



**PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS MEDIANTE EL  
ESQUEMA ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA  
APP TEXCOCO – ZACATEPEC  
PARA EL PERIODO 2017-2027**

**I. Descripción del Proyecto y Viabilidad Técnica del mismo**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para efectos del cumplimiento al artículo 14 de la Ley de Asociaciones Público Privadas y los artículos 26, 27, 28 y 30 del Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas, así como a los Criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada y los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público Privada, se describe en el presente documento el cumplimiento expreso de los análisis que determinan la viabilidad del Proyecto, en lo sucesivo y para todos los efectos de este documento se le identificará, indistintamente como ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICA – PRIVADA (APP) PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN RUTINARIA Y PERIÓDICA, ASÍ COMO LOS DE REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL TRAMO CARRETERO “TEXCOCO – ZACATEPEC”, EN LOS ESTADOS DE MÉXICO, TLAXCALA Y PUEBLA o bien “APP TEXCOCO – ZACATEPEC”.

La presente descripción del proyecto explica las características y viabilidad técnica para la realización del APP Texcoco – Zacatepec, así como la metodología y criterios técnicos que dan origen a este proyecto APP.

## **2. ANTECEDENTES**

En los años noventa el proceso de reestructuración financiera del programa de autopistas llevó al gobierno federal a instrumentar diferentes tipos de estrategias durante casi diez años, al final el esfuerzo no ha sido en vano. Actualmente, se tiene una infraestructura carretera operando en condiciones físicas adecuadas, y viable en términos económicos en el mediano plazo, que será capaz de sustentar por medio de sus propios ingresos el mantenimiento de la red, así como apoyar la construcción de las nuevas carreteras de altas especificaciones.

En otros aspectos, el interés principal del personal técnico de la SCT fue mantener los niveles de servicio de la red federal de carreteras en las mejores condiciones posibles, dadas las restricciones presupuestales del sector público para realizar modernizaciones importantes, sólo disponibles para ejecutar obras de conservación y mantenimiento o mejoras de poco presupuesto. En ausencia de recursos públicos para construir obras nuevas, la SCT se concentró en la elaboración de programas de mediano y largo plazo para completar y modernizar la red nacional de carreteras, el resultado de estas actividades quedó inscrito en la formulación del actual programa carretero mexicano, cuyas partes más importantes son: modernización estratégica de la red, libramientos y accesos a ciudades, conservación de la red federal, carreteras interestatales y caminos rurales, así como la configuración de los corredores carreteros que atraviesan el país en forma longitudinal (que comunican las fronteras norte y sur del país) y transversal (que comunican los litorales del Océano Pacífico con los del Golfo de México); en los que se mueve la mayor parte del transporte por carretera de carga y pasajeros del país y en los que se localizan la mayoría de las autopistas de altas especificaciones.

Sin embargo, partes sustanciales de los corredores carreteros están incompletos o son carreteras de bajas especificaciones. Para solucionar los problemas de conectividad y de calidad de las carreteras en estos corredores la SCT busca atraer inversión privada en la construcción de carreteras de altas especificaciones y en la modernización de las carreteras existentes a través de mecanismos de participación público-privada mediante la ejecución de los proyectos considerados en los subprogramas: modernización estratégica de la red y libramientos y accesos a ciudades.

En este contexto, las autoridades mexicanas diseñaron nuevos esquemas de participación entre los sectores público y privado para la provisión de infraestructura carretera de altas especificaciones a partir de la experiencia adquirida en la construcción y administración de autopistas como obra pública, en el programa correspondiente a 1989-1994 y tomando en cuenta las tendencias internacionales en la materia. De esta manera, la SCT otorgó en el 2003 los primeros proyectos de autopistas de peaje utilizando el esquema denominado nuevo modelo de concesión. Dos años después, la SCT asignó el primer Proyecto de Prestación de Servicios (PPS), modelo de asociación público-privada para convertir carreteras existentes en autopistas de libre circulación. Por último, en el 2007 la SCT entregó en concesión a cambio de una contraprestación el primer paquete de autopistas rescatadas mediante un esquema de re-concesión (modelo de aprovechamiento de activos).

A diferencia de lo ocurrido en el programa de autopistas 1989-1994, ahora la SCT tiene establecido un proceso de planeación, evaluación, diseño, programación, presupuestación y ejecución para el desarrollo de nuevos proyectos carreteros, que sean ejecutados con recursos fiscales o con apoyo de inversiones privadas. Además, los proyectos de APP para infraestructura carretera requieren la elaboración de un análisis de rentabilidad y el registro en la cartera de proyectos de inversión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Por otra parte, para la conservación de carreteras la SCT efectúa la contratación tradicional, que se realiza conforme al presupuesto asignado a ésta. Las actividades de conservación se programan con base en el presupuesto asignado, mismo que ha llevado a que la red federal de carreteras libre de peaje no se encuentra en condiciones ideales, por lo tanto, requiere una serie de trabajos a fin de mejorar su estado físico para ofrecer un mejor nivel de servicio y disminuir los costos de operación a los usuarios.

