.20 m con 2 carriles, dos carriles de 4.10 m ancho cada uno para circulación de vehículos.
- Las traves que funcionan para librar el claro del puente son 4 piezas. Las medidas son 34 m de largo, 1.5m de peralte, 1.9m de base mayor y 81cm de base menor.
- Las traves descansan sobre cabezales y estas a su vez en 4 pilas-pilotes de concreto armado en cada apoyo de 22.6 m de longitud.
- Pavimento de carpeta asfáltica de 5 cm de espesor.
- Base de 20 cm de espesor
- Subrasante de 30 cm de espesor
- Parapeto tipo T.34.4.1
- Guarnición de concreto en ambos lados del arroyo vial.
- Con un gálibo promedio de 5.61m de alto.
- Líneas en el pavimento en la orilla derecha y para separar los carriles

k) Análisis de la Demanda

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

Transito Diario Promedio Anual

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

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2021, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 46 TDPA proyecto

No. Mov.	Origen	Destino	TDPA
1	Xonacatlán	Presa Álzate	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	3,462
3	Toluca	Temoaya	5,022
4	Temoaya	Toluca	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	753
8	Presa Álzate	Temoaya	804

9	Toluca	Xonacatlán	886
10	Toluca	Presa Álzate	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	962
TOTAL			25,702

Fuente: Elaboración propia

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta, media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el tránsito diario promedio anual por periodo de congestión de cada uno de los movimientos del cruce en cuestión.

Tabla 47 Periodización de 12 Movimientos

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión			Total
			Alta	Media	Baja	
1	Xonacatlán	Presa Álzate	1,800	563	65	2,428
2	Presa Álzate	Xonacatlán	2,700	563	199	3,462
3	Toluca	Temoaya	4,241	600	181	5,022
4	Temoaya	Toluca	2,497	743	44	3,284
5	Xonacatlán	Toluca	885	215	43	1,143
6	Xonacatlán	Temoaya	2,234	468	99	2,801
7	Presa Álzate	Toluca	606	109	38	753
8	Presa Álzate	Temoaya	610	131	63	804
9	Toluca	Xonacatlán	612	244	30	886
10	Toluca	Presa Álzate	909	281	33	1,223
11	Temoaya	Xonacatlán	2,401	493	40	2,934
12	Temoaya	Presa Álzate	810	124	20	954
TOTAL			20,305	4,534	855	25,694

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 48 Composición vehicular

No. Mov.	Origen	Destino	Periodización		
			A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	98.27%	0.42%	1.31%
2	Presa Álzate	Xonacatlán	98.06%	0.37%	1.57%
3	Toluca	Temoaya	93.92%	0.30%	5.78%
4	Temoaya	Toluca	98.07%	0.16%	1.77%
5	Xonacatlán	Toluca	98.64%	0.00%	1.36%
6	Xonacatlán	Temoaya	95.38%	0.23%	4.39%
7	Presa Álzate	Toluca	97.27%	2.12%	0.61%
8	Presa Álzate	Temoaya	97.80%	0.00%	2.20%
9	Toluca	Xonacatlán	99.73%	0.00%	0.27%
10	Toluca	Presa Álzate	96.09%	1.31%	2.60%
11	Temoaya	Xonacatlán	97.33%	0.26%	2.41%

No. Mov.	Origen	Destino	Periodización		
			A	B	C
12	Temoaya	Presa Álzate	100.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

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

Tabla 49 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: **Publicación Técnica No. 590, IMT**

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

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2011 al 2020, de la carretera Amomolulco - T. C. (Toluca - Palmillas) en el Km 29+100.

Cabe mencionar que se considera como tasa de crecimiento el promedio de las tasas medias anuales registradas, esto con el fin de no sobre valorar los beneficios del proyecto.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional. ⁷

N_i: población en el momento inicial del periodo

N_f: población al final del período.

t: tiempo transcurrido entre i y f.

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

⁷http://estadisticas.ambiente.gov.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Tabla 50 Datos viales SCT- Tasa de Crecimiento camino Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate- AMBOS sentidos

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Amomolulco - T. C. (Toluca - Palmillas) Km 29+100	2011	5379	2011-2012	6.02%
	2012	5703	2012-2013	8.70%
	2013	6199	2013-2014	-4.36%
	2014	5929	2014-2015	8.57%
	2015	6437	2015-2016	4.60%
	2016	6733	2016-2017	0.62%
	2017	6775	2017-2018	0.50%
	2018	6809	2018-2019	-1.31%
	2019	6720	2019-2020	-12.84%
	2020	5857	Promedio	1.17%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 51 Datos viales SCT- Tasa de Crecimiento –Toluca- Temoaya- AMBOS sentidos

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
T. C. (Toluca - Palmillas) - Jiquipilco Km 16+100 Sentido 1	2011	5759	2011-2012	0.75%
	2012	5802	2012-2013	2.98%
	2013	5975	2013-2014	9.61%
	2014	6549	2014-2015	1.71%
	2015	6661	2015-2016	3.71%
	2016	6908	2016-2017	6.34%
	2017	7346	2017-2018	-4.51%
	2018	7015	2018-2019	1.50%
	2019	7120	2019-2020	-21.07%
	2020	5620	Promedio	0.11%

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
T. C. (Toluca - Palmillas) - Jiquipilco Km 16+100 Sentido 2	2011	5664	2011-2012	3.07%
	2012	5838	2012-2013	3.01%
	2013	6014	2013-2014	10.26%
	2014	6631	2014-2015	1.24%
	2015	6713	2015-2016	4.33%
	2016	7004	2016-2017	6.15%
	2017	7435	2017-2018	-1.08%
	2018	7355	2018-2019	-3.30%
	2019	7112	2019-2020	-18.60%
	2020	5789	Promedio	0.57%
Promedio AMBOS SENTIDOS			0.34 %	

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Con base en el análisis anterior se determinó que las tasas decrecimiento a utilizar serán de 1.17% y 0.34% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos, dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 52 Proyección de TDPA

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate				Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán				Movimiento 3: Toluca- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	1,800	556	65	2,421	2,700	554	199	3,453	4,241	565	181	4,988
1	1,821	562	65	2,449	2,732	561	202	3,494	4,256	567	182	5,005
2	1,843	569	66	2,478	2,763	567	204	3,535	4,270	569	183	5,022
3	1,864	575	67	2,507	2,796	574	206	3,576	4,285	571	183	5,039
4	1,886	582	68	2,536	2,828	580	209	3,618	4,299	573	184	5,056
5	1,908	589	69	2,565	2,861	587	211	3,660	4,314	575	185	5,073
6	1,930	596	69	2,595	2,895	594	214	3,703	4,328	577	185	5,090
7	1,953	603	70	2,626	2,929	601	216	3,746	4,343	579	186	5,108
8	1,976	610	71	2,656	2,963	608	219	3,789	4,358	581	186	5,125
9	1,999	617	72	2,687	2,997	615	221	3,834	4,373	583	187	5,142
10	2,022	624	73	2,719	3,032	622	224	3,878	4,387	585	188	5,160
11	2,046	631	74	2,750	3,068	630	226	3,924	4,402	587	188	5,177
12	2,070	639	74	2,783	3,104	637	229	3,970	4,417	589	189	5,195
13	2,094	646	75	2,815	3,140	644	232	4,016	4,432	591	190	5,213
14	2,118	654	76	2,848	3,176	652	234	4,063	4,447	593	190	5,230
15	2,143	661	77	2,881	3,214	660	237	4,110	4,462	595	191	5,248
16	2,168	669	78	2,915	3,251	667	240	4,158	4,477	597	192	5,266
17	2,193	677	79	2,949	3,289	675	243	4,207	4,493	599	192	5,284
18	2,219	685	80	2,983	3,327	683	246	4,256	4,508	601	193	5,302
19	2,245	693	81	3,018	3,366	691	248	4,306	4,523	603	194	5,320
20	2,271	701	82	3,053	3,406	699	251	4,356	4,539	605	194	5,338
21	2,297	709	83	3,089	3,445	707	254	4,407	4,554	607	195	5,356
22	2,324	717	84	3,125	3,486	715	257	4,458	4,569	609	195	5,374
23	2,351	726	85	3,162	3,526	724	260	4,510	4,585	611	196	5,392
24	2,379	734	86	3,198	3,567	732	263	4,563	4,600	613	197	5,410
25	2,407	743	87	3,236	3,609	741	266	4,616	4,616	615	197	5,429
26	2,435	751	88	3,274	3,651	749	269	4,670	4,632	617	198	5,447
27	2,463	760	89	3,312	3,694	758	273	4,725	4,647	619	199	5,466
28	2,492	769	90	3,351	3,737	767	276	4,780	4,663	622	200	5,484
29	2,521	778	91	3,390	3,781	776	279	4,836	4,679	624	200	5,503
30	2,550	787	92	3,429	3,825	785	282	4,892	4,695	626	201	5,521
31	2,580	796	93	3,469	3,869	794	286	4,949	4,711	628	202	5,540
32	2,610	806	94	3,510	3,915	803	289	5,007	4,727	630	202	5,559
33	2,641	815	95	3,551	3,960	813	292	5,065	4,743	632	203	5,578
34	2,672	824	96	3,592	4,006	822	296	5,124	4,759	634	204	5,597
35	2,703	834	97	3,634	4,053	832	299	5,184	4,775	636	204	5,616
36	2,734	844	98	3,677	4,101	842	303	5,245	4,791	639	205	5,635
37	2,766	854	99	3,719	4,148	851	306	5,306	4,807	641	206	5,654
38	2,799	864	101	3,763	4,197	861	310	5,368	4,824	643	206	5,673
39	2,831	874	102	3,807	4,246	871	313	5,431	4,840	645	207	5,692
40	2,864	884	103	3,851	4,295	882	317	5,494	4,857	647	208	5,712
41	2,898	894	104	3,896	4,346	892	321	5,558	4,873	650	208	5,731
42	2,932	905	105	3,942	4,396	902	324	5,623	4,890	652	209	5,751
43	2,966	915	107	3,988	4,448	913	328	5,689	4,906	654	210	5,770
44	3,000	926	108	4,034	4,500	924	332	5,755	4,923	656	211	5,790
45	3,036	937	109	4,081	4,552	934	336	5,822	4,940	658	211	5,809
46	3,071	948	110	4,129	4,605	945	340	5,890	4,956	661	212	5,829
47	3,107	959	112	4,177	4,659	956	344	5,959	4,973	663	213	5,849
48	3,143	970	113	4,226	4,713	967	348	6,029	4,990	665	213	5,869
49	3,180	981	114	4,275	4,769	979	352	6,099	5,007	667	214	5,888
50	3,217	993	116	4,325	4,824	990	356	6,170	5,024	670	215	5,908

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 4: Temoaya- Toluca				Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca				Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya			
	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	2,497	730	44	3,271	885	212	43	1,140	2,234	\$447.46	\$98.77	2,780
1	2,505	732	44	3,282	895	215	44	1,153	2,260	\$452.68	\$99.93	2,813
2	2,514	735	44	3,293	906	217	44	1,167	2,286	\$457.96	\$101.09	2,845
3	2,523	737	44	3,304	916	220	45	1,180	2,313	\$463.31	\$102.27	2,879
4	2,531	740	45	3,315	927	222	45	1,194	2,340	\$468.72	\$103.47	2,912
5	2,540	742	45	3,327	938	225	46	1,208	2,367	\$474.19	\$104.67	2,946
6	2,548	745	45	3,338	949	227	46	1,222	2,395	\$479.73	\$105.90	2,981
7	2,557	747	45	3,349	960	230	47	1,237	2,423	\$485.33	\$107.13	3,015
8	2,566	750	45	3,361	971	233	47	1,251	2,451	\$491.00	\$108.38	3,051
9	2,574	752	45	3,372	982	235	48	1,266	2,480	\$496.73	\$109.65	3,086
10	2,583	755	45	3,383	994	238	48	1,280	2,509	\$502.53	\$110.93	3,122
11	2,592	758	46	3,395	1,006	241	49	1,295	2,538	\$508.40	\$112.22	3,159
12	2,601	760	46	3,406	1,017	244	49	1,310	2,568	\$514.33	\$113.53	3,196
13	2,609	763	46	3,418	1,029	247	50	1,326	2,598	\$520.34	\$114.86	3,233
14	2,618	765	46	3,430	1,041	249	51	1,341	2,628	\$526.41	\$116.20	3,271
15	2,627	768	46	3,441	1,053	252	51	1,357	2,659	\$532.56	\$117.56	3,309
16	2,636	770	46	3,453	1,066	255	52	1,373	2,690	\$538.78	\$118.93	3,347
17	2,645	773	47	3,465	1,078	258	52	1,389	2,721	\$545.07	\$120.32	3,387
18	2,654	776	47	3,476	1,091	261	53	1,405	2,753	\$551.43	\$121.72	3,426
19	2,663	778	47	3,488	1,103	264	54	1,421	2,785	\$557.87	\$123.15	3,466
20	2,672	781	47	3,500	1,116	267	54	1,438	2,818	\$564.38	\$124.58	3,507
21	2,681	784	47	3,512	1,129	271	55	1,455	2,850	\$570.97	\$126.04	3,548
22	2,690	786	47	3,524	1,142	274	56	1,472	2,884	\$577.64	\$127.51	3,589
23	2,699	789	47	3,536	1,156	277	56	1,489	2,917	\$584.38	\$129.00	3,631
24	2,708	792	48	3,548	1,169	280	57	1,506	2,952	\$591.20	\$130.50	3,673
25	2,718	794	48	3,560	1,183	283	57	1,524	2,986	\$598.11	\$132.03	3,716
26	2,727	797	48	3,572	1,197	287	58	1,542	3,021	\$605.09	\$133.57	3,759
27	2,736	800	48	3,584	1,211	290	59	1,560	3,056	\$612.15	\$135.13	3,803
28	2,745	802	48	3,596	1,225	294	60	1,578	3,092	\$619.30	\$136.71	3,848
29	2,755	805	48	3,608	1,239	297	60	1,596	3,128	\$626.53	\$138.30	3,893
30	2,764	808	49	3,621	1,254	300	61	1,615	3,164	\$633.85	\$139.92	3,938
31	2,773	811	49	3,633	1,268	304	62	1,634	3,201	\$641.25	\$141.55	3,984
32	2,783	813	49	3,645	1,283	307	62	1,653	3,239	\$648.73	\$143.20	4,031
33	2,792	816	49	3,658	1,298	311	63	1,672	3,277	\$656.31	\$144.88	4,078
34	2,802	819	49	3,670	1,313	315	64	1,692	3,315	\$663.97	\$146.57	4,125
35	2,811	822	49	3,682	1,329	318	65	1,711	3,353	\$671.72	\$148.28	4,173
36	2,821	824	50	3,695	1,344	322	65	1,731	3,393	\$679.57	\$150.01	4,222
37	2,830	827	50	3,707	1,360	326	66	1,752	3,432	\$687.50	\$151.76	4,272
38	2,840	830	50	3,720	1,376	330	67	1,772	3,472	\$695.53	\$153.53	4,321
39	2,850	833	50	3,733	1,392	334	68	1,793	3,513	\$703.65	\$155.32	4,372
40	2,859	836	50	3,745	1,408	337	68	1,814	3,554	\$711.86	\$157.14	4,423
41	2,869	839	50	3,758	1,424	341	69	1,835	3,595	\$720.17	\$158.97	4,475
42	2,879	841	51	3,771	1,441	345	70	1,856	3,637	\$728.58	\$160.83	4,527
43	2,888	844	51	3,784	1,458	349	71	1,878	3,680	\$737.09	\$162.71	4,580
44	2,898	847	51	3,796	1,475	353	72	1,900	3,723	\$745.69	\$164.61	4,633
45	2,908	850	51	3,809	1,492	358	72	1,922	3,766	\$754.40	\$166.53	4,687
46	2,918	853	51	3,822	1,510	362	73	1,945	3,810	\$763.21	\$168.47	4,742
47	2,928	856	52	3,835	1,527	366	74	1,967	3,855	\$772.12	\$170.44	4,797
48	2,938	859	52	3,848	1,545	370	75	1,990	3,900	\$781.13	\$172.43	4,853
49	2,948	862	52	3,861	1,563	375	76	2,013	3,945	\$790.25	\$174.44	4,910
50	2,958	865	52	3,874	1,581	379	77	2,037	3,991	\$799.48	\$176.48	4,967

Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca

Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya

Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	606	108	38	753	610	128	63	801	612	243	30	885
1	613	110	39	761	617	130	64	810	614	244	30	888
2	620	111	39	770	624	131	64	820	616	245	30	891
3	628	112	40	779	632	133	65	830	618	246	30	894
4	635	113	40	788	639	134	66	839	620	247	30	897
5	642	115	40	798	646	136	67	849	622	247	31	900
6	650	116	41	807	654	137	68	859	625	248	31	904
7	657	118	41	816	662	139	68	869	627	249	31	907
8	665	119	42	826	669	141	69	879	629	250	31	910
9	673	120	42	836	677	142	70	889	631	251	31	913
10	681	122	43	845	685	144	71	900	633	252	31	916
11	689	123	43	855	693	146	72	910	635	253	31	919
12	697	125	44	865	701	147	72	921	637	253	31	922
13	705	126	44	875	709	149	73	932	640	254	31	925
14	713	127	45	885	718	151	74	942	642	255	31	928
15	721	129	45	896	726	152	75	953	644	256	32	931
16	730	130	46	906	734	154	76	965	646	257	32	935
17	738	132	47	917	743	156	77	976	648	258	32	938
18	747	134	47	928	752	158	78	987	650	259	32	941
19	756	135	48	938	761	160	79	999	653	260	32	944
20	765	137	48	949	769	162	79	1,010	655	260	32	947
21	773	138	49	960	778	163	80	1,022	657	261	32	951
22	783	140	49	972	787	165	81	1,034	659	262	32	954
23	792	141	50	983	797	167	82	1,046	662	263	32	957
24	801	143	50	994	806	169	83	1,058	664	264	33	960
25	810	145	51	1,006	815	171	84	1,071	666	265	33	964
26	820	147	52	1,018	825	173	85	1,083	668	266	33	967
27	829	148	52	1,030	835	175	86	1,096	671	267	33	970
28	839	150	53	1,042	844	177	87	1,109	673	268	33	973
29	849	152	53	1,054	854	179	88	1,122	675	268	33	977
30	859	153	54	1,066	864	181	89	1,135	677	269	33	980
31	869	155	55	1,079	874	184	90	1,148	680	270	33	983
32	879	157	55	1,091	884	186	91	1,161	682	271	33	987
33	889	159	56	1,104	895	188	92	1,175	684	272	34	990
34	899	161	57	1,117	905	190	93	1,189	687	273	34	993
35	910	163	57	1,130	916	192	95	1,203	689	274	34	997
36	921	165	58	1,143	926	195	96	1,217	691	275	34	1,000
37	931	166	59	1,156	937	197	97	1,231	694	276	34	1,004
38	942	168	59	1,170	948	199	98	1,245	696	277	34	1,007
39	953	170	60	1,184	959	201	99	1,260	698	278	34	1,010
40	964	172	61	1,197	970	204	100	1,275	701	279	34	1,014
41	976	174	61	1,211	982	206	101	1,289	703	280	34	1,017
42	987	176	62	1,226	993	209	103	1,304	706	281	35	1,021
43	999	178	63	1,240	1,005	211	104	1,320	708	281	35	1,024
44	1,010	181	64	1,254	1,017	214	105	1,335	710	282	35	1,028
45	1,022	183	64	1,269	1,028	216	106	1,351	713	283	35	1,031
46	1,034	185	65	1,284	1,040	219	107	1,366	715	284	35	1,035
47	1,046	187	66	1,299	1,053	221	109	1,382	718	285	35	1,038
48	1,058	189	67	1,314	1,065	224	110	1,399	720	286	35	1,042
49	1,071	191	67	1,329	1,077	226	111	1,415	722	287	35	1,045
50	1,083	194	68	1,345	1,090	229	113	1,431	725	288	36	1,049

Movimiento 10: Toluca- Presa Álzate

Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán

Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Nivel de Congestión				Nivel de Congestión				Nivel de Congestión			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
0	909	274	33	1,215	2,401	481	40	2,922	810	124	28	962
1	912	275	33	1,219	2,409	483	40	2,932	813	124	28	965
2	915	276	33	1,224	2,417	484	40	2,942	816	125	28	969
3	918	276	33	1,228	2,425	486	40	2,952	818	125	28	972
4	921	277	33	1,232	2,434	488	40	2,962	821	126	28	975
5	925	278	33	1,236	2,442	489	41	2,972	824	126	28	978
6	928	279	33	1,240	2,450	491	41	2,982	827	127	29	982
7	931	280	33	1,245	2,458	493	41	2,992	829	127	29	985
8	934	281	33	1,249	2,467	494	41	3,002	832	127	29	988
9	937	282	34	1,253	2,475	496	41	3,012	835	128	29	992
10	940	283	34	1,257	2,483	498	41	3,022	838	128	29	995
11	944	284	34	1,261	2,492	499	41	3,033	841	129	29	999
12	947	285	34	1,266	2,500	501	42	3,043	844	129	29	1,002
13	950	286	34	1,270	2,509	503	42	3,053	846	130	29	1,005
14	953	287	34	1,274	2,517	504	42	3,064	849	130	29	1,009
15	956	288	34	1,279	2,526	506	42	3,074	852	130	29	1,012
16	960	289	34	1,283	2,534	508	42	3,084	855	131	30	1,016
17	963	290	34	1,287	2,543	510	42	3,095	858	131	30	1,019
18	966	291	35	1,292	2,552	511	42	3,105	861	132	30	1,022
19	970	292	35	1,296	2,560	513	43	3,116	864	132	30	1,026
20	973	293	35	1,301	2,569	515	43	3,127	867	133	30	1,029
21	976	294	35	1,305	2,578	517	43	3,137	870	133	30	1,033
22	979	295	35	1,309	2,586	518	43	3,148	873	134	30	1,036
23	983	296	35	1,314	2,595	520	43	3,158	876	134	30	1,040
24	986	297	35	1,318	2,604	522	43	3,169	879	134	30	1,043
25	989	298	35	1,323	2,613	524	43	3,180	882	135	30	1,047
26	993	299	36	1,327	2,622	525	44	3,191	885	135	31	1,051
27	996	300	36	1,332	2,631	527	44	3,202	888	136	31	1,054
28	1,000	301	36	1,336	2,640	529	44	3,212	891	136	31	1,058
29	1,003	302	36	1,341	2,649	531	44	3,223	894	137	31	1,061
30	1,006	303	36	1,345	2,658	533	44	3,234	897	137	31	1,065
31	1,010	304	36	1,350	2,667	534	44	3,245	900	138	31	1,068
32	1,013	305	36	1,354	2,676	536	44	3,256	903	138	31	1,072
33	1,017	306	36	1,359	2,685	538	45	3,267	906	139	31	1,076
34	1,020	307	37	1,364	2,694	540	45	3,278	909	139	31	1,079
35	1,023	308	37	1,368	2,703	542	45	3,289	912	140	32	1,083
36	1,027	309	37	1,373	2,712	544	45	3,301	915	140	32	1,087
37	1,030	310	37	1,378	2,721	545	45	3,312	918	141	32	1,090
38	1,034	311	37	1,382	2,730	547	45	3,323	921	141	32	1,094
39	1,037	312	37	1,387	2,740	549	46	3,334	924	142	32	1,098
40	1,041	313	37	1,392	2,749	551	46	3,346	928	142	32	1,102
41	1,045	314	37	1,396	2,758	553	46	3,357	931	142	32	1,105
42	1,048	316	38	1,401	2,768	555	46	3,368	934	143	32	1,109
43	1,052	317	38	1,406	2,777	557	46	3,380	937	143	32	1,113
44	1,055	318	38	1,411	2,787	558	46	3,391	940	144	32	1,117
45	1,059	319	38	1,415	2,796	560	46	3,403	943	144	33	1,120
46	1,062	320	38	1,420	2,805	562	47	3,414	947	145	33	1,124
47	1,066	321	38	1,425	2,815	564	47	3,426	950	145	33	1,128
48	1,070	322	38	1,430	2,825	566	47	3,438	953	146	33	1,132
49	1,073	323	38	1,435	2,834	568	47	3,449	956	146	33	1,136
50	1,077	324	39	1,440	2,844	570	47	3,461	959	147	33	1,140

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Proy. Demanda.

l) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido, para la situación con proyecto son las siguientes:

Tabla 53 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	50.00	45.00	40.00
			Media	65.00	60.00	55.00
			Baja	75.00	70.00	65.00
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	50.00	45.00	40.00
			Media	65.00	60.00	55.00
			Baja	75.00	70.00	65.00
3	Toluca	Temoaya	Alta	50.00	49.00	47.00
			Media	54.50	53.50	52.50
			Baja	61.00	59.00	58.00
4	Temoaya	Toluca	Alta	53.00	50.00	46.00
			Media	57.50	53.50	53.50
			Baja	63.00	59.00	56.00
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	34.00	32.00	30.00
			Media	38.50	36.50	33.50
			Baja	42.00	40.00	38.00
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	37.00	32.00	30.00
			Media	39.50	36.50	33.50
			Baja	43.00	40.00	37.00
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	34.00	32.00	28.00
			Media	36.50	34.50	31.50
			Baja	42.00	39.00	34.00
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	32.00	30.00	28.00
			Media	34.50	33.50	33.50
			Baja	42.00	39.00	36.00
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	32.00	31.00	30.00
			Media	36.50	34.50	33.50
			Baja	42.00	40.00	39.00
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	35.00	32.00	29.00
			Media	39.50	36.50	33.50
			Baja	44.00	40.00	38.00
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	33.00	30.00	28.00
			Media	37.50	34.50	31.50
			Baja	43.00	40.00	35.00
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	33.00	32.00	30.00
			Media	37.50	35.50	33.50
			Baja	42.00	41.00	39.00

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

La carretera Amomolulco- Xonacatlán- Presa Álzate presenta un nivel de servicio "A".

Tabla 54 Nivel de Servicio de carreteras

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

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

Costos de Operación vehicular (Situación Actual)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial.

Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 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.

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente su vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Tabla 55 Características Sentido Xonacatlán- Presa Álzate- Situación Con Proyecto

No. Mov.	Origen	Destino	Vehículo			
			Nivel de Congestión	A	B	C
1	Xonacatlán	Presa Álzate	Alta	\$5.03	\$15.32	\$9.56
			Media	\$4.78	\$15.22	\$9.49
			Baja	\$4.61	\$15.15	\$9.44
2	Presa Álzate	Xonacatlán	Alta	\$5.02	\$15.85	\$9.77
			Media	\$4.78	\$15.84	\$9.75
			Baja	\$4.63	\$15.84	\$9.75
3	Toluca	Temoaya	Alta	\$5.44	\$20.66	\$12.97
			Media	\$6.67	\$20.69	\$12.98
			Baja	\$5.16	\$20.72	\$12.99
4	Temoaya	Toluca	Alta	\$5.29	\$20.24	\$12.82
			Media	\$5.19	\$20.24	\$12.88
			Baja	\$5.07	\$20.24	\$12.90
5	Xonacatlán	Toluca	Alta	\$5.55	\$15.86	\$10.23
			Media	\$5.47	\$15.83	\$10.21
			Baja	\$5.41	\$15.80	\$10.19

No. Mov.	Origen	Destino	Nivel de Congestión	Vehículo		
				A	B	C
6	Xonacatlán	Temoaya	Alta	\$5.50	\$15.86	\$10.23
			Media	\$5.45	\$15.83	\$10.21
			Baja	\$5.39	\$15.80	\$10.20
7	Presa Álzate	Toluca	Alta	\$5.51	\$16.28	\$10.40
			Media	\$5.47	\$16.28	\$10.39
			Baja	\$5.39	\$16.28	\$10.39
8	Presa Álzate	Temoaya	Alta	\$5.54	\$16.28	\$10.40
			Media	\$5.50	\$16.28	\$10.39
			Baja	\$5.39	\$16.28	\$10.39
9	Toluca	Xonacatlán	Alta	\$5.88	\$20.54	\$12.95
			Media	\$5.77	\$20.56	\$12.95
			Baja	\$5.63	\$20.60	\$12.96
10	Toluca	Presa Álzate	Alta	\$5.81	\$20.54	\$12.94
			Media	\$5.70	\$20.57	\$12.95
			Baja	\$5.59	\$20.60	\$12.96
11	Temoaya	Xonacatlán	Alta	\$5.73	\$20.24	\$12.67
			Media	\$5.63	\$20.24	\$12.70
			Baja	\$5.51	\$20.24	\$12.73
12	Temoaya	Presa Álzate	Alta	\$5.73	\$20.24	\$12.69
			Media	\$5.63	\$20.24	\$12.72
			Baja	\$5.53	\$20.24	\$12.76

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 56 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Con Proyecto

Vehículo ligero			
Características de la carretera		Movimiento 1	Movimiento 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	6.00	6.00
4. Pendiente media descendente	%	6.00	6.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	4.00	
---	------	--

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	50.00	50.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00
Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00
Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50
Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Coo	Lubricantes	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.00	1.00
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00
Autobús Foráneo			
Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	6.00	6.00

4. Pendiente media descendente	%	6.00	6.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaloración promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2604	2604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00		
---	------	--	--

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	45.00	45.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-sí 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07

9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes

Características de la carretera		SENTIDO 1	SENTIDO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	6.00	6.00
4. Pendiente media descendente	%	6.00	6.00
5. Proporción de viaje ascendente	%	50.00	50.00
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	0
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,604	2,604
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	40.00	40.00
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00

5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89
Coficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Co0	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIO0	VCURVE	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

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

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

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

Tabla 57 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.10%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.90%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2.00
Coeficiente de pasajeros por Bus	23.00
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1.00
Toneladas promedio (ton/veh)	10.00
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Se presenta a continuación el cuadro con los CGV en la Situación con proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto.

