



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



## **VI. LA RENTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO**

### **PROYECTO “AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO”**

**Versión Pública**



## CONTENIDO

<b>1 RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
Problemática, objetivo y descripción del Programa o Proyecto de Inversión (PPI).....	3
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI .....	6
Indicadores de Rentabilidad del PPI .....	8
<b>2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>3 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>12</b>

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

<b>Problemática, objetivo y descripción del Programa o Proyecto de Inversión (PPI)</b>	
Objetivo del PPI	<p>El objetivo que se persigue con la construcción de la “AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO”, es agilizar los viajes, generando ahorros socioeconómicos por combustible, desgaste vehicular, tiempo de las personas y tiempo de la carga transportada en dicha ruta, así como posibles riegos de accidentes a la población en general.</p> <p>Lo anterior contribuirá a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar el corredor Eje Troncal México-Nuevo Laredo, para el tránsito de personas y mercancías entre México y EUA (TMEC), provenientes del corredor Centro Bajío.</li> <li>• Aumentar la velocidad que en algunos tramos de la ruta actual llega a ser hasta de 70 km/hr.</li> <li>• Mejorar las condiciones de seguridad vial para usuarios que transportan mercancías.</li> <li>• Solucionar la logística de transporte de personas y mercancías, entre las ciudades de Querétaro y San Luis Potosí.</li> </ul> <p>Este objetivo se alinea al PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PND 2019 – 2024, donde se menciona lo siguiente:</p> <p>DESARROLLO ECONÓMICO / Eje General: Desarrollo Económico</p> <p>Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.</p> <p>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.</p>
Problemática Identificada	<p>Del total de la Red Nacional de Carreteras destacan 15 corredores carreteros que establecen una conexión eficiente entre los principales centros poblacionales, así como puertos, aeropuertos y fronteras, integrando así a todo el territorio nacional.</p>



**Figura 1.1 Corredores carreteros.**

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Uno de los corredores carreteros más importantes a nivel nacional es el corredor México – Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras, el cual tiene una longitud total de 1,544.4 kilómetros, y permite articular la conectividad desde el centro del país hasta los puertos fronterizos de Nuevo Laredo, Tamaulipas y Piedras Negras, Coahuila, pasando por los principales centros poblacionales e industriales del país como son Querétaro, San Luis Potosí, Saltillo y Monterrey.

Dentro del corredor carretero México – Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras, se aloja la carretera federal MEX-57 Querétaro – San Luis Potosí de 201.66 kilómetros de longitud, la cual enlaza las capitales de los estados de Querétaro de Arteaga y de San Luis Potosí.

Este tramo carretero se clasifica como una vía tipo ET4, actualmente circula un alto volumen vehicular, del cual la mitad corresponde a vehículos pesados.

En los últimos años, se han realizado importantes esfuerzos para la construcción y modernización de carreteras y libramientos de altas especificaciones para agilizar el flujo de mercancías y personas a lo largo de este importante corredor que es el de la carretera 57, que es el principal corredor del país en la ruta México-Laredo.



	<p>La carretera 57 integra los principales centros manufactureros del país, así como diversas zonas productoras de bienes primarios, como los son la Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La carretera 57 integra al centro del país con las ciudades fronterizas de Piedras Negras, Ciudad Acuña, Nuevo Laredo, Ciudad Mier, Reynosa y Matamoros) facilitando el intercambio comercial.</p> <p>En 2022 el TPDA (tránsito promedio diario anual) que circula por el tramo más congestionado entre Querétaro y San Luis Potosí fue de aproximadamente 52,219 vehículos, que ven disminuida su velocidad en el sentido hacia SLP se desarrollan velocidades menores a los 70 km/h en horario punta debido principalmente al intenso tránsito pesado que se originan en los diversos parques industriales, accidentes y/o labores de conservación que se presentan de forma constante. En cambio, en el sentido hacia Querétaro se tienen velocidades superiores mayores debido a que no se encuentran tantos parques industriales en este sentido y el tránsito fluye de mejor forma. De cualquier forma, para la capacidad de la vía, el nivel de servicio en ambos sentidos es bajo, por lo cual se identificó una mejora potencial en la creación de un nuevo trazo que pudiera mejorar los tiempos de recorrido de los usuarios.</p>
Breve descripción del ppi	El proyecto consiste en la construcción de un tramo de carretera con sección tipo A4 dentro de los municipios de Santa María del Río en el estado de San Luis Potosí, San Diego de la Unión, San Luis de la Paz y San Miguel de Allende en el estado de Guanajuato y en el Municipio de Querétaro, estado de Querétaro, con las siguientes características:

**Cuadro 1.2 Características generales del proyecto**

Concepto	Unidades
Tipo de Carretera:	A4
Tipo de Terreno	Lomerío suave
Ancho de Corona:	23.00 m
	Un cuerpo con dos carriles por sentido de circulación, 3.00 metros cada uno, con acotamiento exterior de 3.00 metros, acotamiento interior de 1.00 metro, separados central.
Tipo de pavimento:	Asfáltico
Velocidad de proyecto	110 km/hr.
Longitud:	98.5 km
Pendiente	4 %.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 1.2 Sección del proyecto**

**Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI**

Objetivo del estudio

El objetivo del estudio es determinar la conveniencia socioeconómica de ejecutar la "AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO", bajo la metodología de análisis de costo-beneficio social.