En la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una batería de indicadores que optimicen el nivel de servicio de las carreteras a su cargo. El presupuesto para cada contrato se define con base en las actividades necesarias para alcanzar y mantener estos indicadores.

La Secretaría ha evolucionado en su sistema de contratación de la conservación de carreteras, primero con contratos por actividades tradicionales, posteriormente con contratos integrales plurianuales (varias actividades en un solo contrato - PROPIMI y PROMAI) y finalmente con los Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC) a 7 años, en que durante los tres primeros se levanta la condición de la carretera a estándares pagándose por precio unitario de obra terminada (PUOT) y a partir de que se logran éstos, por precio unitario mensual (PUM) por cumplimiento de estándares.

Como resultado del propio proceso evolutivo y de aprendizaje de la DGCC, así como del análisis de otros modelos de contratación alrededor del mundo, la SCT optó por migrar hacia un esquema de contratación basado en resultados. Estos esquemas por sí mismos requieren de plazos largos, a fin de que el Contratista pueda, a partir de diversas actividades de reconstrucción y rehabilitación, llevar las carreteras a cumplir con estándares de desempeño y a partir de allí mantener dichos estándares. Si el estado físico de las carreteras fuera bueno (es decir se requiriera poca reconstrucción y se invirtiera continuamente en mantenimiento), los plazos podrían ser menores, sin embargo, en el caso de nuestro país, parte de los tramos federales no cumplen con todos los estándares que se han definido por lo que el contrato necesariamente debe ser plurianual.

Buscando nuevos esquemas de atención a las necesidades de mantenimiento de la red federal carretera, mediante un contrato plurianual de conservación de carreteras se pretende mejorar la atención a los tramos carreteros, buscando eficiencias por economías de escala y aprovechamiento del personal, lo cual redundará en un mejor estado de la red.

La SCT denominó a este esquema de contratación, Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC), que evoluciona al Programa Asociación Público Privada de Conservación Plurianual de la Red de Carreteras (APP) con objeto de asegurar, en tiempo y forma, los requerimientos presupuestales.

Los trabajos que se desarrollarán con la contratación de este proyecto son los siguientes:

- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de pavimentos.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de taludes en cortes y terraplenes.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de puentes y estructuras.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de obras de drenaje.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de señalamiento y dispositivos de seguridad.
- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de la vialidad

Por medio de este proyecto, se busca adquirir experiencia con una nueva forma de contratar la conservación carretera, con la finalidad de reducir los costos que actualmente se contratan en forma tradicional y asegurar su financiamiento.

### Principales corredores de transporte

Los corredores de transporte vienen definidos por el mayor movimiento de carga y pasajeros a través de la red de carretera y ferroviaria del país; siendo los ejes troncales que conectan los principales puertos del país y los cruces fronterizos, además de proveer accesibilidad a las principales ciudades capitales de las 32 entidades que conforman la República Mexicana.

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 define 15 corredores carreteros, que en distintos puntos del país conectan el Océano Atlántico con el Pacífico (Corredores Transversales) y a las fronteras del norte con el sur (Corredores Longitudinales). Entre estos corredores se desplaza el tránsito más importante de viajeros, comercio y comunicaciones.





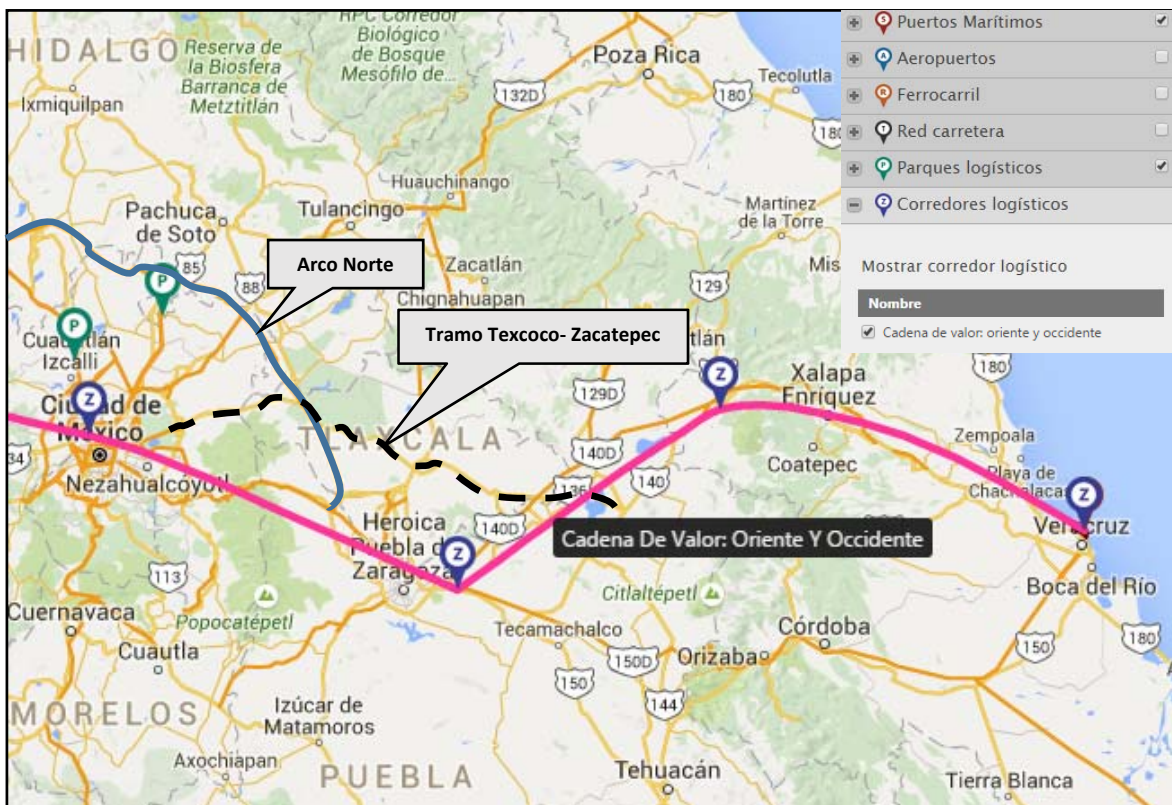
La red de carreteras de México consta de tres ejes norte-sur; uno a lo largo de la costa del Pacífico, compuesto por las carreteras México - Nogales, Transpeninsular y México - Chetumal; otro en el centro, que incluye las vías Querétaro - Ciudad Juárez; y el tercero en la región noreste compuesto por las carreteras México - Nuevo Laredo y Veracruz - Monterrey. Un eje enlaza Ciudad de México con Yucatán. Los ejes transversales conectan entre sí estos ejes básicos.