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 3.15% de inflación que se pudiera presentar en el horizonte de evaluación en los costos de operación vehicular. Esto tomando como referencia económica la Unidad de Medida y Actualización (UMA⁸) registrada durante los años 2020 y 2021.

Tabla 58 Costos de Operación Vehicular y Costo Valor del Tiempo

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate			Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$3,049,790.83	\$2,060,446.19	\$5,110,237.01	\$4,360,097.97	\$3,007,712.25	\$7,367,810.22
2	\$3,182,704.73	\$2,109,127.41	\$5,291,832.14	\$4,550,116.78	\$3,078,774.10	\$7,628,890.88
3	\$3,321,411.19	\$2,158,958.80	\$5,480,369.99	\$4,748,416.86	\$3,151,514.89	\$7,899,931.75
4	\$3,466,162.66	\$2,209,967.54	\$5,676,130.20	\$4,955,359.11	\$3,225,974.30	\$8,181,333.42
5	\$3,617,222.59	\$2,262,181.44	\$5,879,404.03	\$5,171,320.19	\$3,302,192.93	\$8,473,513.11
6	\$3,774,865.91	\$2,315,628.97	\$6,090,494.88	\$5,396,693.13	\$3,380,212.34	\$8,776,905.46
7	\$3,939,379.53	\$2,370,339.29	\$6,309,718.82	\$5,631,888.11	\$3,460,075.08	\$9,091,963.19
8	\$4,111,062.88	\$2,426,342.21	\$6,537,405.09	\$5,877,333.21	\$3,541,824.70	\$9,419,157.91
9	\$4,290,228.41	\$2,483,668.30	\$6,773,896.71	\$6,133,475.13	\$3,625,505.78	\$9,758,980.91
10	\$4,477,202.21	\$2,542,348.80	\$7,019,551.01	\$6,400,780.04	\$3,711,163.96	\$10,111,944.00
11	\$4,672,324.57	\$2,602,415.72	\$7,274,740.29	\$6,679,734.46	\$3,798,845.94	\$10,478,580.40
12	\$4,875,950.63	\$2,663,901.81	\$7,539,852.44	\$6,970,846.08	\$3,888,599.55	\$10,859,445.63
13	\$5,088,450.97	\$2,726,840.61	\$7,815,291.58	\$7,274,644.73	\$3,980,473.72	\$11,255,118.44
14	\$5,310,212.36	\$2,791,266.43	\$8,101,478.79	\$7,591,683.32	\$4,074,518.56	\$11,666,201.88
15	\$5,541,638.40	\$2,857,214.41	\$8,398,852.82	\$7,922,538.87	\$4,170,785.36	\$12,093,324.22
16	\$5,783,150.30	\$2,924,720.52	\$8,707,870.82	\$8,267,813.54	\$4,269,326.61	\$12,537,140.14
17	\$6,035,187.60	\$2,993,821.56	\$9,029,009.16	\$8,628,135.73	\$4,370,196.05	\$12,998,331.78
18	\$6,298,209.02	\$3,064,555.22	\$9,362,764.24	\$9,004,161.24	\$4,473,448.68	\$13,477,609.92
19	\$6,572,693.25	\$3,136,960.07	\$9,709,653.33	\$9,396,574.44	\$4,579,140.82	\$13,975,715.25
20	\$6,859,139.88	\$3,211,075.60	\$10,070,215.48	\$9,806,089.52	\$4,687,330.10	\$14,493,419.61
21	\$7,158,070.22	\$3,286,942.22	\$10,445,012.44	\$10,233,451.80	\$4,798,075.51	\$15,031,527.32
22	\$7,470,028.34	\$3,364,601.31	\$10,834,629.65	\$10,679,439.10	\$4,911,437.46	\$15,590,876.56
23	\$7,795,582.01	\$3,444,095.22	\$11,239,677.22	\$11,144,863.11	\$5,027,477.76	\$16,172,340.87
24	\$8,135,323.73	\$3,525,467.29	\$11,660,791.02	\$11,630,570.91	\$5,146,259.69	\$16,776,830.60
25	\$8,489,871.84	\$3,608,761.90	\$12,098,633.75	\$12,137,446.50	\$5,267,848.03	\$17,405,294.53

⁸ <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 1: Xonacatlán- Presa Álzate			Movimiento 2: Presa Álzate- Xonacatlán		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
26	\$8,859,871.63	\$3,694,024.48	\$12,553,896.11	\$12,666,412.39	\$5,392,309.08	\$18,058,721.47
27	\$9,245,996.50	\$3,781,301.52	\$13,027,298.01	\$13,218,431.31	\$5,519,710.71	\$18,738,142.02
28	\$9,648,949.19	\$3,870,640.61	\$13,519,589.80	\$13,794,507.94	\$5,650,122.41	\$19,444,630.35
29	\$10,069,463.10	\$3,962,090.47	\$14,031,553.57	\$14,395,690.75	\$5,783,615.28	\$20,179,306.03
30	\$10,508,303.55	\$4,055,700.98	\$14,564,004.53	\$15,023,073.90	\$5,920,262.13	\$20,943,336.03
31	\$10,966,269.25	\$4,151,523.18	\$15,117,792.43	\$15,677,799.23	\$6,060,137.47	\$21,737,936.70
32	\$11,444,193.69	\$4,249,609.34	\$15,693,803.03	\$16,361,058.36	\$6,203,317.58	\$22,564,375.94
33	\$11,942,946.71	\$4,350,012.92	\$16,292,959.64	\$17,074,094.81	\$6,349,880.54	\$23,423,975.35
34	\$12,463,436.05	\$4,452,788.70	\$16,916,224.75	\$17,818,206.33	\$6,499,906.28	\$24,318,112.62
35	\$13,006,608.99	\$4,557,992.71	\$17,564,601.71	\$18,594,747.21	\$6,653,476.61	\$25,248,223.83
36	\$13,573,454.13	\$4,665,682.33	\$18,239,136.47	\$19,405,130.77	\$6,810,675.28	\$26,215,806.05
37	\$14,165,003.13	\$4,775,916.29	\$18,940,919.41	\$20,250,831.91	\$6,971,588.01	\$27,222,419.91
38	\$14,782,332.60	\$4,888,754.69	\$19,671,087.29	\$21,133,389.81	\$7,136,302.55	\$28,269,692.36
39	\$15,426,566.11	\$5,004,259.07	\$20,430,825.19	\$22,054,410.75	\$7,304,908.72	\$29,359,319.47
40	\$16,098,876.16	\$5,122,492.43	\$21,221,368.59	\$23,015,571.00	\$7,477,498.48	\$30,493,069.47
41	\$16,800,486.37	\$5,243,519.23	\$22,044,005.60	\$24,018,619.87	\$7,654,165.93	\$31,672,785.80
42	\$17,532,673.68	\$5,367,405.47	\$22,900,079.15	\$25,065,382.93	\$7,835,007.43	\$32,900,390.36
43	\$18,296,770.67	\$5,494,218.72	\$23,790,989.39	\$26,157,765.31	\$8,020,121.59	\$34,177,886.89
44	\$19,094,168.02	\$5,624,028.13	\$24,718,196.14	\$27,297,755.14	\$8,209,609.35	\$35,507,364.50
45	\$19,926,316.99	\$5,756,904.48	\$25,683,221.47	\$28,487,427.24	\$8,403,574.06	\$36,891,001.30
46	\$20,794,732.11	\$5,892,920.25	\$26,687,652.35	\$29,728,946.81	\$8,602,121.48	\$38,331,068.29
47	\$21,700,993.90	\$6,032,149.59	\$27,733,143.49	\$31,024,573.43	\$8,805,359.89	\$39,829,933.33
48	\$22,646,751.77	\$6,174,668.45	\$28,821,420.22	\$32,376,665.17	\$9,013,400.13	\$41,390,065.30
49	\$23,633,727.02	\$6,320,554.53	\$29,954,281.55	\$33,787,682.85	\$9,226,355.63	\$43,014,038.48
50	\$24,663,715.94	\$6,469,887.40	\$31,133,603.34	\$35,260,194.53	\$9,444,342.54	\$44,704,537.07

Año	Movimiento 3: Toluca- Temoaya			Movimiento 4: Temoaya- Toluca		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$7,400,781.57	\$5,451,633.63	\$12,852,415.19	\$4,361,640.97	\$2,690,338.33	\$7,051,979.30
2	\$7,660,084.41	\$5,534,748.30	\$13,194,832.70	\$4,514,460.76	\$2,731,354.77	\$7,245,815.53
3	\$7,928,472.50	\$5,619,130.12	\$13,547,602.62	\$4,672,634.93	\$2,772,996.54	\$7,445,631.47
4	\$8,206,264.16	\$5,704,798.41	\$13,911,062.58	\$4,836,351.09	\$2,815,273.16	\$7,651,624.25
5	\$8,493,788.88	\$5,791,772.79	\$14,285,561.67	\$5,005,803.40	\$2,858,194.34	\$7,863,997.74
6	\$8,791,387.66	\$5,880,073.16	\$14,671,460.82	\$5,181,192.86	\$2,901,769.88	\$8,082,962.73
7	\$9,099,413.48	\$5,969,719.75	\$15,069,133.23	\$5,362,727.47	\$2,946,009.76	\$8,308,737.23
8	\$9,418,231.66	\$6,060,733.07	\$15,478,964.74	\$5,550,622.55	\$2,990,924.12	\$8,541,546.67
9	\$9,748,220.36	\$6,153,133.97	\$15,901,354.32	\$5,745,100.96	\$3,036,523.24	\$8,781,624.19
10	\$10,089,770.93	\$6,246,943.59	\$16,336,714.52	\$5,946,393.35	\$3,082,817.55	\$9,029,210.89
11	\$10,443,288.50	\$6,342,183.42	\$16,785,471.92	\$6,154,738.46	\$3,129,817.65	\$9,284,556.12
12	\$10,809,192.33	\$6,438,875.26	\$17,248,067.59	\$6,370,383.41	\$3,177,534.32	\$9,547,917.73
13	\$11,187,916.42	\$6,537,041.25	\$17,724,957.67	\$6,593,583.96	\$3,225,978.46	\$9,819,562.42
14	\$11,579,909.96	\$6,636,703.86	\$18,216,613.81	\$6,824,604.84	\$3,275,161.17	\$10,099,766.01
15	\$11,985,637.85	\$6,737,885.90	\$18,723,523.75	\$7,063,720.04	\$3,325,093.72	\$10,388,813.76
16	\$12,405,581.33	\$6,840,610.55	\$19,246,191.88	\$7,311,213.18	\$3,375,787.53	\$10,687,000.71
17	\$12,840,238.46	\$6,944,901.33	\$19,785,139.79	\$7,567,377.80	\$3,427,254.20	\$10,994,632.00
18	\$13,290,124.77	\$7,050,782.10	\$20,340,906.87	\$7,832,517.71	\$3,479,505.53	\$11,312,023.24
19	\$13,755,773.84	\$7,158,277.12	\$20,914,050.96	\$8,106,947.38	\$3,532,553.48	\$11,639,500.86
20	\$14,237,737.97	\$7,267,410.98	\$21,505,148.95	\$8,390,992.31	\$3,586,410.18	\$11,977,402.49
21	\$14,736,588.78	\$7,378,208.68	\$22,114,797.46	\$8,684,989.39	\$3,641,087.97	\$12,326,077.36
22	\$15,252,917.94	\$7,490,695.58	\$22,743,613.52	\$8,989,287.30	\$3,696,599.38	\$12,685,886.68
23	\$15,787,337.84	\$7,604,897.44	\$23,392,235.28	\$9,304,246.97	\$3,752,957.10	\$13,057,204.07
24	\$16,340,482.33	\$7,720,840.40	\$24,061,322.73	\$9,630,241.96	\$3,810,174.03	\$13,440,415.99

Año	Movimiento 3: Toluca- Temoaya			Movimiento 4: Temoaya- Toluca		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
25	\$16,913,007.46	\$7,838,551.01	\$24,751,558.47	\$9,967,658.90	\$3,868,263.29	\$13,835,922.20
26	\$17,505,592.29	\$7,958,056.21	\$25,463,648.50	\$10,316,898.00	\$3,927,238.17	\$14,244,136.17
27	\$18,118,939.65	\$8,079,383.37	\$26,198,323.02	\$10,678,373.46	\$3,987,112.17	\$14,665,485.63
28	\$18,753,776.99	\$8,202,560.26	\$26,956,337.25	\$11,052,514.02	\$4,047,899.00	\$15,100,413.02
29	\$19,410,857.27	\$8,327,615.09	\$27,738,472.36	\$11,439,763.43	\$4,109,612.57	\$15,549,376.00
30	\$20,090,959.82	\$8,454,576.48	\$28,545,536.30	\$11,840,580.98	\$4,172,267.02	\$16,012,848.00
31	\$20,794,891.28	\$8,583,473.50	\$29,378,364.78	\$12,255,442.07	\$4,235,876.69	\$16,491,318.75
32	\$21,523,486.54	\$8,714,335.66	\$30,237,822.20	\$12,684,838.73	\$4,300,456.13	\$16,985,294.87
33	\$22,277,609.75	\$8,847,192.93	\$31,124,802.68	\$13,129,280.27	\$4,366,020.15	\$17,495,300.42
34	\$23,058,155.35	\$8,982,075.71	\$32,040,231.06	\$13,589,293.80	\$4,432,583.74	\$18,021,877.54
35	\$23,866,049.10	\$9,119,014.90	\$32,985,064.00	\$14,065,424.93	\$4,500,162.16	\$18,565,587.08
36	\$24,702,249.21	\$9,258,041.83	\$33,960,291.04	\$14,558,238.37	\$4,568,770.85	\$19,127,009.22
37	\$25,567,747.44	\$9,399,188.35	\$34,966,935.79	\$15,068,318.62	\$4,638,425.55	\$19,706,744.17
38	\$26,463,570.33	\$9,542,486.76	\$36,006,057.09	\$15,596,270.68	\$4,709,142.19	\$20,305,412.87
39	\$27,390,780.37	\$9,687,969.87	\$37,078,750.24	\$16,142,720.70	\$4,780,936.96	\$20,923,657.67
40	\$28,350,477.27	\$9,835,671.00	\$38,186,148.27	\$16,708,316.82	\$4,853,826.31	\$21,562,143.13
41	\$29,343,799.29	\$9,985,623.95	\$39,329,423.24	\$17,293,729.86	\$4,927,826.91	\$22,221,556.77
42	\$30,371,924.55	\$10,137,863.06	\$40,509,787.61	\$17,899,654.14	\$5,002,955.71	\$22,902,609.85
43	\$31,436,072.47	\$10,292,423.18	\$41,728,495.64	\$18,526,808.33	\$5,079,229.92	\$23,606,038.24
44	\$32,537,505.17	\$10,449,339.69	\$42,986,844.87	\$19,175,936.26	\$5,156,666.98	\$24,332,603.24
45	\$33,677,529.02	\$10,608,648.53	\$44,286,177.56	\$19,847,807.83	\$5,235,284.64	\$25,083,092.47
46	\$34,857,496.15	\$10,770,386.17	\$45,627,882.31	\$20,543,219.91	\$5,315,100.89	\$25,858,320.81
47	\$36,078,806.04	\$10,934,589.63	\$47,013,395.67	\$21,262,997.31	\$5,396,134.01	\$26,659,131.32
48	\$37,342,907.24	\$11,101,296.50	\$48,444,203.74	\$22,007,993.70	\$5,478,402.54	\$27,486,396.24
49	\$38,651,299.04	\$11,270,544.96	\$49,921,844.00	\$22,779,092.70	\$5,561,925.33	\$28,341,018.03
50	\$40,005,533.25	\$11,442,373.76	\$51,447,907.01	\$23,577,208.87	\$5,646,721.49	\$29,223,930.36