Horizonte de Evaluación

3 años calendario de inversión y 27 de operación.

**Las cifras a lo largo del estudio se presentan en pesos constantes**

<p>Descripción de los principales costos del PPI</p>	<p>Los costos identificados corresponden a los de inversión, molestias operación, administración y mantenimiento.</p> <p><b>Costos de inversión.</b></p> <p>La inversión total estimada es de millones, más el impuesto al valor agregado (IVA),</p> <p>Nota: Para la evaluación social <b>NO se incluyen</b> costos financieros, créditos, seguros crediticios ni costos bancarios, porque éstos no son costos sociales sino privados y se evalúa el proyecto independientemente de su financiamiento.</p> <p>Nota 2: Según la LIVA (Ley del impuesto al valor agregado), artículo 9, el derecho de vía por ser enajenación de suelo <b>está exento</b> de este impuesto.</p> <p><b>Costos por molestias.</b></p> <p>Al ser un trazo nuevo, las obras se ejecutarán en un sitio donde actualmente no hay circulación ni interfiere con otras vialidades, por lo que durante la mayor parte del periodo de construcción no se generarían molestias. Éstas se contemplaron solo para el período de los 3 últimos meses del final del periodo de construcción donde se realiza la conexión de los entronques, castigando durante este tiempo la velocidad en un 50% de la que se tendría normalmente para el aforo que circula en los puntos de conexión del proyecto con la red existente, que en este caso sería en el tramo 1 y en el tramo 5 sin proyecto.</p> <p><b>Costos de administración, operación y mantenimiento.</b></p> <p>Al ser una vía de cuota, se consideran los costos de administración, operación y mantenimiento.</p> <p>Los costos de administración, operación y mantenimiento para el tramo en estudio ascienden a en valor presente.</p>
<p>Monto total de inversión</p>	<p>Los costos de inversión directa e indirecta para la ejecución del proyecto ascienden con IVA incluido.</p>
<p>Descripción de los principales beneficios del PPI</p>	<p>Con la construcción de la Autopista La Pitahaya - Libramiento Noreste de Querétaro, se disminuirán los costos generalizados de viaje (costos de operación vehicular + costos por tiempos de recorrido) de los usuarios, teniendo un impacto positivo para los usuarios que recorren desde la zona Norte y hacia la zona centro del país y viceversa.</p>



En conjunto con otros beneficios que generará el proyecto a los distintos usuarios, se encuentra una mayor seguridad vial, al separar los viajes de largo itinerario del tránsito local, incremento de seguridad en la operación vehicular, disminución de emisión de gases contaminantes y la construcción de una alternativa vial con mejor nivel de servicio.

Riesgos asociados al PPI	<b>Cuadro 1.3 Principales riesgos (Definición)</b>			
	No	Etapa	Riesgo	Descripción
	25	Etapa de licitación	Riesgo de bancabilidad	No obtención del financiamiento apropiado (deuda) porque el proyecto no puede levantar los fondos suficientes en los mercados financieros.
	24	Etapa de explotación	Riesgos de exigencia de nuevas inversiones	El mandante puede juzgar necesario la realización de inversiones adicionales, ya sea en el proyecto que administra el privado o en infraestructura, alternativa que impacta los beneficios del proyecto.
	3	Etapa de Construcción	Riesgo de diseño	El diseño de ingeniería y/o arquitectura establecida para el proyecto puede ser insuficiente o excesivo, lo que puede generar la realización de nuevas obras y/o complementarias respecto al diseño original.
	9	Etapa de Explotación	Riesgo de discontinuidad del servicio	Interrupción parcial o permanente de los servicios que lleva a una pérdida de ingresos.
	23	Etapa construcción / operación	Riesgo de incremento en el precio de los insumos	El precio de insumos necesarios para la construcción de las obras o de la operación del proyecto aumenta debido a las contingencias macroeconómicas.
	6	Etapa de Construcción	Riesgo de atrasos en el desarrollo de la construcción de las obras	Aumentos de los costos debido a atrasos en la ejecución de las actividades programadas para la etapa de construcción.
	4	Etapa de Construcción	Riesgo de sobrecostos en la construcción	Aumento de costos de distintos ítems en la etapa de construcción debido a incrementos en las cubificaciones, precios de materiales, mano de obra y especificaciones de diseño.
Fuente: taller de riesgos.				
Fuente: elaboración propia.				