De acuerdo con el Programa Nacional Estratégico de Infraestructura Carretera 2030 de la SCT, como parte conformante del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018, está previsto un decimoquinto corredor, el Corredor del Pacífico, que conectará a Salina Cruz con Tepic por la costa del Pacífico, atravesando Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit.

El tramo Texcoco – Zacatepec constituye una ruta libre de peaje alterna al tramo México-Veracruz, que forma parte del corredor carretero del Altiplano y que comunica al centro del país con el Golfo. Este corredor mueve junto con los corredores México – Nogales y México – Nuevo Laredo, aproximadamente el 45% de la carga carretera.

Gran parte del traslado de productos y materias primas se realiza a través de esta vía, que constituye un gran eje logístico que conecta el puerto de Veracruz con los distintos polos de desarrollo del país.

### Corredor Logístico entre Ciudad de México y Veracruz



*Fuente: <http://www.ciltec.com.mx/es/infraestructura-logistica/mapa-de-activos-logisticos>*

La publicación de la IMT y la SCT: “Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México. 2014. Publicación Técnica N.º. 400”; donde se definen los principales corredores de carga, adiciona el tramo México-Veracruz, basándose en los corredores de transporte de carga que identificó la Comisión para la Cooperación Ambiental derivados del Tratado de Libre Comercio de América del Norte por su importancia en el movimiento de carga con el puerto marítimo de Veracruz (Golfo de México).

El Puerto de Veracruz es uno de los cuatro puertos con cobertura e influencia nacional (junto con Altamira, Lázaro Cárdenas y Manzanillo), juntos manejaron, en promedio, el 57% del total de la carga comercial del país (datos 2011, sin incluir petróleo y derivados). Es un puerto netamente comercial que maneja el 23% del total de importaciones y exportaciones de los puertos del Golfo y el 8.3% del total de los puertos de México. La zona de influencia del puerto de Veracruz está conformada por los estados de Veracruz, Puebla, Estado de México y la Ciudad de México, los cuales representan el origen y destino del 83% de la carga total que maneja el puerto; mayormente importaciones.

El Arco Norte de la ciudad de México permite la conexión con el altiplano central y regiones productivas como el bajío.

El trayecto Veracruz – Ciudad de México figura, según el estudio del IMT “Matrices origen-destino (O-D) multiproducto para el autotransporte nacional de carga. P.T. No. 409”, como uno de los principales pares Origen-Destino nacionales a nivel de municipios según el número de viajes cuantificados entre cada par. Estos datos coinciden en gran medida con los que publica anualmente el INEGI sobre los principales pares Origen-Destino de las unidades económicas de transportes según los ingresos, publicados en la Encuesta Anual de Transportes 2013, donde destacan como principales corredores en valor del transporte de carga las carreteras de acceso a Ciudad de México.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y VIABILIDAD TÉCNICA DEL MISMO**

#### **3.1. Objetivos**

- Preservar el patrimonio vial de la red federal libre de peaje, reduciendo el costo de operación de sus usuarios.
- Proporcionar un mejor servicio al usuario, tanto en lo que se refiere a su comodidad como seguridad.
- Contar con un instrumento en materia de conservación que permita reducir costos de contratación y facilitar la gestión vial agrupando las diversas actividades en un solo contrato.