Año	Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca			Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,585,315.77	\$1,407,253.21	\$2,992,568.98	\$3,937,101.07	\$3,954,350.25	\$7,891,451.32
2	\$1,654,405.92	\$1,440,501.74	\$3,094,907.66	\$4,108,685.12	\$4,047,777.88	\$8,156,463.00
3	\$1,726,507.11	\$1,474,535.82	\$3,201,042.92	\$4,287,747.02	\$4,143,412.89	\$8,431,159.91
4	\$1,801,750.56	\$1,509,374.01	\$3,311,124.56	\$4,474,612.68	\$4,241,307.42	\$8,715,920.10
5	\$1,880,273.22	\$1,545,035.30	\$3,425,308.52	\$4,669,622.19	\$4,341,514.86	\$9,011,137.05
6	\$1,962,218.00	\$1,581,539.14	\$3,543,757.15	\$4,873,130.47	\$4,444,089.86	\$9,317,220.33
7	\$2,047,734.04	\$1,618,905.45	\$3,666,639.49	\$5,085,507.91	\$4,549,088.35	\$9,634,596.26
8	\$2,136,976.99	\$1,657,154.59	\$3,794,131.58	\$5,307,141.04	\$4,656,567.59	\$9,963,708.63
9	\$2,230,109.26	\$1,696,307.43	\$3,926,416.69	\$5,538,433.23	\$4,766,586.20	\$10,305,019.42
10	\$2,327,300.35	\$1,736,385.32	\$4,063,685.67	\$5,779,805.44	\$4,879,204.16	\$10,659,009.60
11	\$2,428,727.17	\$1,777,410.10	\$4,206,137.27	\$6,031,696.96	\$4,994,482.90	\$11,026,179.86
12	\$2,534,574.29	\$1,819,404.16	\$4,353,978.45	\$6,294,566.25	\$5,112,485.27	\$11,407,051.53
13	\$2,645,034.37	\$1,862,390.40	\$4,507,424.77	\$6,568,891.74	\$5,233,275.64	\$11,802,167.38
14	\$2,760,308.45	\$1,906,392.25	\$4,666,700.70	\$6,855,172.68	\$5,356,919.86	\$12,212,092.55
15	\$2,880,606.33	\$1,951,433.71	\$4,832,040.04	\$7,153,930.13	\$5,483,485.37	\$12,637,415.50
16	\$3,006,146.94	\$1,997,539.35	\$5,003,686.29	\$7,465,707.82	\$5,613,041.19	\$13,078,749.01
17	\$3,137,158.78	\$2,044,734.30	\$5,181,893.08	\$7,791,073.19	\$5,745,657.96	\$13,536,731.15
18	\$3,273,880.29	\$2,093,044.31	\$5,366,924.60	\$8,130,618.41	\$5,881,408.01	\$14,012,026.42
19	\$3,416,560.30	\$2,142,495.71	\$5,559,056.02	\$8,484,961.46	\$6,020,365.36	\$14,505,326.82
20	\$3,565,458.50	\$2,193,115.49	\$5,758,573.98	\$8,854,747.25	\$6,162,605.79	\$15,017,353.05
21	\$3,720,845.87	\$2,244,931.23	\$5,965,777.10	\$9,240,648.79	\$6,308,206.88	\$15,548,855.67
22	\$3,883,005.23	\$2,297,971.20	\$6,180,976.43	\$9,643,368.43	\$6,457,248.01	\$16,100,616.44
23	\$4,052,231.71	\$2,352,264.32	\$6,404,496.03	\$10,063,639.11	\$6,609,810.48	\$16,673,449.59

Año	Movimiento 5: Xonacatlán - Toluca			Movimiento 6: Xonacatlán- Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
24	\$4,228,833.30	\$2,407,840.20	\$6,636,673.50	\$10,502,225.75	\$6,765,977.46	\$17,268,203.21
25	\$4,413,131.42	\$2,464,729.14	\$6,877,860.56	\$10,959,926.57	\$6,925,834.13	\$17,885,760.70
26	\$4,605,461.50	\$2,522,962.18	\$7,128,423.67	\$11,437,574.59	\$7,089,467.67	\$18,527,042.26
27	\$4,806,173.57	\$2,582,571.06	\$7,388,744.63	\$11,936,039.14	\$7,256,967.30	\$19,193,006.44
28	\$5,015,632.94	\$2,643,588.29	\$7,659,221.23	\$12,456,227.44	\$7,428,424.36	\$19,884,651.80
29	\$5,234,220.82	\$2,706,047.15	\$7,940,267.97	\$12,999,086.22	\$7,603,932.37	\$20,603,018.59
30	\$5,462,335.05	\$2,769,981.69	\$8,232,316.75	\$13,565,603.51	\$7,783,587.02	\$21,349,190.53
31	\$5,700,390.80	\$2,835,426.79	\$8,535,817.60	\$14,156,810.36	\$7,967,486.29	\$22,124,296.65
32	\$5,948,821.34	\$2,902,418.13	\$8,851,239.47	\$14,773,782.79	\$8,155,730.46	\$22,929,513.25
33	\$6,208,078.80	\$2,970,992.24	\$9,179,071.04	\$15,417,643.68	\$8,348,422.20	\$23,766,065.88
34	\$6,478,635.04	\$3,041,186.53	\$9,519,821.57	\$16,089,564.89	\$8,545,666.57	\$24,635,231.46
35	\$6,760,982.49	\$3,113,039.26	\$9,874,021.74	\$16,790,769.30	\$8,747,571.15	\$25,538,340.45
36	\$7,055,635.00	\$3,186,589.62	\$10,242,224.62	\$17,522,533.12	\$8,954,246.04	\$26,476,779.16
37	\$7,363,128.86	\$3,261,877.72	\$10,625,006.58	\$18,286,188.17	\$9,165,803.94	\$27,451,992.11
38	\$7,684,023.70	\$3,338,944.63	\$11,022,968.33	\$19,083,124.32	\$9,382,360.22	\$28,465,484.54
39	\$8,018,903.57	\$3,417,832.35	\$11,436,735.92	\$19,914,791.99	\$9,604,032.98	\$29,518,824.97
40	\$8,368,377.94	\$3,498,583.92	\$11,866,961.86	\$20,782,704.83	\$9,830,943.09	\$30,613,647.93
41	\$8,733,082.86	\$3,581,243.37	\$12,314,326.24	\$21,688,442.46	\$10,063,214.32	\$31,751,656.78
42	\$9,113,682.11	\$3,665,855.78	\$12,779,537.89	\$22,633,653.33	\$10,300,973.30	\$32,934,626.63
43	\$9,510,868.37	\$3,752,467.29	\$13,263,335.66	\$23,620,057.73	\$10,544,349.72	\$34,164,407.44
44	\$9,925,364.53	\$3,841,125.13	\$13,766,489.66	\$24,649,450.93	\$10,793,476.27	\$35,442,927.20
45	\$10,357,924.98	\$3,931,877.64	\$14,289,802.62	\$25,723,706.44	\$11,048,488.83	\$36,772,195.26
46	\$10,809,336.98	\$4,024,774.33	\$14,834,111.31	\$26,844,779.42	\$11,309,526.45	\$38,154,305.86
47	\$11,280,422.11	\$4,119,865.84	\$15,400,287.95	\$28,014,710.23	\$11,576,731.49	\$39,591,441.72
48	\$11,772,037.75	\$4,217,204.04	\$15,989,241.79	\$29,235,628.17	\$11,850,249.66	\$41,085,877.83
49	\$12,285,078.65	\$4,316,842.00	\$16,601,920.65	\$30,509,755.32	\$12,130,230.12	\$42,639,985.44
50	\$12,820,478.54	\$4,418,834.06	\$17,239,312.61	\$31,839,410.61	\$12,416,825.55	\$44,256,236.16

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca			Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,080,417.33	\$1,105,418.07	\$2,185,835.40	\$1,121,151.10	\$1,106,249.12	\$2,227,400.22
2	\$1,127,503.34	\$1,131,535.28	\$2,259,038.62	\$1,170,012.34	\$1,132,385.96	\$2,302,398.30
3	\$1,176,641.42	\$1,158,269.55	\$2,334,910.97	\$1,221,003.02	\$1,159,140.33	\$2,380,143.35
4	\$1,227,921.01	\$1,185,635.46	\$2,413,556.46	\$1,274,215.93	\$1,186,526.81	\$2,460,742.75
5	\$1,281,435.42	\$1,213,647.92	\$2,495,083.34	\$1,329,747.94	\$1,214,560.34	\$2,544,308.28
6	\$1,337,282.06	\$1,242,322.23	\$2,579,604.29	\$1,387,700.11	\$1,243,256.21	\$2,630,956.31
7	\$1,395,562.57	\$1,271,674.01	\$2,667,236.59	\$1,448,177.90	\$1,272,630.05	\$2,720,807.96
8	\$1,456,383.03	\$1,301,719.28	\$2,758,102.30	\$1,511,291.40	\$1,302,697.91	\$2,813,989.31
9	\$1,519,854.11	\$1,332,474.41	\$2,852,328.52	\$1,577,155.47	\$1,333,476.16	\$2,910,631.63
10	\$1,586,091.36	\$1,363,956.17	\$2,950,047.53	\$1,645,889.98	\$1,364,981.59	\$3,010,871.57
11	\$1,655,215.31	\$1,396,181.75	\$3,051,397.05	\$1,717,620.03	\$1,397,231.39	\$3,114,851.42
12	\$1,727,351.77	\$1,429,168.70	\$3,156,520.47	\$1,792,476.17	\$1,430,243.14	\$3,222,719.32
13	\$1,802,632.03	\$1,462,935.02	\$3,265,567.05	\$1,870,594.65	\$1,464,034.85	\$3,334,629.49
14	\$1,881,193.11	\$1,497,499.12	\$3,378,692.22	\$1,952,117.62	\$1,498,624.93	\$3,450,742.55
15	\$1,963,177.98	\$1,532,879.85	\$3,496,057.83	\$2,037,193.48	\$1,534,032.26	\$3,571,225.74
16	\$2,048,735.86	\$1,569,096.50	\$3,617,832.36	\$2,125,977.05	\$1,570,276.14	\$3,696,253.19
17	\$2,138,022.46	\$1,606,168.83	\$3,744,191.30	\$2,218,629.93	\$1,607,376.34	\$3,826,006.27
18	\$2,231,200.30	\$1,644,117.05	\$3,875,317.35	\$2,315,320.74	\$1,645,353.09	\$3,960,673.83
19	\$2,328,438.94	\$1,682,961.86	\$4,011,400.80	\$2,416,225.46	\$1,684,227.10	\$4,100,452.57
20	\$2,429,915.37	\$1,722,724.43	\$4,152,639.81	\$2,521,527.75	\$1,724,019.57	\$4,245,547.32
21	\$2,535,814.28	\$1,763,426.46	\$4,299,240.74	\$2,631,419.25	\$1,764,752.20	\$4,396,171.44
22	\$2,646,328.41	\$1,805,090.14	\$4,451,418.54	\$2,746,099.96	\$1,806,447.19	\$4,552,547.16

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 7: Presa Álzate - Toluca			Movimiento 8: Presa Álzate - Temoaya		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
23	\$2,761,658.88	\$1,847,738.18	\$4,609,397.06	\$2,865,778.61	\$1,849,127.30	\$4,714,905.91
24	\$2,882,015.61	\$1,891,393.85	\$4,773,409.46	\$2,990,673.01	\$1,892,815.79	\$4,883,488.81
25	\$3,007,617.64	\$1,936,080.95	\$4,943,698.60	\$3,121,010.48	\$1,937,536.49	\$5,058,546.97
26	\$3,138,693.58	\$1,981,823.86	\$5,120,517.43	\$3,257,028.22	\$1,983,313.78	\$5,240,342.01
27	\$3,275,481.98	\$2,028,647.51	\$5,304,129.48	\$3,398,973.80	\$2,030,172.64	\$5,429,146.44
28	\$3,418,231.79	\$2,076,577.44	\$5,494,809.23	\$3,547,105.55	\$2,078,138.60	\$5,625,244.15
29	\$3,567,202.83	\$2,125,639.79	\$5,692,842.62	\$3,701,693.08	\$2,127,237.84	\$5,828,930.92
30	\$3,722,666.22	\$2,175,861.31	\$5,898,527.54	\$3,863,017.74	\$2,177,497.12	\$6,040,514.85
31	\$3,884,904.92	\$2,227,269.40	\$6,112,174.32	\$4,031,373.13	\$2,228,943.85	\$6,260,316.99
32	\$4,054,214.19	\$2,279,892.08	\$6,334,106.27	\$4,207,065.68	\$2,281,606.09	\$6,488,671.77
33	\$4,230,902.18	\$2,333,758.05	\$6,564,660.23	\$4,390,415.14	\$2,335,512.56	\$6,725,927.70
34	\$4,415,290.46	\$2,388,896.69	\$6,804,187.16	\$4,581,755.21	\$2,390,692.66	\$6,972,447.87
35	\$4,607,714.63	\$2,445,338.07	\$7,053,052.70	\$4,781,434.13	\$2,447,176.47	\$7,228,610.60
36	\$4,808,524.90	\$2,503,112.96	\$7,311,637.86	\$4,989,815.32	\$2,504,994.79	\$7,494,810.11
37	\$5,018,086.74	\$2,562,252.87	\$7,580,339.61	\$5,207,278.04	\$2,564,179.16	\$7,771,457.20
38	\$5,236,781.56	\$2,622,790.06	\$7,859,571.62	\$5,434,218.07	\$2,624,761.86	\$8,058,979.93
39	\$5,465,007.40	\$2,684,757.52	\$8,149,764.92	\$5,671,048.45	\$2,686,775.91	\$8,357,824.36
40	\$5,703,179.61	\$2,748,189.07	\$8,451,368.68	\$5,918,200.20	\$2,750,255.15	\$8,668,455.35
41	\$5,951,731.68	\$2,813,119.28	\$8,764,850.97	\$6,176,123.15	\$2,815,234.17	\$8,991,357.33
42	\$6,211,115.98	\$2,879,583.57	\$9,090,699.56	\$6,445,286.73	\$2,881,748.43	\$9,327,035.16
43	\$6,481,804.59	\$2,947,618.18	\$9,429,422.78	\$6,726,180.81	\$2,949,834.19	\$9,676,015.00
44	\$6,764,290.17	\$3,017,260.22	\$9,781,550.38	\$7,019,316.62	\$3,019,528.58	\$10,038,845.20
45	\$7,059,086.83	\$3,088,547.65	\$10,147,634.49	\$7,325,227.67	\$3,090,869.61	\$10,416,097.28
46	\$7,366,731.13	\$3,161,519.36	\$10,528,250.49	\$7,644,470.74	\$3,163,896.18	\$10,808,366.92
47	\$7,687,782.97	\$3,236,215.14	\$10,923,998.11	\$7,977,626.83	\$3,238,648.12	\$11,216,274.95
48	\$8,022,826.67	\$3,312,675.73	\$11,335,502.39	\$8,325,302.31	\$3,315,166.18	\$11,640,468.49
49	\$8,372,472.01	\$3,390,942.81	\$11,763,414.82	\$8,688,129.94	\$3,393,492.11	\$12,081,622.04
50	\$8,737,355.36	\$3,471,059.07	\$12,208,414.43	\$9,066,770.07	\$3,473,668.60	\$12,540,438.68