**Indicadores de Rentabilidad del PPI**

Valor Presente Neto (VPN)	El Valor Presente Neto obtenido es de: <b>\$ 8,998,034,270</b> ; por lo que se considera un proyecto viable
Tasa Interna de Retorno (TIR)	La Tasa Interna de Retorno obtenida del flujo de costos y beneficios del proyecto es: <b>15.3 %</b> , siendo mayor a la tasa



	social de descuento (10%), por lo que, se considera un proyecto rentable
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	La Tasa de rentabilidad Inmediata correspondiente al primer año de operación del proyecto es: <b>10.3 %</b> , siendo mayor a la tasa social de descuento (10%), por lo que, se considera el momento adecuado para ejecutar el proyecto.

## 2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto de construcción de la “AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO”, es **socialmente rentable** debido a que del VPN es mayor a cero y la TIR supera el 10% de la tasa de descuento social, por lo tanto ambos son favorables, también es el momento óptimo para su construcción, dado que la TRI es superior al 10%, sin embargo este último indicador está en el límite y cualquier variación a la baja en alguno de los beneficios o viceversa, cualquier incremento marginal en los costos por la variación de algún dato o supuesto provocaría que ya no se lograra la rentabilidad.

De igual forma puede afectar a la rentabilidad y al momento óptimo el estimado de crecimiento a futuro de la economía, que va interrelacionada con el transporte vía terrestre de mercancías.

Se recomienda buscar la forma de reducir los costos de la inversión inicial en la medida de que las buenas prácticas de la ingeniería lo permitan, para ampliar el margen de rentabilidad del proyecto.

El proyecto permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

Con este proyecto se tendrán los siguientes beneficios:

- Reducirá los costos de operación vehicular.
- Reducirá los tiempos de recorrido.
- Mejorará los niveles de servicio para los usuarios.
- Ofrecerá mayor confort y seguridad para los usuarios.
- Reducirá los costos de transporte de bienes y personas.
- Empleos generados.

Respecto a los aspectos **técnicos** de las alternativas de trazo y sección transversal propuestas, han sido generadas considerando la normatividad vigente para el diseño geométrico de carreteras, así como aspectos topográficos, geotécnicos, geológicos, e hidrológicos del área de estudio, eligiendo la de menor costo anual equivalente y que además ofrece una menor longitud, con sus consiguientes ventajas por reducción de tiempo de traslado de los usuarios. En este sentido la alternativa 1 de trazo, representa una mejor opción tomando en cuenta el costo de su

implementación, eligiendo el diseño tipo A4, que resultó mejor que el diseño A4S, debido a que requiere de menor superficie a lo ancho del Derecho de Vía, que junto con el nivel de rasante implica un menor número de estructuras elevadas.

En cuestión **ambiental** podemos decir que el proyecto tiene un impacto en el ANP Parque Intraurbano Sierra del Raspiño, por lo que se sugiere elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental para que se identifiquen los posibles efectos y medidas de mitigación del actual proyecto. El proyecto presenta las siguientes condiciones en cuestión de vegetación, del total de recorrido que actualmente tiene vegetación, aproximadamente 67% es de tipo matorral mientras que un 32% cuenta con una vegetación tipo pastizal. Por lo que se recomienda realizar un programa de reforestación con el tipo de vegetación afectada, de tal forma que se mitigue el impacto del proyecto hacia la biodiversidad de la zona afectada.

Respecto a los temas **legales**, se tiene el conocimiento de los terrenos y tipo de propiedad de éstos, lo que permite concluir que se cuenta con un levantamiento amplio de los terrenos que se deberán adquirir, y la información suficiente para iniciar las negociaciones, entendiendo quienes son las contrapartes, tipo de propiedad, y polígono de superficie requerida. Lo anterior es consecuencia de un trabajo de gabinete amplio y detallado de los terrenos que se deben adquirir. Se cuenta con un mapa de riesgos sociales que permite anticipar los problemas a los que se enfrentará a la hora de iniciar las compras, en consecuencia, se cumple con lo establecido los artículos 14, fracción VI de la Ley de Asociaciones Público Privadas y 26 de su respectivo Reglamento, en virtud de que la "AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO", es un proyecto de inversión rentable a nivel social.