#### **3.2. Alcances**

Los esquemas de asociación público-privada tienen por finalidad satisfacer las necesidades de la colectividad, con la participación conjunta del sector privado y el sector público, mediante la prestación de servicios de largo plazo en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado, con el objeto de aumentar el bienestar social y los niveles de inversión en el país. Los proyectos que pueden contratarse mediante esquemas de asociaciones público privadas comprenden proyectos de infraestructura que pueden incluir escuelas, universidades, centros de salud, hospitales, carreteras, plantas de tratamiento de aguas, centros penitenciarios, entre otros.

Por otra parte, para la conservación de carreteras la SCT ha efectuado hasta el momento la contratación tradicional, que se realiza conforme al presupuesto asignado a ésta. Las actividades de conservación se programan con base en el presupuesto asignado, mismo que ha llevado a que la red federal de carreteras libre de peaje no se encuentre en condiciones ideales, por lo tanto, requiere una serie de trabajos a fin de mejorar su estado físico para ofrecer un mejor nivel de servicio y disminuir los costos de operación a los usuarios.

En la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una serie de indicadores que optimicen el nivel de servicio de las carreteras a su cargo. El presupuesto para cada contrato se define con base en las actividades necesarias para alcanzar y mantener dichos indicadores.

El esquema de conservación plurianual (APP), considerando el cumplimiento estricto de los estándares de desempeño, asume que durante los primeros 2.5 años se ejecutarán cuantas obras sean necesarias para el tramo Carretero que cumplan con los estándares de desempeño a más tardar al final de los 30 primeros meses del contrato, determinándose las actividades de conservación periódica y reconstrucción a realizar tanto en los primeros 2.5 años del APP como en el resto del contrato.

El programa de contratación APP abarca todos los componentes que constituyen la infraestructura vial, a saber:



- Pavimento (corona),
- Terracerías,
- Drenaje,
- Señalamiento,
- Dispositivos de Seguridad (barreras),
- Pasos, Puentes y Estructuras, y
- Derecho de Vía, y
- Servicios de Vialidad

Para mantener todos estos elementos en las condiciones establecidas por los estándares predefinidos, a continuación, se describen los trabajos que estarán incluidos en el APP:

- Conservación Rutinaria de Tramos: trabajos efectuados de manera cotidiana para preservar la funcionalidad de las carreteras, actuando sobre: (i) las obras de drenaje y subdrenaje; (ii) pavimentos y (iii) señalamiento y dispositivos de seguridad; incluyendo en todos los casos corona, terracerías y derecho de vía.
- Conservación Rutinaria de Puentes y Pasos: tareas efectuadas por lo menos dos veces al año para preservar la funcionalidad de las estructuras, incluyendo pintura de elementos metálicos o de concreto no estructurales como parapetos y defensas.
- Conservación Periódica de Obras de Drenaje, Complementarias y Subdrenaje: acciones efectuadas con frecuencia de 2 a 5 años, para mantener el estado físico adecuado de las obras de drenaje, complementarias y de subdrenaje, incluyendo la limpieza y reparación de cajas desarenadoras, cajas disipadoras de energía y pozos de visita.
- Conservación Periódica de Puentes y Pasos: trabajos necesarios, para mantener el estado físico de los puentes y pasos a desnivel, se incluye la reposición de apoyos y juntas.
- Conservación Periódica de Terracería: trabajos efectuados para mantener el estado físico adecuado de las terracerías: relleno de deslaves, recargue de taludes, retiro de derrumbes, estabilización de taludes, limpieza y reparación de muros de protección, protección de taludes (zampeados, concreto lanzado, mallas, anclajes, etc.).
- Conservación Periódica del Pavimento: trabajos efectuados con frecuencia de 3 a 8 años, para mantener el estado físico adecuado de la superficie del pavimento. Para los efectos de este APP, se incluyen fresados, riegos de sello, y tratamientos superficiales como Open Graded, SMA, CASAA, y otros tipos de sobrecarpetas delgadas de hasta 5.0 cm de espesor.
- Conservación Periódica del Señalamiento y Dispositivos de Seguridad: acciones necesarias, para reponer, rehabilitar y reparar los elementos de la infraestructura carretera relativos al señalamiento y dispositivos de seguridad, incluyendo reductores de velocidad.
- Rehabilitación de Puentes y Pasos: trabajos realizados para restituir o mejorar la capacidad de carga de estas estructuras. Para los efectos de este APP, de manera enunciativa mas no limitativa se incluyen el reforzamiento o sustitución de la superestructura, la protección contra socavación o erosión del cauce, reforzamiento de subestructura, reposición de conos de derrame, reparación de accesos, sustitución de apoyos de neopreno, juntas de dilatación y piezas especiales, entre otros.