Año	Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			Movimiento 10: Toluca - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$1,281,926.68	\$1,059,264.81	\$2,341,191.48	\$445,503.37	\$1,749,254.94	\$2,194,758.32
2	\$1,326,841.83	\$1,075,414.18	\$2,402,256.00	\$461,112.58	\$1,775,923.78	\$2,237,036.36
3	\$1,373,330.68	\$1,091,809.76	\$2,465,140.44	\$477,268.68	\$1,802,999.21	\$2,280,267.89
4	\$1,421,448.38	\$1,108,455.30	\$2,529,903.68	\$493,990.85	\$1,830,487.43	\$2,324,478.28
5	\$1,471,251.98	\$1,125,354.62	\$2,596,606.60	\$511,298.92	\$1,858,394.73	\$2,369,693.65
6	\$1,522,800.57	\$1,142,511.58	\$2,665,312.15	\$529,213.41	\$1,886,727.49	\$2,415,940.91
7	\$1,576,155.27	\$1,159,930.12	\$2,736,085.39	\$547,755.58	\$1,915,492.22	\$2,463,247.80
8	\$1,631,379.38	\$1,177,614.21	\$2,808,993.59	\$566,947.42	\$1,944,695.48	\$2,511,642.90
9	\$1,688,538.38	\$1,195,567.92	\$2,884,106.30	\$586,811.68	\$1,974,343.98	\$2,561,155.66
10	\$1,747,700.08	\$1,213,795.34	\$2,961,495.42	\$607,371.93	\$2,004,444.49	\$2,611,816.42
11	\$1,808,934.64	\$1,232,300.66	\$3,041,235.29	\$628,652.56	\$2,035,003.90	\$2,663,656.46
12	\$1,872,314.68	\$1,251,088.10	\$3,123,402.78	\$650,678.80	\$2,066,029.22	\$2,716,708.02
13	\$1,937,915.39	\$1,270,161.98	\$3,208,077.37	\$673,476.78	\$2,097,527.55	\$2,771,004.33
14	\$2,005,814.57	\$1,289,526.65	\$3,295,341.21	\$697,073.53	\$2,129,506.09	\$2,826,579.63
15	\$2,076,092.74	\$1,309,186.55	\$3,385,279.29	\$721,497.06	\$2,161,972.18	\$2,883,469.23
16	\$2,148,833.27	\$1,329,146.18	\$3,477,979.45	\$746,776.31	\$2,194,933.23	\$2,941,709.54
17	\$2,224,122.42	\$1,349,410.12	\$3,573,532.54	\$772,941.28	\$2,228,396.81	\$3,001,338.09
18	\$2,302,049.49	\$1,369,982.99	\$3,672,032.49	\$800,022.99	\$2,262,370.57	\$3,062,393.56
19	\$2,382,706.92	\$1,390,869.52	\$3,773,576.43	\$828,053.58	\$2,296,862.28	\$3,124,915.86
20	\$2,466,190.35	\$1,412,074.47	\$3,878,264.83	\$857,066.28	\$2,331,879.85	\$3,188,946.12
21	\$2,552,598.82	\$1,433,602.72	\$3,986,201.54	\$887,095.50	\$2,367,431.29	\$3,254,526.79

Año	Movimiento 9: Toluca - Xonacatlán			Movimiento 10: Toluca - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
22	\$2,642,034.79	\$1,455,459.18	\$4,097,493.97	\$918,176.86	\$2,403,524.74	\$3,321,701.60
23	\$2,734,604.36	\$1,477,648.86	\$4,212,253.22	\$950,347.23	\$2,440,168.46	\$3,390,515.70
24	\$2,830,417.30	\$1,500,176.84	\$4,330,594.14	\$983,644.76	\$2,477,370.85	\$3,461,015.61
25	\$2,929,587.27	\$1,523,048.28	\$4,452,635.55	\$1,018,108.94	\$2,515,140.42	\$3,533,249.37
26	\$3,032,231.87	\$1,546,268.41	\$4,578,500.28	\$1,053,780.65	\$2,553,485.82	\$3,607,266.48
27	\$3,138,472.86	\$1,569,842.56	\$4,708,315.41	\$1,090,702.20	\$2,592,415.83	\$3,683,118.03
28	\$3,248,436.23	\$1,593,776.11	\$4,842,212.34	\$1,128,917.38	\$2,631,939.35	\$3,760,856.73
29	\$3,362,252.42	\$1,618,074.54	\$4,980,326.96	\$1,168,471.51	\$2,672,065.45	\$3,840,536.96
30	\$3,480,056.41	\$1,642,743.43	\$5,122,799.84	\$1,209,411.51	\$2,712,803.30	\$3,922,214.81
31	\$3,601,987.93	\$1,667,788.41	\$5,269,776.34	\$1,251,785.93	\$2,754,162.23	\$4,005,948.17
32	\$3,728,191.58	\$1,693,215.23	\$5,421,406.81	\$1,295,645.03	\$2,796,151.72	\$4,091,796.75
33	\$3,858,817.07	\$1,719,029.70	\$5,577,846.77	\$1,341,040.84	\$2,838,781.37	\$4,179,822.21
34	\$3,994,019.30	\$1,745,237.73	\$5,739,257.03	\$1,388,027.19	\$2,882,060.94	\$4,270,088.13
35	\$4,133,958.65	\$1,771,845.33	\$5,905,803.98	\$1,436,659.81	\$2,926,000.35	\$4,362,660.15
36	\$4,278,801.09	\$1,798,858.57	\$6,077,659.66	\$1,486,996.38	\$2,970,609.65	\$4,457,606.02
37	\$4,428,718.40	\$1,826,283.66	\$6,255,002.06	\$1,539,096.60	\$3,015,899.05	\$4,554,995.65
38	\$4,583,888.40	\$1,854,126.87	\$6,438,015.27	\$1,593,022.27	\$3,061,878.93	\$4,654,901.21
39	\$4,744,495.12	\$1,882,394.57	\$6,626,889.69	\$1,648,837.35	\$3,108,559.81	\$4,757,397.16
40	\$4,910,729.06	\$1,911,093.24	\$6,821,822.29	\$1,706,608.04	\$3,155,952.38	\$4,862,560.42
41	\$5,082,787.37	\$1,940,229.43	\$7,023,016.80	\$1,766,402.84	\$3,204,067.49	\$4,970,470.33
42	\$5,260,874.13	\$1,969,809.84	\$7,230,683.97	\$1,828,292.70	\$3,252,916.15	\$5,081,208.85
43	\$5,445,200.55	\$1,999,841.22	\$7,445,041.78	\$1,892,351.00	\$3,302,509.55	\$5,194,860.55
44	\$5,635,985.26	\$2,030,330.46	\$7,666,315.72	\$1,958,653.72	\$3,352,859.05	\$5,311,512.77
45	\$5,833,454.54	\$2,061,284.53	\$7,894,739.07	\$2,027,279.51	\$3,403,976.16	\$5,431,255.67
46	\$6,037,842.59	\$2,092,710.52	\$8,130,553.11	\$2,098,309.76	\$3,455,872.60	\$5,554,182.35
47	\$6,249,391.84	\$2,124,615.62	\$8,374,007.46	\$2,171,828.70	\$3,508,560.24	\$5,680,388.94
48	\$6,468,353.18	\$2,157,007.15	\$8,625,360.32	\$2,247,923.55	\$3,562,051.14	\$5,809,974.70
49	\$6,694,986.31	\$2,189,892.51	\$8,884,878.82	\$2,326,684.55	\$3,616,357.56	\$5,943,042.12
50	\$6,929,560.05	\$2,223,279.23	\$9,152,839.28	\$2,408,205.12	\$3,671,491.93	\$6,079,697.05

Año	Movimiento 11: Temoaya - Xonacatlán			Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
0	-	-	-	-	-	-
1	\$4,248,817.13	\$4,076,852.88	\$8,325,670.01	\$1,357,229.14	\$1,123,079.80	\$2,480,308.94
2	\$4,397,683.89	\$4,139,007.88	\$8,536,691.77	\$1,404,782.68	\$1,140,202.08	\$2,544,984.76
3	\$4,551,766.52	\$4,202,110.48	\$8,753,877.00	\$1,454,002.37	\$1,157,585.41	\$2,611,587.77
4	\$4,711,247.79	\$4,266,175.14	\$8,977,422.92	\$1,504,946.57	\$1,175,233.75	\$2,680,180.33
5	\$4,876,316.83	\$4,331,216.51	\$9,207,533.34	\$1,557,675.72	\$1,193,151.17	\$2,750,826.89
6	\$5,047,169.43	\$4,397,249.49	\$9,444,418.93	\$1,612,252.36	\$1,211,341.74	\$2,823,594.10
7	\$5,224,008.24	\$4,464,289.20	\$9,688,297.44	\$1,668,741.20	\$1,229,809.65	\$2,898,550.86
8	\$5,407,042.98	\$4,532,350.99	\$9,939,393.97	\$1,727,209.26	\$1,248,559.12	\$2,975,768.38
9	\$5,596,490.76	\$4,601,450.44	\$10,197,941.19	\$1,787,725.88	\$1,267,594.44	\$3,055,320.32
10	\$5,792,576.26	\$4,671,603.36	\$10,464,179.62	\$1,850,362.83	\$1,286,919.97	\$3,137,282.80
11	\$5,995,532.05	\$4,742,825.82	\$10,738,357.87	\$1,915,194.41	\$1,306,540.13	\$3,221,734.53
12	\$6,205,598.85	\$4,815,134.13	\$11,020,732.98	\$1,982,297.50	\$1,326,459.41	\$3,308,756.92
13	\$6,423,025.80	\$4,888,544.84	\$11,311,570.64	\$2,051,751.70	\$1,346,682.38	\$3,398,434.09
14	\$6,648,070.80	\$4,963,074.75	\$11,611,145.55	\$2,123,639.39	\$1,367,213.67	\$3,490,853.06
15	\$6,881,000.74	\$5,038,740.94	\$11,919,741.68	\$2,198,045.82	\$1,388,057.98	\$3,586,103.79
16	\$7,122,091.90	\$5,115,560.72	\$12,237,652.62	\$2,275,059.24	\$1,409,220.07	\$3,684,279.31
17	\$7,371,630.23	\$5,193,551.68	\$12,565,181.91	\$2,354,771.00	\$1,430,704.80	\$3,785,475.80
18	\$7,629,911.69	\$5,272,731.68	\$12,902,643.36	\$2,437,275.64	\$1,452,517.08	\$3,889,792.72
19	\$7,897,242.61	\$5,353,118.84	\$13,250,361.45	\$2,522,671.01	\$1,474,661.90	\$3,997,332.91
20	\$8,173,940.07	\$5,434,731.57	\$13,608,671.64	\$2,611,058.40	\$1,497,144.35	\$4,108,202.75

PSV en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Alzate, municipio de Temoaya.