Se cuenta con información razonable y suficiente para lograr negociaciones y cierre de compras a precios satisfactorios para los ejidos, comunidades y propietarios privados de los terrenos. El importe deberá incluir los costos accesorios de los terrenos como los son los bienes distintivos a la tierra, las posibles obras civiles y equipamiento agrícola que puedan tener los dueños de los terrenos, y eventualmente el pago de obras sociales menores tales como obras de conducción de agua, reparación de pozos, entre otros.

El precio por metro cuadrado resultante debe considerarse como razonable para la compra de terrenos en zonas similares que son afectados por el caso de carreteras nacionales. Dichos precios deberán estar en un rango atractivo para los propietarios de terrenos.

En cuanto al estudio de **mercado-demanda** se siguieron los lineamientos del Manual de Modelación de Carreteras de la SICT y apegándose a las mejores prácticas internacionales, se construyó un modelo de transporte que replica extensivamente las características de la demanda actual, permitiendo estudiar sólidamente alternativas de peaje para este proyecto carretero.

Siendo el objetivo del estudio maximizar los ingresos totales generados por la carretera en análisis, se buscó y se seleccionó aquella opción que definiera la tarifa óptima, para cada diferente tipo de vehículo (AU, CU, CA1 y CA2), que en agregación de su demanda lograra ese propósito.

El modelo de transporte se estructuró mediante la articulación de diversas etapas y modelos.

El primero de ellos fue el modelo de oferta, el cual buscó replicar de manera rigurosa la red carretera relevante al proyecto, por lo que, utilizando el software Bentley Cube Voyager™, se trazaron un total 22,357 km de red arcos y 1,350 nodos, de los cuales 454 son los centroides que

representan los puntos generadores y atractores de los viajes, permitiendo un grado de análisis con alto nivel de detalle.

Por otra parte, el modelo de demanda utilizó la información validada y depurada que fue obtenida de la aplicación de las encuestas O-D. Posteriormente se aplicaron los factores horarios, diarios, semanales y mensuales obtenidos tanto de los aforos manuales como de los automáticos, de acuerdo con la metodología descrita en la guía de la FHWA<sup>1</sup>, realizándose con ello la expansión de la muestra y simulándose los flujos vehiculares dentro del modelo de oferta.

Las líneas de deseo de viajes y los principales pares O-D se obtuvieron de la estimación base para la situación actual del TPDA, representada por la matriz de viajes.

La calibración del modelo de transporte buscó que los flujos simulados sobre la red vial modelada reprodujeran lo más exactamente posible las condiciones prevalentes, por lo que se requirió de un proceso de ajuste de los parámetros de la red, así como de las funciones de costo generalizado. Estas últimas se estimaron con base a los valores subjetivos del tiempo (VST) calculados para cada tipo de vehículo mediante los resultados de las encuestas PD.

Utilizando el programa Bentley CUBE Voyager™ se implementó el proceso iterativo de asignación de equilibrio de la demanda en búsqueda de la mejor ruta para cada viaje. En este caso particular se utilizó una variante del modelo de Equilibrio de Usuario Estocástico (SUE por sus siglas en inglés). Los volúmenes resultantes de los ejercicios de asignación se compararon con los observados mediante los aforos realizados para este estudio, validando una aproximación razonable de los flujos vehiculares.

De esta manera se sustenta la proyección de demanda realizada de forma metodológicamente sólida que otorga una alta certeza de las proyecciones y estimaciones realizadas para el proyecto y el cálculo de los beneficios sociales de este estudio.

Por lo anterior, se recomienda la construcción del tramo en estudio, con los alcances planteados en este informe.

De conformidad con los artículos 14, fracción VI de la Ley de Asociaciones Público Privadas y 26 de su Reglamento, la evaluación socio-económica de la "AUTOPISTA LA PITAHAYA - LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERÉTARO", permite concluir que este es un proyecto de inversión rentable a nivel social.

El Análisis de Rentabilidad Social del Proyecto, se realizó con fundamento en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión, emitidos por la Secretaría de Hacienda.

---

<sup>1</sup> Traffic Monitoring Guide, F.H.A. Office of Highway Policy Information, Editor. 2016, US

### 3 BIBLIOGRAFÍA

**Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Diciembre 2013**, Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión.

**Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2022**, Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano.

**Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2023**, NOTAS núm. 201, ENERO-FEBRERO 2023, artículo 1, Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023.

**Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2019**, Escenarios de Flujos de Carga en México con Base en el Modelo Nacional de Transporte.

**Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 2018**, Estimación de niveles de servicio y velocidades de operación en segmentos de carreteras de dos carriles y múltiples carriles aplicación Highway Capacity Manual.

**Universidad Autónoma del Estado de México, 2015**, Plan maestro del corredor logístico industrial automotriz del Bajío.

**Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2023**, Datos viales para los Estados de Querétaro y San Luis Potosí (2023).

<https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2023/>