- Reconstrucción de Obras Menores de Drenaje, Obras Complementarias de Drenaje y Subdrenaje: trabajos realizados con horizonte de proyecto de 10 o más años, para reparar, reponer o corregir las características estructurales y/o hidráulicas de las obras menores de drenaje, obras complementarias de drenaje y subdrenaje.
- Reconstrucción del Pavimento: trabajos realizados con horizonte de proyecto de 10 o más años, para restituir o mejorar las características estructurales del pavimento.
- Reconstrucción del Señalamiento y Dispositivos de Seguridad: trabajos realizados para reponer o mejorar las características de los elementos de la infraestructura carretera relativos al señalamiento horizontal, señalamiento vertical y dispositivos de seguridad.
- Funcionalidad del Derecho de Vía: son los trabajos realizados para que el Derecho de Vía este siempre limpio, libre de obstáculos, con la vegetación controlada a las dimensiones establecidas y la continuidad del cercado existente.
- Servicios de Vialidad: trabajos realizados para reponer o mejorar de manera temporal las características de los elementos de la infraestructura carretera dañados, relativos al señalamiento y dispositivos de seguridad que por algún percance o causas de fuerza mayor sufriera algún daño que lo hiciera obstaculizar el libre tránsito de la carretera. También incluye apoyo a la policía, cruz roja, etc.

Por medio de este proyecto, se busca adquirir experiencia con una nueva forma de contratar la conservación carretera, con la finalidad de reducir los costos en los proyectos que actualmente se contratan en forma tradicional y también, para asegurar el financiamiento de futuros proyectos APP.

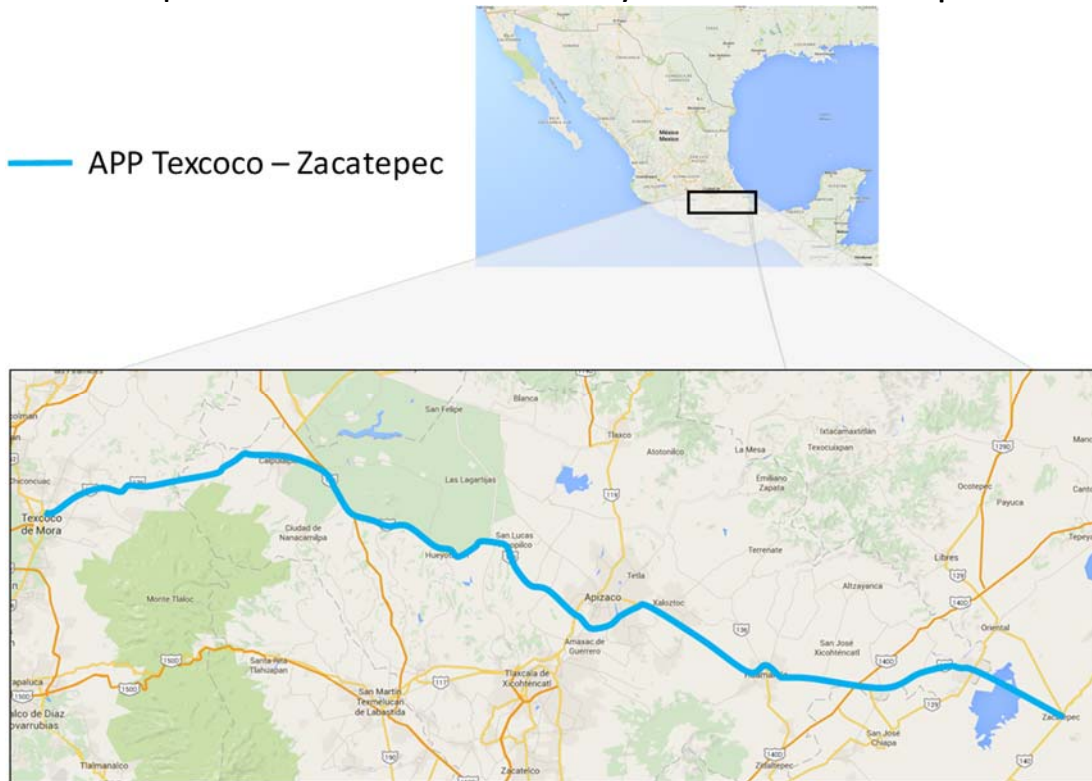
### **3.3. Localización**

El APP Texcoco – Zacatepec atenderá los tramos carreteros Los Reyes – Zacatepec de la carretera MEX 136, desde el Km. 22+300 correspondiente a la glorieta de Texcoco de Mora (Monumento a Nezahualcóyotl Rey de Texcoco), hasta el Km. 187+900 en el entronque Zacatepec con la carretera MEX 040 (Puebla – Xalapa), atravesando los Estados de México, Tlaxcala y Puebla; subdividiéndose en los segmentos que se muestran en la Tabla 1, contando con una longitud lineal de 165.83 Km lineales y con una meta anual de 288.06 km equivalentes de conservación. En la figura 1 se muestra el Plano de Ubicación del Tramo Carretero.