Año	Movimiento 11: Temoaya- Xonacatlán			Movimiento 12: Temoaya - Presa Álzate		
	COV	CTR	CGV	COV	CTR	CGV
21	\$8,460,332.24	\$5,517,588.55	\$13,977,920.79	\$2,702,542.64	\$1,519,969.55	\$4,222,512.19
22	\$8,756,758.79	\$5,601,708.76	\$14,358,467.55	\$2,797,232.23	\$1,543,142.75	\$4,340,374.97
23	\$9,063,571.31	\$5,687,111.45	\$14,750,682.76	\$2,895,239.48	\$1,566,669.24	\$4,461,908.72
24	\$9,381,133.68	\$5,773,816.18	\$15,154,949.86	\$2,996,680.63	\$1,590,554.41	\$4,587,235.04
25	\$9,709,822.57	\$5,861,842.79	\$15,571,665.35	\$3,101,676.00	\$1,614,803.73	\$4,716,479.73
26	\$10,050,027.79	\$5,951,211.43	\$16,001,239.23	\$3,210,350.12	\$1,639,422.75	\$4,849,772.87
27	\$10,402,152.86	\$6,041,942.58	\$16,444,095.45	\$3,322,831.87	\$1,664,417.10	\$4,987,248.98
28	\$10,766,615.42	\$6,134,057.00	\$16,900,672.42	\$3,439,254.68	\$1,689,792.52	\$5,129,047.20
29	\$11,143,847.74	\$6,227,575.78	\$17,371,423.52	\$3,559,756.61	\$1,715,554.81	\$5,275,311.42
30	\$11,534,297.22	\$6,322,520.33	\$17,856,817.56	\$3,684,480.60	\$1,741,709.86	\$5,426,190.47
31	\$11,938,426.98	\$6,418,912.39	\$18,357,339.37	\$3,813,574.57	\$1,768,263.67	\$5,581,838.25
32	\$12,356,716.32	\$6,516,774.03	\$18,873,490.34	\$3,947,191.64	\$1,795,222.32	\$5,742,413.96
33	\$12,789,661.35	\$6,616,127.65	\$19,405,789.00	\$4,085,490.28	\$1,822,591.97	\$5,908,082.25
34	\$13,237,775.58	\$6,716,995.99	\$19,954,771.57	\$4,228,634.51	\$1,850,378.89	\$6,079,013.41
35	\$13,701,590.48	\$6,819,402.16	\$20,520,992.64	\$4,376,794.13	\$1,878,589.45	\$6,255,383.58
36	\$14,181,656.18	\$6,923,369.59	\$21,105,025.77	\$4,530,144.84	\$1,907,230.10	\$6,437,374.95
37	\$14,678,542.04	\$7,028,922.10	\$21,707,464.13	\$4,688,868.54	\$1,936,307.41	\$6,625,175.95
38	\$15,192,837.40	\$7,136,083.84	\$22,328,921.24	\$4,853,153.48	\$1,965,828.02	\$6,818,981.50
39	\$15,725,152.24	\$7,244,879.35	\$22,970,031.59	\$5,023,194.50	\$1,995,798.69	\$7,018,993.20
40	\$16,276,117.92	\$7,355,333.53	\$23,631,451.46	\$5,199,193.29	\$2,026,226.30	\$7,225,419.59
41	\$16,846,387.91	\$7,467,471.69	\$24,313,859.59	\$5,381,358.59	\$2,057,117.79	\$7,438,476.39
42	\$17,436,638.57	\$7,581,319.48	\$25,017,958.05	\$5,569,906.46	\$2,088,480.26	\$7,658,386.72
43	\$18,047,569.98	\$7,696,902.97	\$25,744,472.95	\$5,765,060.52	\$2,120,320.87	\$7,885,381.39
44	\$18,679,906.73	\$7,814,248.63	\$26,494,155.36	\$5,967,052.23	\$2,152,646.92	\$8,119,699.15
45	\$19,334,398.80	\$7,933,383.33	\$27,267,782.13	\$6,176,121.18	\$2,185,465.80	\$8,361,586.98
46	\$20,011,822.46	\$8,054,334.33	\$28,066,156.79	\$6,392,515.32	\$2,218,785.04	\$8,611,300.36
47	\$20,712,981.16	\$8,177,129.32	\$28,890,110.49	\$6,616,491.31	\$2,252,612.26	\$8,869,103.56
48	\$21,438,706.52	\$8,301,796.43	\$29,740,502.95	\$6,848,314.79	\$2,286,955.20	\$9,135,269.99
49	\$22,189,859.28	\$8,428,364.20	\$30,618,223.47	\$7,088,260.73	\$2,321,821.72	\$9,410,082.46
50	\$22,967,330.34	\$8,556,861.59	\$31,524,191.93	\$7,336,613.71	\$2,357,219.82	\$9,693,833.53

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Sit. Con Proyecto

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Etapa de ejecución.

La construcción del PSV en el entronque de las carreteras Toluca-Temoaya y Amomolulco-Xonacatlán-Presa Álzate tendrá un costo de \$59,900,000.00 con IVA, los recursos provendrán del PAD.

Tabla 59 Componentes del proyecto

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
TERRACERIAS	Cortes	m ³	12,104.50	\$115.00	\$1,392,017.50
	Escalones de Liga	m ³	35.00	\$145.00	\$5,075.00
	Excavación para canales	m ³	120.00	\$185.00	\$22,200.00
	Excavación para estructuras en obras de drenaje transversal.	m ³	163.00	\$190.00	\$30,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para colocar tubos colectores y tubos de descarga.	m ³	2,234.00	\$205.00	\$457,970.00
	Excavación para estructuras en zanjas para cajones bocas de tormenta, canales y colectores de concreto reforzado.	m ³	65.00	\$215.00	\$13,975.00
	Perforación para alojar pilas de 1.00 metros de diámetro, por unidad de obra terminada.	m	220.00	\$1,250.00	\$275,000.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar, en rellenos de banquetas o cunetas	m ³	90.00	\$320.00	\$28,800.00
	Formación de terraplenes compactados al 90% AASTHO, estándar	m ³	190.00	\$300.00	\$57,000.00
TERRACERIAS	Formación de capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	3,384.70	\$310.00	\$1,049,257.00
	Terraplén reforzado al 95% AASTHO	m ³	3,649.00	\$340.00	\$8,040,660.00
	Suministro, fabricación y montaje de paneles de concreto hidráulico reforzado para recubrimiento de terraplenes reforzados	m ²	4,490.00	\$3,044.50	\$13,669,805.00
	Capa subrasante compactada al 100% AASTHO, estándar	m ³	1,249.60	\$360.00	\$449,856.00
	Relleno de excavaciones, compactado al 90% AASTHO, estándar	m ³	841.00	\$420.00	\$353,220.00
	Relleno de filtros en el respaldo de estribos de mampostería en obras de drenaje y muros de contención	m ³	15.00	\$500.00	\$7,500.00
ESTRUCTURAS	Construcción de mampostería de piedra en estribos para losas de concreto reforzado y bóvedas, en obras de drenaje.	m ³	93.00	\$2,200.00	\$204,600.00
	Tubos para drenes en muros de contención, estribos y bóvedas	m	16.00	\$115.00	\$1,840.00
	Zampeado de mampostería	m ³	40.00	\$2,250.00	\$90,000.00
	Concreto hidráulico en losas de obras de drenaje	m ³	11.00	\$3,350.00	\$36,850.00
	Concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	m ³	1.60	\$3,850.00	\$6,160.00
	Concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	m ³	7.90	\$3,840.00	\$30,336.00
Concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	m ³	70.00	\$3,825.00	\$267,750.00	

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
ESTRUCTURAS	Concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	m ³	320.00	\$3,860.00	\$1,235,200.00
	Concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	m ³	12.00	\$3,840.00	\$46,080.00
	Concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	m ³	30.00	\$3,840.00	\$115,200.00
	Acero para concreto hidráulico en remates de parapeto de puente vehicular.	Kg.	280.00	\$33.00	\$9,240.00
	Acero para concreto hidráulico en guarniciones de parapeto de puente vehicular.	Kg.	2,075.00	\$33.00	\$68,475.00
	Acero para concreto hidráulico en losa de compresión y diafragmas de puente vehicular.	Kg.	8,426.00	\$33.00	\$278,058.00
	Acero para concreto hidráulico en cabezal, pilotes, bancos, y topes del puente vehicular.	Kg.	64,672.00	\$33.00	\$2,134,176.00
	Acero para concreto hidráulico en sección cajón para formación de registro de captación de aguas pluviales ("boca de tormenta").	Kg.	816.00	\$33.00	\$26,928.00
	Acero para concreto hidráulico en cajones para la formación de estructura de cruce vehicular.	Kg.	2,700.00	\$33.00	\$89,100.00
	Trabe pretensada sección tipo cajón de 1.50 m de peralte x 1.90 m de ancho x 34.30 m de longitud, de f'c = 450 kg/cm ² .	Pza.	4.00	\$550,000.00	\$2,200,000.00
	Parapeto con defensa para calzada del tipo T-34.4.1	Kg.	2,700.00	\$94.00	\$253,800.00
	Estructura de diafragmas centrales en el puente, por unidad de obra terminada.	Kg.	520.00	\$91.00	\$47,320.00
	Suministro y colocación de rejilla de piso con bisagra de fierro fundido de 45 x 45 cm	Pza.	25.00	\$3,500.00	\$87,500.00
	Suministro y colocación de rejilla de acero para "boca de tormenta" formada con riel de desecho tipo 100 ASCE	Kg.	2,250.00	\$93.00	\$209,250.00
	Guarniciones de concreto hidráulico	m	1,360.00	\$330.00	\$448,800.00
	Banquetas de concreto hidráulico	m ²	2,720.00	\$320.00	\$870,400.00
	Demolición de mampostería de tercera clase, con mortero de cemento, por unidad de obra terminada	m ³	3.00	\$490.00	\$1,470.00
	Demolición de concreto hidráulico reforzado, por unidad de obra terminada	m ³	2.00	\$950.00	\$1,900.00
	Apoyos integrales de neopreno vulcanizados en planta ASTM-D2240 de 30 x 50 x 5.7 cm (caballetes)	dm ³	68.40	\$1,250.00	\$85,500.00
	Junta estanca entre cubierta y respaldo de caballetes CV 2000 o similar, por unidad de obra terminada.	m	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
Ductos de PVC de 7.50 cm de diámetro x 60 cm de longitud en drenaje de superestructura	Pza.	26.00	\$90.00	\$2,340.00	
DRENAJE Y SUBDRENAJE	Cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple	m	590.00	\$430.00	\$253,700.00
	Canal-cuneta revestida mediante zampeado con concreto hidráulico simple	m	79.00	\$350.00	\$27,650.00
	Lavaderos de concreto hidráulico simple	m	24.00	\$380.00	\$9,120.00
	Bordillos de concreto hidráulico	m	629.00	\$85.00	\$53,465.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.00 a 1.25 m.	Pza.	1.00	\$9,000.00	\$9,000.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.25 a 1.50 m.	Pza.	7.00	\$10,500.00	\$73,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.50 a 1.75 m.	Pza.	11.00	\$11,500.00	\$126,500.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
DRENAJE Y SUBDRENAJE	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 1.75 a 2.00 m.	Pza.	5.00	\$12,500.00	\$62,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.00 a 2.25 m.	Pza.	3.00	\$13,500.00	\$40,500.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.25 a 2.50 m.	Pza.	3.00	\$15,000.00	\$45,000.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro para profundidad de 2.50 a 2.75 m.	Pza.	2.00	\$17,000.00	\$34,000.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 20 cm. de diámetro	m	703.00	\$190.00	\$133,570.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 25 cm. de diámetro	m	129.00	\$340.00	\$43,860.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 38 cm. de diámetro	m	204.00	\$630.00	\$128,520.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 45 cm. de diámetro	m	937.00	\$1,000.00	\$937,000.00
	Suministro y colocación de tubo PEAD para drenaje de aguas pluviales de 61 cm. de diámetro	m	464.00	\$1,500.00	\$696,000.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 40 cm. x 40 cm., para recibir rejilla metálica de 45 cm. x 45 cm.	Pza.	25.00	\$3,850.00	\$96,250.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 30 x 40 cm. de ancho por 40 cm de profundidad	Pza.	38.00	\$3,500.00	\$133,000.00
	PAVIMENTOS	Base hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada con producto procedente de banco	m ³	2,922.70	\$450.00
Riego de impregnación: mulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ² , por unidad de obra terminada		m ²	14,613.50	\$25.00	\$365,337.50
Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ² . Por unidad de obra terminada		m ³	87.70	\$500.00	\$43,850.00
Carpeta asfáltica de granulometría densa		m ³	1,013.10	\$4,800.00	\$4,862,880.00
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Raya separadora de sentidos de circulación de 10 cm de ancho, en color amarillo reflejante: raya continua sencilla	m	370.00	\$11.00	\$4,070.00
	Raya separadora de sentidos de circulación de 15 cm de ancho, en color amarillo reflejante: Raya discontinua sencilla	m	340.00	\$15.00	\$5,100.00
	Raya separadora de carriles de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya separadora de carriles, discontinua.	m	960.00	\$10.00	\$9,600.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla derecha, continua.	m	2,450.00	\$10.00	\$24,500.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante: Raya en la orilla izquierda continua.	m	1,000.00	\$10.00	\$10,000.00
	Rayas que limitan la zona neutral (separando flujos en un solo sentido) de 10 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	150.00	\$10.00	\$1,500.00
	Rayas diagonales en zona neutral separadas entre sí 2 m. de 20 cm de ancho, en color blanco reflejante	m	320.00	\$21.00	\$6,720.00
	Rayas de alto de 30 cm de ancho en carreteras de un carril por sentido de circulación, vías secundarias y ciclovías.	m	30.00	\$32.00	\$960.00

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Rayas para cruce de peatones en vías rápidas, de 40 cm de ancho, en color amarillo reflejante	Pza.	70.00	\$84.00	\$5,880.00
	Rayas con espaciamiento logarítmico de 60 cm de ancho, en color blanco reflejante.	m	250.00	\$64.00	\$16,000.00
	Flechas sencillas en el pavimento.	Pza.	24.00	\$340.00	\$8,160.00
	Flechas izquierdas/derecha en el pavimento.	Pza.	4.00	\$380.00	\$1,520.00
	Flechas dobles en el pavimento.	Pza.	9.00	\$490.00	\$4,410.00
	Marcas para delinear guarniciones.	m	1,813.33	\$38.00	\$68,906.54
	Botones de color blanco, de forma circular, con un diámetro del orden de diez (10) centímetros	Pza.	143.00	\$85.00	\$12,155.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	4.00	\$2,650.00	\$10,600.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Señales preventivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	1.00	\$2,650.00	\$2,650.00
	Indicadores de obstáculos de 61 x 122 cm. de ancho, en bifurcaciones.	Pza.	2.00	\$3,000.00	\$6,000.00
	Señales restrictivas de 30 cm. por lado, en acabado reflejante.	Pza.	5.00	\$2,500.00	\$12,500.00
	Señales restrictivas de 71 x 71 cm. en carreteras con ancho menor de 9.0 m., calles y avenidas principales.	Pza.	2.00	\$2,650.00	\$5,300.00
	Señales informativas de Destino de 239 x 122 cm. (1 tablero)	Pza.	4.00	\$42,000.00	\$168,000.00
	Señales Informativas de Destino de 30 x 178 cm., en calles	Pza.	4.00	\$4,000.00	\$16,000.00
	Señales Informativas de Identificación: señal de nomenclatura (nombre de vialidades), de 20 x 91 cm (doble en un poste)	Pza.	1.00	\$2,800.00	\$2,800.00
Señales Informativas de Recomendación de 71 x 178 cm., 2 renglones, en carreteras con ancho de corona menor de 9.0 m., bulevares y vías rápidas urbanas	Pza.	2.00	\$5,000.00	\$10,000.00	
Señales Verticales Elevadas, tipo Bandera doble con dos tableros de 122 x 305 cm.	Pza.	6.00	\$56,000.00	\$336,000.00	
Defensas metálicas: Vigas acanaladas de 3 crestas, con un ancho de 510 mm (una vez moldeada) con separadores y postes. Por unidad de obra terminada.	m	580.00	\$1,250.00	\$725,000.00	
Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m. Por unidad de obra terminada	Pza.	1.00	\$34,553.49	\$34,553.49	
SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	Suministro y colocación de luminaria solar marca DIANMING modelo AIO2 de 40 watts de potencia tipo integral	Pza.	94.00	\$44,100.00	\$4,145,400.00
OBRAS INDUCIDAS	Reubicación de 35 acometidas, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$85,000.00	\$85,000.00
	Movimiento y reubicación de 400 metros de línea de baja tensión (3+1) 3/0-1/0, según croquis y planos de Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$80,000.00	\$80,000.00

CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
OBRAS INDUCIDAS	Movimiento y reubicación de 500 metros de línea de media tensión 3F-4H, con doble circuito, 200 metros de línea de media tensión 3F-3H, según planos de la Comisión Federal de Electricidad	Lote	1.00	\$750,000.00	\$750,000.00
	Movimiento y reubicación de transformador 1TR3B	Lote	1.00	\$35,000.00	\$35,000.00
	Movimiento y reubicación de cables de la red de cobre y fibra óptica, de líneas telefónicas, según proyectos de la compañía Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.,	Lote	1.00	\$150,000.00	\$150,000.00
	Movimiento y reubicación de postes de alumbrado público (arbotante)	pza.	11.00	\$7,500.00	\$82,500.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=1 a 15 cm.	pza.	27.00	\$5,000.00	\$135,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=15 a 30 cm., por unidad de obra terminada.	pza.	10.00	\$6,500.00	\$65,000.00
	Tala, desenraice y retiro de árboles, de Ø=30 a 45 cm	pza.	14.00	\$8,500.00	\$119,000.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de toma domiciliaria de agua potable que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,200.00	\$21,600.00
	Conexión provisional y reparación definitiva de instalaciones de descarga domiciliaria de drenaje sanitario que interfieran con la obra	pza.	18.00	\$1,800.00	\$32,400.00
					SUBTOTAL
				16 % IVA	\$8,262,068.97
				TOTAL	\$59,900,000.00

Fuente: Elaborado por la junta de Caminos del Estado de México, 2018

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto ya que se procederá a cerrar la circulación de un sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido.

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

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: ⁹

$$\text{Costos por Molestias} = \text{CGV}_c - \text{CGV}_0$$

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

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

Tabla 60. Costos por molestia

	Molestias Anuales (\$)					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
CGV's Sin Proyecto	0	2021	\$62,808,980.97	\$1,644,635.96	\$7,148,909.08	\$71,602,526.00
CGV's En Construcción	0	2021	\$72,585,235.30	\$1,913,327.09	\$8,316,322.18	\$82,814,884.56
Molestias	0	2021	\$9,776,254.33	\$268,691.13	\$1,167,413.10	\$11,212,358.56

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

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

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 meses	\$11,212,358.56
Molestias Mensuales	1 mes	\$934,363.21
Alternativa A	5 meses	\$4,671,816.07
Alternativa B	7 meses	\$6,540,542.49

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver Anexo 1. MC PSV Amomolulco- Xonacatlán (Temoaya) V 2.0 pestaña Molestias

Etapa de operación

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación que corresponden a lo siguiente:

Tabla 61 Costos de Mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO					
PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Álzate					
CONSERVACIÓN RUTINARIA				ANUAL	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Limpieza de juntas de dilatación	M	18.00	\$60.00	\$1,080.00
PUENTE	Limpieza de parapetos y banquetas	M2	1760.00	\$2.50	\$4,400.00
CARPETA	Limpieza de sup. de rodadura y acotamientos	M2	14892.30	\$1.80	\$26,806.14
CARPETA	Bacheo superficial aislado	M3	29.78	\$4,400.00	\$131,052.24
CARPETA	Señalamiento horizontal	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$278,560.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)				3 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PUENTE	Calafateo de fisuras	M3	2.16	\$3,850.00	\$8,316.00
PUENTE	Reparación de grietas	M3	4.32	\$3,900.00	\$16,848.00
PUENTE	Reposición de sello en juntas de dilatación	M	18.00	\$4,500.00	\$81,000.00
PUENTE	Reparación de parapetos y banquetas	M3	0.48	\$3,850.00	\$1,828.75
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$1,389,050.00
REHABILITACIÓN				10 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$32.00	\$476,553.60
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14892.30	\$22.50	\$335,076.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M3	1013.31	\$4,400.00	\$4,458,577.20
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
PUENTE	Preposición de juntas de dilatación	M	18.00	\$11,500.00	\$207,000.00
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$7,617,350.00
RECONSTRUCCIÓN				20 AÑOS	
CONCEPTOS		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	Recorte de carpeta asfáltica (7cm)	M2	14613.50	\$32.00	\$467,632.00
CARPETA	Recorte de pavimentos (50cm)	M2	14613.50	\$152.50	\$2,228,558.75
CARPETA	Recompactación de la sup. Descubierta	M2	14613.50	\$9.40	\$137,366.90
CARPETA	Conformación capa subrasante de 30 cm	M2	14613.50	\$93.00	\$1,359,055.50
CARPETA	Conformación capa base de 20 cm	M2	14613.50	\$79.00	\$1,154,466.50
CARPETA	Riego de impregnación	M2	14613.50	\$22.50	\$328,803.75
CARPETA	Carpeta asfáltica	M2	14892.30	\$308.00	\$4,586,828.40
CARPETA	Riego de sello	M2	14892.30	\$68.00	\$1,012,676.40
CARPETA	Señalamiento	M	5120.00	\$15.00	\$76,800.00
TOTAL + IVA=					\$13,168,550.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas

Tabla 62 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto

PSV Carretera Amomolulco - Xonacatlán - Presa José Antonio Ázate					
Mantenimiento Proyecto					
AÑO	Alternativa				TOTAL
	Rutinaria	PERIODICA	REHABILITACION	RECONSTRUCCIÓN	
	Anual	3 años	10 años	20 años	
0					
1	\$240,137.93				\$240,137.93
2	\$240,137.93				\$240,137.93
3		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
4	\$240,137.93				\$240,137.93
5	\$240,137.93				\$240,137.93
6		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
7	\$240,137.93				\$240,137.93
8	\$240,137.93				\$240,137.93
9		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
10			\$1,197,456.90		\$1,197,456.90
11	\$240,137.93				\$240,137.93
12		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
13	\$240,137.93				\$240,137.93
14	\$240,137.93				\$240,137.93
15		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
16	\$240,137.93				\$240,137.93
17	\$240,137.93				\$240,137.93
18		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
19	\$240,137.93				\$240,137.93
20	\$240,137.93			\$11,352,198.28	\$240,137.93
21		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
22	\$240,137.93				\$240,137.93
23	\$240,137.93				\$240,137.93
24		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
25	\$240,137.93				\$240,137.93
26	\$240,137.93				\$240,137.93
27		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
28	\$240,137.93				\$240,137.93
29	\$240,137.93				\$240,137.93
30			\$1,197,456.90		\$1,197,456.90
31	\$240,137.93				\$240,137.93
32	\$240,137.93				\$240,137.93
33		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
34	\$240,137.93				\$240,137.93
35	\$240,137.93				\$240,137.93
36		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
37	\$240,137.93				\$240,137.93
38	\$240,137.93				\$240,137.93
39		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
40	\$240,137.93			\$11,352,198.28	\$240,137.93
41	\$240,137.93				\$240,137.93
42		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90
43	\$240,137.93				\$240,137.93
44	\$240,137.93				\$240,137.93
45		\$1,197,456.90			\$1,197,456.90

46	\$240,137.93			\$240,137.93
47	\$240,137.93			\$240,137.93
48		\$1,197,456.90		\$1,197,456.90
49	\$240,137.93			\$240,137.93
50	\$240,137.93			\$240,137.93

Fuente: Elaboración propia

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

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorros en costo de operación vehicular y (ii) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios.

Ahorro en costos totales de operación

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron, en términos monetarios, 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 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.

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente se vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

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 50 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo y se encuentran en las hojas de cálculo anexas.

El "Costo de Operación Vehicular" (COV) mide en términos monetarios, el consumo que le representa al usuario circular por una vialidad 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.

A continuación, se presentan los costos totales de operación vehicular para las situaciones sin y con proyecto, en el primer año óptimo de operación.

Tabla 63 Beneficios en costos de Operación Vehicular

Año	COV		Beneficio total
	Situación sin Proyecto	Situación con proyecto	
0	-	-	-
1	\$37,850,164.16	\$35,620,461.23	\$2,229,702.92
2	\$39,319,724.36	\$36,997,808.52	\$2,321,915.84
3	\$40,847,023.24	\$38,429,049.53	\$2,417,973.71
4	\$42,434,356.16	\$39,916,318.13	\$2,518,038.03
5	\$44,084,110.76	\$41,461,833.67	\$2,622,277.09
6	\$45,798,770.74	\$43,067,904.44	\$2,730,866.30
7	\$47,580,919.75	\$44,736,931.24	\$2,843,988.50
8	\$49,433,245.43	\$46,471,411.17	\$2,961,834.27
9	\$51,358,543.70	\$48,273,941.49	\$3,084,602.21
10	\$53,359,723.11	\$50,147,223.75	\$3,212,499.36
11	\$55,439,809.45	\$52,094,067.94	\$3,345,741.51
12	\$57,601,950.53	\$54,117,396.95	\$3,484,553.58
13	\$59,849,421.16	\$56,220,251.15	\$3,629,170.01
14	\$62,185,628.29	\$58,405,793.13	\$3,779,835.17

15	\$64,614,116.45	\$60,677,312.68	\$3,936,803.77
16	\$67,138,573.31	\$63,038,231.98	\$4,100,341.33
17	\$69,762,835.58	\$65,492,110.98	\$4,270,724.60
18	\$72,490,895.04	\$68,042,652.98	\$4,448,242.06
19	\$75,326,904.91	\$70,693,710.48	\$4,633,194.43
20	\$78,275,186.44	\$73,449,291.29	\$4,825,895.15
21	\$81,340,235.75	\$76,313,564.77	\$5,026,670.98
22	\$84,526,731.04	\$79,290,868.51	\$5,235,862.53
23	\$87,839,539.97	\$82,385,715.13	\$5,453,824.84
24	\$91,283,727.46	\$85,602,799.43	\$5,680,928.04
25	\$94,864,563.75	\$88,947,005.81	\$5,917,557.94
26	\$98,587,532.80	\$92,423,416.06	\$6,164,116.74
27	\$102,458,341.05	\$96,037,317.35	\$6,421,023.70
28	\$106,482,926.56	\$99,794,210.65	\$6,688,715.91
29	\$110,667,468.47	\$103,699,819.47	\$6,967,648.99
30	\$115,018,396.89	\$107,760,098.96	\$7,258,297.92
31	\$119,542,403.23	\$111,981,245.35	\$7,561,157.87
32	\$124,246,450.89	\$116,369,705.86	\$7,876,745.04
33	\$129,137,786.46	\$120,932,188.90	\$8,205,597.56
34	\$134,223,951.28	\$125,675,674.84	\$8,548,276.44
35	\$139,512,793.65	\$130,607,427.11	\$8,905,366.55
36	\$145,012,481.36	\$135,735,003.75	\$9,277,477.61
37	\$150,731,514.88	\$141,066,269.59	\$9,665,245.29
38	\$156,678,740.99	\$146,609,408.70	\$10,069,332.28
39	\$162,863,367.08	\$152,372,937.60	\$10,490,429.48
40	\$169,294,975.98	\$158,365,718.80	\$10,929,257.18
41	\$175,983,541.37	\$164,596,975.05	\$11,386,566.32
42	\$182,939,443.94	\$171,076,304.14	\$11,863,139.80
43	\$190,173,488.12	\$177,813,694.26	\$12,359,793.86
44	\$197,696,919.56	\$184,819,540.05	\$12,877,379.51
45	\$205,521,443.29	\$192,104,659.32	\$13,416,783.97
46	\$213,659,242.73	\$199,680,310.46	\$13,978,932.27
47	\$222,122,999.34	\$207,558,210.49	\$14,564,788.84
48	\$230,925,913.24	\$215,750,554.02	\$15,175,359.22
49	\$240,081,724.59	\$224,270,032.82	\$15,811,691.78
50	\$249,604,735.91	\$233,129,856.33	\$16,474,879.58

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación.

La evaluación económica del proyecto se realizó a nivel perfil, utilizando velocidades de operación para la situación con proyecto estimadas y costos de obra a partir de precios índice, bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se considera la situación actual optimizada en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, buen estado físico del señalamiento horizontal y una tasa de crecimiento del tránsito de 1.17% y 0.34% para cada una de las vialidades anual durante el periodo de análisis.
- En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas indicadas en la descripción del proyecto. Incluye costos por molestias a los usuarios ya que en tránsito urbano es muy difícil evitarlos.

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

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT. De acuerdo con estudios realizados por el IMT, 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,

actualizado a 2021. Con base en información obtenida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 97.1% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 2.9% con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar.

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, multiplicado por el total de días 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 50 años del horizonte del proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados y beneficios del proyecto

Tabla 64 Beneficios en Valor del Tiempo

Año	Valor tiempo		Beneficio total
	Situación sin Proyecto	Situación con proyecto	
0	-	-	-
1	\$33,752,361.85	\$28,791,853.46	\$4,960,508.39
2	\$34,410,724.75	\$29,336,753.35	\$5,073,971.40
3	\$35,082,521.98	\$29,892,463.79	\$5,190,058.18
4	\$35,768,038.59	\$30,459,208.73	\$5,308,829.86
5	\$36,467,565.92	\$31,037,216.94	\$5,430,348.98
6	\$37,181,401.67	\$31,626,722.11	\$5,554,679.56
7	\$37,909,850.06	\$32,227,962.94	\$5,681,887.13
8	\$38,653,222.00	\$32,841,183.28	\$5,812,038.72
9	\$39,411,835.20	\$33,466,632.24	\$5,945,202.96
10	\$40,186,014.37	\$34,104,564.29	\$6,081,450.08
11	\$40,976,091.33	\$34,755,239.38	\$6,220,851.95
12	\$41,782,405.20	\$35,418,923.08	\$6,363,482.13
13	\$42,605,302.56	\$36,095,886.68	\$6,509,415.88
14	\$43,445,137.62	\$36,786,407.35	\$6,658,730.27
15	\$44,302,272.35	\$37,490,768.23	\$6,811,504.13
16	\$45,177,076.74	\$38,209,258.59	\$6,967,818.15
17	\$46,069,928.90	\$38,942,173.98	\$7,127,754.92
18	\$46,981,215.27	\$39,689,816.31	\$7,291,398.96
19	\$47,911,330.83	\$40,452,494.06	\$7,458,836.78
20	\$48,860,679.27	\$41,230,522.38	\$7,630,156.89
21	\$49,829,673.17	\$42,024,223.27	\$7,805,449.90
22	\$50,818,734.24	\$42,833,925.70	\$7,984,808.54
23	\$51,828,293.50	\$43,659,965.80	\$8,168,327.70
24	\$52,858,791.50	\$44,502,686.99	\$8,356,104.51
25	\$53,910,678.53	\$45,362,440.17	\$8,548,238.36
26	\$54,984,414.84	\$46,239,583.84	\$8,744,831.00
27	\$56,080,470.86	\$47,134,484.33	\$8,945,986.52
28	\$57,199,327.45	\$48,047,515.95	\$9,151,811.50
29	\$58,341,476.12	\$48,979,061.13	\$9,362,414.98
30	\$59,507,419.26	\$49,929,510.67	\$9,577,908.58
31	\$60,697,670.41	\$50,899,263.88	\$9,798,406.53
32	\$61,912,754.51	\$51,888,728.77	\$10,024,025.73
33	\$63,153,208.13	\$52,898,322.28	\$10,254,885.84
34	\$64,419,579.76	\$53,928,470.45	\$10,491,109.32
35	\$65,712,430.09	\$54,979,608.60	\$10,732,821.48
36	\$67,032,332.24	\$56,052,181.63	\$10,980,150.61
37	\$68,379,872.09	\$57,146,644.11	\$11,233,227.98
38	\$69,755,648.55	\$58,263,460.60	\$11,492,187.95

39	\$71,160,273.85	\$59,403,105.82	\$11,757,168.03
40	\$72,594,373.84	\$60,566,064.89	\$12,028,308.95
41	\$74,058,588.34	\$61,752,833.57	\$12,305,754.77
42	\$75,553,571.37	\$62,963,918.49	\$12,589,652.88
43	\$77,079,991.58	\$64,199,837.40	\$12,880,154.18
44	\$78,638,532.50	\$65,461,119.41	\$13,177,413.09
45	\$80,229,892.91	\$66,748,305.27	\$13,481,587.64
46	\$81,854,787.18	\$68,061,947.59	\$13,792,839.59
47	\$83,513,945.64	\$69,402,611.15	\$14,111,334.49
48	\$85,208,114.92	\$70,770,873.15	\$14,437,241.77
49	\$86,938,058.34	\$72,167,323.48	\$14,770,734.86
50	\$88,704,556.27	\$73,592,565.04	\$15,111,991.23

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación.