Estado	Nombre de Tramo	Tramo	Cadenamiento		Longitud (km)
			km inicial	km final	
México	Tex-Calp Cpo. A	ME136B1-022.3-032.1A	22+300	32+100	9.80
		ME/TL136C1-032.1-060.2A	32+100	60+200	27.55
	Tex-Calp Cpo. B	ME136B1-022.3-032.1B	22+300	32+100	9.80
		ME/TL136C1-032.1-060.2B	32+100	60+200	27.55
Tlaxcala	Calpul.	TL136C1-060.2-072.9U	60+200	72+900	12.70
		TL136C1-072.9-106.8A	72+900	106+800	34.28
	Arco N - XC Amoz Cpo. A	TL136C1-106.8-141.5A	106+800	141+500	34.40
		TL136C1-141.5-157.0A	141+500	157+000	16.40
	Arco N - XC Amoz Cpo. B	TL136C1-072.9-106.8B	72+900	106+780	33.88
		TL136C1-106.8-141.5B	106+780	141+500	34.40
		TL136C1-141.5-157.0B	141+500	157+000	16.40
	XC Amoz - Zacatep	TL136C1-157.0-174.0U	157+000	174+000	17.00
TL/PU136C1-174.0-187.9U		174+000	187+900	13.90	
<b>Longitud Equivalente (km)</b>					<b>288.06</b>
<b>Longitud Lineal (km)</b>					<b>165.83</b>

**Tabla 1.** Tramos Carreteros Incluidos en el APP Texcoco - Zacatepec

**Mapa del Tramo Carretero Incluido en el Proyecto APP Texcoco - Zacatepec**



**Figura 1.** Ubicación del APP Texcoco - Zacatepec

### 3.4. Condición Actual del tramo carretero

Para los proyectos y programas de conservación de carreteras, la oferta se corresponde con la infraestructura varía que se pone al servicio del usuario. A continuación, se enuncian los elementos del tramo carretero, su condición actual y propuesta de actuación, tanto en la etapa de Rehabilitación Inicial como en la de conservación.

#### 3.4.1. Pavimentos

Basados en la metodología adoptada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Dirección General de Conservación de Carreteras, procedió a efectuar la evaluación superficial de los pavimentos existentes, la cual consistió en la recopilación y elaboración de los inventarios de toda la información que permitiera establecer los parámetros que reflejan el comportamiento funcional del pavimento, debido a la gran importancia de conocer las condiciones de economía en la operación, confort y seguridad que proporcionan las carreteras a los usuarios.

Para conocer dichas condiciones superficiales, se realizó una inspección visual de la superficie de rodamiento y las mediciones de los indicadores de la corona, utilizándose, además, el equipo de alto rendimiento perfilómetro láser, con el propósito de determinar el Índice Internacional de Rugosidad Superficial conocido como IRI (International Roughness Index), la profundidad de rodadura, macrotextura y deterioros.

La siguiente tabla presenta las características físicas y condiciones actuales las cuales son: Ancho de corona, Número de carriles, Acotamiento, Tipo de Pavimento, Espesor de carpeta, Deflexión, IRI, Porcentaje de agrietamiento, Desprendimiento de áridos, Número de baches, Profundidad de roderas y Textura.