Beneficios indirectos no monetizados en la evaluación socioeconómica:

Los efectos indirectos del ahorro de los GCV se pueden mencionar entre los más representativos:

- A. Reducción de la contaminación atmosférica En los últimos años el nivel promedio de contaminación del aire en la ZMVM se ha mantenido por arriba de los niveles satisfactorios de IMECA. Acciones como las resultantes del proyecto contribuyen a reducir la concentración de partículas contaminantes suspendidas en la atmósfera altamente nociva para la salud humana y el ecosistema. Los principales generadores de estas partículas son los vehículos de combustión interna, el consumo de gasolina y diésel producen monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxido de nitrógeno (NO) y bióxido de azufre, entre otros contaminantes responsables de afecciones que van desde irritación nasal y bronquitis crónica hasta edema pulmonar, depresión del sistema inmunológico y tumores cancerígenos. Este tipo de emisiones son causante de los efectos de Gases Efecto Invernadero –GEI-responsables del efecto del cambio climático.
- B. El proyecto también contribuirá a reducir la contaminación auditiva. Esta problemática se define como la producción de ruidos no deseados que se lanzan al aire y ponen en riesgo la salud humana, ya que afecta de manera considerable la salud mental y fisiológica de las personas. Los efectos de esta problemática van desde la disminución o pérdida de la capacidad auditiva, hasta enfermedades fisiológicas y psicológicas que afectan el equilibrio, el sistema nervioso, el sueño y, por supuesto, con repercusiones en el rendimiento laboral. Los daños que el ruido excesivo del tráfico vehicular produce al organismo, se ha comprobado que la exposición prolongada a sonidos de más de 90 decibeles provoca irritabilidad, daña las células auditivas, eleva la presión arterial, entre otros efectos. La concentración de contaminantes auditivos y atmosféricos durante periodos prolongados de exposición es un factor de riesgo para la salud humana.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

La evaluación económica es fundamental para justificar los proyectos de infraestructura vial, ya que los recursos disponibles para la inversión son limitados. Por lo tanto, la evaluación económica es una herramienta para la toma de decisiones, ya que determina si un proyecto es aceptable o no desde el punto de vista económico.

Para lograr este punto, se realiza a través del cálculo de indicadores de rentabilidad, el cual se basa en el horizonte de evaluación del proyecto, en este caso a 50 años. De esta manera, se analizan los beneficios que generarían el proyecto y sus costos asociados, Dichos indicadores son: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$36,377,086.07
Tasa interna de retorno (TIR)	14.85%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.34%

Dado que el VPN es mayor a cero, entonces los beneficios son mayores que los costos y, por tanto, el proyecto es rentable. Por otra parte, la TIR asociada al proyecto es de 14.85%, la cual es mayor que la tasa social de descuento, indicando que es rentable. La TRI es mayor a la tasa social de descuento, entonces se concluye que el año óptimo de operación del proyecto de inmediato.

d) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad. Para ello se consideraron 3 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

Inversión inicial. - Se refiere al costo de construcción del proyecto, es indudable la importancia de esta variable en un análisis costo beneficio, dado que con un incremento en ella podría dejar de ser rentable el proyecto, por lo que el análisis de sensibilidad a la inversión nos permitirá identificar hasta que costo de inversión seguiría siendo rentable.

Costos de mantenimiento. - Los costos de mantenimiento conforman el segundo grupo de costos para el análisis costo-beneficio, considerando este grupo se tendría entonces analizada la sensibilidad del proyecto a los costos que incurriría el proyecto durante el horizonte de análisis, de ahí la importancia de considerarlo.

Demanda del proyecto. - La demanda es una variable que debe de ser considerada en un análisis de sensibilidad de un proyecto. Todo proyecto de inversión económica está dirigido a la satisfacción de una demanda y su comportamiento en el período de análisis es un valor estimado que conlleva un cierto grado de incertidumbre, por lo que es necesario ver qué pasaría con la rentabilidad del proyecto si la demanda en mayor o menor a fin de decidir adecuadamente en el tamaño óptimo o la posible postergación.

El análisis de sensibilidad arrojó los siguientes resultados:

Tabla 65 Análisis de Sensibilidad

Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$67,359,844.69	29.49%	28.39%	
	-50.00%	\$62,196,051.59	24.98%	23.58%	
	-40.00%	\$57,032,258.48	21.78%	20.17%	
	-30.00%	\$51,868,465.38	19.40%	17.62%	
	-20.00%	\$46,704,672.27	17.55%	15.64%	
	-10.00%	\$41,540,879.17	16.07%	14.06%	
	0.00%	\$36,377,086.07	14.85%	12.34%	Proyecto
	+10.00%	\$31,213,292.96	13.83%	11.70%	
	+20.00%	\$26,049,499.86	12.97%	10.79%	
	+25.00%	\$23,467,603.31	12.58%	10.39%	
+30.25%	\$20,756,611.93	12.20%	10.00%		
+70.45%	\$-	9.98%	7.76%		
+71.00%	-\$285,844.97	9.95%	7.73%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 39,744,527.29	15.33%	12.60%	
	-50.00%	\$ 39,183,287.08	15.26%	12.56%	
	-40.00%	\$ 38,622,046.88	15.18%	12.51%	
	-30.00%	\$ 38,060,806.68	15.10%	12.47%	
	-20.00%	\$ 37,499,566.47	15.02%	12.43%	
	-10.00%	\$ 36,938,326.27	14.94%	12.39%	
	0.00%	\$ 36,377,086.07	14.86%	12.34%	Proyecto
	+100.00%	\$ 30,764,684.04	14.07%	11.92%	
	+200.00%	\$ 25,152,282.01	13.29%	11.49%	
	+300.00%	\$ 19,539,483.97	12.53%	11.06%	
	+549.31%	\$ 5,547,670.62	10.69%	10.00%	
	+648.16%	\$ -	10.00%	9.58%	
+649.00%	-\$ 47,403.11	9.99%	9.57%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Demanda	-38.00%	-\$ 976,623.31	9.86%	7.49%	
	-37.01%	\$ -	10.00%	7.62%	
	-18.35%	\$ 18,343,347.61	12.48%	10.00%	
	-15.00%	\$ 21,632,200.79	12.92%	10.43%	
	-10.00%	\$ 26,547,162.55	13.57%	11.07%	

Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Demanda	-5.00%	\$ 31,462,124.31	14.21%	11.70%	
	0.00%	\$ 36,377,086.07	14.86%	12.34%	Proyecto
	+10.00%	\$ 46,207,009.59	16.14%	13.62%	
	+20.00%	\$ 56,036,933.11	17.42%	14.90%	
	+30.00%	\$ 65,866,856.63	18.69%	16.17%	
	+40.00%	\$ 75,696,780.15	19.97%	17.45%	
	+50.00%	\$ 85,526,703.67	21.24%	18.73%	
	+60.00%	\$ 95,356,627.19	22.52%	20.00%	

Fuente: Elaboración propia

El proyecto es rentable si el costo de la inversión se incrementa hasta en un 70%, después de lo cual deja de ser rentable. Si la demanda disminuye más del 35%, el proyecto deja de ser rentable debido a que el rendimiento del VAN disminuye considerablemente.

e) Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados al proyecto son: el retraso en la entrega de las obras debido a fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar el costo de los materiales y su tiempo de ejecución.

Descripción	Impacto
El principal riesgo es el de la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto.	Atraso en los tiempos de entrega de la obra
Disminución en la demanda a causa de las condiciones actuales de la carretera, así mismo, retrasos en la entrega de las obras por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Falta de continuidad estratégica del proyecto
Por otro lado, retraso en los tiempos de ejecución y entrega del proyecto por cuestiones ligadas directamente al contratista.	Incrementar su costo y los tiempos de ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

La Construcción de Paso Superior Vehicular en el cruce del camino Amomolulco - Xonacatlán - Presa Álzate, municipio de Temoaya es factible desde el punto de vista económico, ya que representan significativos ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación de los sistemas de transporte motorizado privado y público, así como también el autotransporte, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

El proyecto forma parte de un proyecto integral de incremento de eficiencia operativa como parte de las obras a realizar para la óptima incorporación de los usuarios hacia su destino, con el objetivo de mejorar sustancialmente el nivel de servicio vial ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario al proporcionar una mejor y más eficiente comunicación en la zona, potencializar el desarrollo económico de la zona y al disminuir el costo de los transportes a elevar el nivel de vida de la población, eleva los índices de seguridad y mejorar los niveles de movilidad motorizada.

Los beneficios del proyecto –definidos en reducción de costos generalizados de viaje- son mayores que los costos sociales –definidos por el costo de inversión, molestias durante el periodo de construcción y mantenimiento-, por lo cual la sociedad en su conjunto tendría un beneficio mayor mediante la implementación del proyecto. Adicionalmente, las problemáticas descritas en la situación actual pueden encontrar una solución mediante la implantación de la infraestructura vial que considera el proyecto, este escenario no resulta alcanzable mediante la implementación única de las propuestas optimizadas.

Con la realización del PSV la operación de la vialidad se verá beneficiada también en los siguientes aspectos:

- Hacer más fluido el tránsito vehicular.
- Reducción de tiempos en el cruce del entronque.
- Reducción de los costos totales de operación de los vehículos que transitan la zona.
- Reducción de la pérdida de horas hombre.
- Reducción de la contaminación ambiental, al recorrer el tramo con la velocidad de diseño.
- Mejorar los niveles de servicio.

El proyecto registra una serie de indicadores positivos como una Tasa Interna de Retorno Social equivalente al 14.85%, un Tasa de Retorno Inmediato de 12.34%, lo cual registra un indicador Superior a la tasa mínima aceptable para proyectos sociales del 10%. El Valor Presente Neto Social del proyecto asciende a 36 millones. La tasa de retorno inmediato indica que el proyecto es compatible con el momento óptimo para iniciar la inversión.

Al igual que cualquier proyecto de infraestructura, el proyecto corre el riesgo de obra inconclusa o bien de deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros, bajo este escenario, los ahorros proyectados no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con las rehabilitaciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones de las instalaciones con significativa antigüedad y bajo un contexto densamente poblado. El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un detrimento en la eficiencia operativa.

Los riesgos antes mencionados estuvieron latentes en otras obras viales implantadas a cargo de la Junta de Caminos del Gobierno del Estado de México y en su caso fueron mitigados cada uno de ellos. En este sentido, la experiencia operativa, técnica y presupuestal experimentada en otras obras de infraestructura por parte del propio Gobierno del Estado de México sin duda puede capitalizarse para mitigar riesgos potenciales del proyecto que se pretende implantar en esta vialidad.

Finalmente, un riesgo mayor del proyecto consiste en una caída en la demanda esperada –TDPA-, ya que en dicho escenario de la rentabilidad social podrían afectarse negativamente; sin embargo, los estudios de demanda, la vinculación de las vialidades rutas con los patrones de origen-destino es una variable que brinda una mayor certidumbre sobre la factibilidad de la demanda.

Analizando los resultados con respecto a los indicadores económicos obtenidos para la evaluación socioeconómica base de la obra en proyecto, indican que el proyecto es viable desde el punto de vista económico, ya que en base a los beneficios cuantificables se presentó:

- Una relación Beneficio/Costo (B/C) igual o superior a la unidad (**B/C** > 1, ya que representa la utilidad que se obtendrá por cada peso invertido.
- La diferencia Beneficio menos Costo; o Valor Presente Neto es una unidad positiva (**VPN** > 0), que equivale a las ganancias que se obtendrán con el proyecto.
- La Tasa Interna de Retorno es superior al costo de oportunidad de capital, (**TIR**>10%), esta tasa muestra el rendimiento de la inversión.
- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (final del primer año de operación de la situación “con Proyecto”) muestra un valor igual o superior a la tasa de actualización o de descuento (**TRI** >= 10%)

Además

- La obra brindará beneficios a toda la comunidad del municipio de Temoaya, así como a la zona metropolitana del Valle de Toluca.
- El PSV garantiza un traslado ágil y oportuno, así como un eficaz transporte de mercancías en la zona.
- Al concretarse la construcción del proyecto se resuelve el problema de largos tiempos de traslado que se presentan actualmente en la zona.
- El momento socialmente óptimo para la inversión es de inmediato, a fin reducir los COV.

VII. Bibliografía

LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Notas núm. 189 enero-febrero 2021, Artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020 IMT Publicación técnica no 590.

Libro de datos viales SCT 2013-2020 <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales>.

Manual para la Evaluación de Proyectos de Carreteras Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

Responsables de la Información

Ramo: Movilidad y Comunicaciones

Entidad: Estado de México

Área Responsable: Junta de Caminos del Estado de México.

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Ing. Lucio Barrera Calva	Director de Infraestructura Carretera		09/09/2021

Versión	Fecha
2.0	09/09/2021

*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.