Tramo	Subtramo	Nombre	Long. Equiv. (km)	Ancho de corona (m)	# Carriles	Acotamiento	Tipo Pavimento	Espesor (mm)	Deflexión (mm)	IRI (m/km)	Fisuras (%)	Desprend. (%)	Baches (#)	Roderas (mm)	Textura (mm)
ME136B1-022.3-032.1A	ME136B1-022.3-032.1A	Texcoco-Calpulalpan (A y B)	9.80	10.50	2	Si	Concreto	280	0.277	3.08	43.97	0.00	0.00	6.91	0.66
ME/TL136C1-032.1-060.2A	ME/TL136C1-032.1-060.2A		27.55	10.00	2	Si	Asfalto	150	0.953	2.50	56.31	0.00	0.00	9.79	0.83
ME136B1-022.3-032.1B	ME136B1-022.3-032.1B		9.80	10.50	2	Si	Concreto	280	0.156	3.03	53.53	0.00	0.00	6.84	0.62
ME/TL136C1-032.1-060.2B	ME/TL136C1-032.1-060.2B		27.55	10.00	2	Si	Asfalto	100	0.903	2.31	12.33	2.00	2.00	8.64	0.80
TL136C1-060.2-072.9U	TL136C1-060.2-072.9U	Calpulalpan	11.40	7.60	2	No	Asfalto	150	0.760	2.44	77.01	1.00	2.00	9.89	0.84
	TL136C1-071.6-072.9U		1.30	7.60	2	No	Asfalto	150	0.677	2.00	71.43	0.00	0.00	8.21	0.88
TL136C1-072.9-106.8A	TL136C1-072.9-085.9A	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozac - Perote (Cpo. A)	13.00	9.70	2	Si	Asfalto	150	0.895	3.42	19.57	6.67	0.00	14.08	0.85
	TL136LY-000.0-003.4A		3.40	10.00	2	Si	Asfalto	100	1.309	3.06	23.26	6.67	8.00	9.53	0.88
	TL136C1-089.6-090.9A		1.30	10.00	2	Si	Asfalto	70	1.114	2.79	6.52	0.00	0.00	13.79	0.88
	TL136LT-000.0-005.1A		5.10	9.80	2	Si	Asfalto	70	1.114	2.62	14.54	0.00	8.00	8.70	0.78
	TL136C1-095.3-106.8A		11.48	10.20	2	Si	Asfalto	100	0.644	3.44	54.35	0.00	8.00	13.24	0.75
TL136C1-106.8-141.5A	TL136C1-106.8-111.2A		4.40	10.20	2	Si	Asfalto	100	1.281	3.33	39.71	0.00	8.00	14.28	0.82
	TL136LA-000.0-006.0A		6.00	11.00	2	Si	Asfalto	100	0.886	3.39	22.68	1.00	8.00	9.87	0.90
	TL136LA-006.0-011.0A		5.00	11.00	2	Si	Asfalto	100	0.669	2.66	17.82	1.00	2.00	5.94	1.01
	TL136C1-122.5-126.5A		4.00	10.00	2	Si	Asfalto	100	0.812	2.62	46.21	2.00	2.00	8.82	0.86
	TL136C1-126.5-141.5A		15.00	10.00	2	Si	Asfalto	100	0.679	2.29	11.37	2.50	1.00	6.25	0.78
TL136C1-141.5-157.0A	TL136LH-000.0-005.0A	5.00	9.50	2	Si	Asfalto	100	0.468	2.06	16.69	1.00	2.00	6.66	0.77	
	TL136C1-145.6-157.0A	11.40	9.70	2	Si	Asfalto	100	1.320	2.89	32.75	1.00	3.00	10.24	0.86	
	TL136C1-072.9-106.8B	13.00	9.90	2	Si	Asfalto	150	0.747	3.40	37.71	0.00	2.00	12.63	0.89	
TL136C1-072.9-106.8B	TL136LY-000.0-003.0B	3.00	11.00	2	Si	Asfalto	100	1.198	2.86	40.87	0.00	2.00	8.23	0.93	
	TL136C1-089.6-090.9B	1.30	10.00	2	Si	Asfalto	70	0.924	3.69	10.66	0.00	0.00	10.45	0.90	
	TL136LT-000.0-005.1B	5.10	10.50	2	Si	Asfalto	100	1.843	3.14	41.27	0.00	2.00	9.75	0.81	
	TL136C1-095.3-106.8B	11.48	10.20	2	Si	Asfalto	100	0.698	3.29	113.64	0.00	0.00	12.53	0.70	
	TL136C1-106.8-141.5B	4.40	10.20	2	Si	Asfalto	100	1.120	2.76	26.26	0.00	8.00	8.47	0.75	
TL136C1-106.8-141.5B	TL136LA-000.0-006.0B	6.00	10.90	2	Si	Asfalto	100	0.831	2.95	30.95	0.50	0.00	9.96	0.80	
	TL136LA-006.0-011.0B	5.00	10.90	2	Si	Asfalto	100	1.394	3.27	45.24	0.00	2.00	12.03	0.83	
	TL136C1-122.5-126.5B	4.00	9.80	2	Si	Asfalto	100	0.809	3.42	35.01	2.00	8.00	12.49	0.98	
	TL136C1-126.5-141.5B	15.00	9.80	2	Si	Asfalto	100	0.735	2.75	27.39	2.00	8.00	13.02	0.93	
	TL136LH-000.0-005.0B	5.00	9.60	2	Si	Asfalto	100	0.518	2.06	16.82	1.50	1.00	7.77	0.76	
TL136C1-141.5-157.0B	TL136C1-145.6-157.0B	11.40	9.60	2	Si	Asfalto	100	1.320	3.40	34.15	1.00	1.00	15.12	0.83	
TL136C1-157.0-174.0U	TL136C1-157.0-174.0U	X.C. - Zacatepec	17.00	8.50	2	No	Asfalto	70	0.682	2.41	37.96	1.00	2.00	7.05	0.78
TL136C1-174.0-187.9U	TL136C1-174.0-187.9U	Zacatepec	13.90	7.50	2	No	Asfalto	70	0.591	1.44	19.98	2.00	4.00	4.40	0.69
TOTAL			288.06												

Tabla 2. Condiciones físicas actuales del pavimento del tramo carretero.

La definición de cada uno de los parámetros de la tabla 2 es:

**Tramo:** Es el tramo carretero de longitud variable y características homogéneas de acuerdo a las características generales de la carretera como: tránsito vehicular, entronques relevantes, etc. del paquete carretero APP Texcoco - Zacatepec, con el cual será sujeto de pago al activarse los estándares de desempeño.

**Subtramo:** Es una subdivisión del tramo la cual se realizó para la mejor determinación de los trabajos de rehabilitación de la corona de acuerdo a la condición y las características físicas de los pavimentos como son: tipo de estructuración, IRI, roderas, deterioros, características geotécnicas, espesores de pavimentos, etc.

**Nombre:** Es el nombre con el que se identifica el tramo carretero de acuerdo a la jurisdicción de la Red Federal Libre de Peaje a cargo de la Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT.

**Longitud equivalente:** Es la longitud del subtramo equivalente a una sección de 2 carriles. La unidad está dada en kilómetros.

**Ancho de corona:** El ancho de corona comprende la calzada (los carriles por donde circulan los vehículos) y los acotamientos pavimentados (franjas laterales que pueden ser usadas para auxiliar alguna falla que presenten los vehículos) a ambos lados. La unidad está dada en metros.

**Tipo de pavimento:** Nos especifica el tipo de material de la capa superficial del pavimento, este puede ser de dos tipos: Asfáltico o de Concreto Hidráulico.

**Espesor de pavimento:** Nos indica el espesor de la capa superior de la estructura del pavimento, también llamada capa de rodadura. La unidad está dada en milímetros.

**Deflexión:** Esta medición se utiliza para conocer la capacidad estructural del pavimento a partir de ensayos no destructivos sobre la superficie del pavimento. La información proporcionada se utiliza para determinar la evaluación estructural del pavimento y determinar su vida remanente, diseñándose las estrategias de rehabilitación y conservación periódica en función del horizonte de evaluación del proyecto. La unidad de medición es el milímetro.

**IRI:** Son las siglas en inglés del Índice Internacional de Rugosidad, es la medida de las irregularidades verticales del pavimento a lo largo de la zona donde va la rodada, con respecto a una superficie plana y es equivalente a la relación entre dichas irregularidades acumuladas y la longitud del tramo medido. Este es el principal indicador para determinar el confort que el usuario tiene al transitar por la carretera. La unidad de medición está dada en metros por kilómetro.

**Agrietamiento:** es uno de los más importantes deterioros del pavimento. El desgaste y el paso del tiempo son los principales factores que contribuyen al agrietamiento de la capa de rodadura. La propagación del agrietamiento va asociada al peso (ejes equivalentes) de los vehículos que circulan por la carretera, al paso del tiempo y al medioambiente (principalmente la presencia de

agua). Su medición es el porcentaje del área total agrietada en todo el ancho de corona ya sea de forma transversal o longitudinal.

**Desprendimiento:** Es la pérdida progresiva de material de la capa de rodadura causado por efectos del clima y/o erosión del tránsito. El desprendimiento es un deterioro común en las construcciones pobres de emulsión asfáltica y en capas de rodadura finas, tales como tratamientos superficiales, pero no son frecuentes en construcciones de alta calidad o mezclas asfálticas calientes. Su medición es el porcentaje del área del ancho de corona en el que se ha producido un desprendimiento.

**Baches:** Los baches, generalmente, se desarrollan en una capa de rodadura que previamente haya sufrido desprendimientos, se haya agrietado, o ambos. La presencia de agua acelera la formación de baches, lo que produce un debilitamiento de la estructura del pavimento. Es importante recalcar que la presencia de baches en la carretera supone un riesgo alto en la incidencia de accidentes viales e impacta de manera directa en la seguridad vial del tramo. La medición se da en términos del número de baches con un área de 0.1 m<sup>2</sup> que se presenten en un kilómetro lineal en todo el ancho de la corona.

**Roderas:** La rodera se define como la deformación permanente asociada con el tránsito a través de las capas del pavimento acumuladas con el tiempo convirtiéndose en roderas. Va asociada a la deformación plástica de la estructura del pavimento. La unidad de medición es el milímetro.

**Macrotextura:** La Macrotextura es la capacidad drenante de la superficial del pavimento, es uno de los parámetros más importantes en la seguridad vial de la carretera ya que está relacionada con la interacción entre la capa de rodadura y el neumático, específicamente es la que nos permite determinar la evacuación del agua de lluvia en la carpeta y al tener una buena Macrotextura reducir el efecto de hidroplaneo. La unidad de medición es el milímetro.

### CONDICIONES ACTUALES DEL PAVIMENTO Y PROPUESTA TÉCNICA DE SOLUCIÓN

Para la evaluación de las condiciones del pavimento, se realizaron las mediciones, con equipo de alto rendimiento, de los indicadores más representativos para pavimentos los cuales son: Índice de Rugosidad Internacional, Deflexiones, Macrotextura, Profundidad de Rodera y Porcentaje de Agrietamiento. Para dichos indicadores se han fijado 3 rangos para establecer en qué estado se encuentra la carretera, dichos rangos se muestran en la siguiente tabla:}

Parametros	IRI (m/km)	Deflexiones (mm)	Macrotextura (mm)	Rodera (mm)	Agrietamiento (%)
Buen estado	< 1.8	< 0.5	> 0.9	< 7	< 0.1
Aceptable	1.8 < IRI < 2.5	0.5 < DEF < 0.9	0.9 > MTX > 0.75	7 < ROD < 12	0.1 < AGR < 0.15
No satisfactorio	> 2.5	> 0.9	< 0.75	> 12	> 0.15

**Tabla 3. Rangos de los indicadores.**

Para tener una visualización más clara del estado de nuestros tramos se ha realizado de manera gráfica, fijando una escala de colores, las mediciones de los indicadores se presentan a cada kilómetro, con la que posteriormente se evalúan las condiciones del pavimento y se determinan los trabajos a ejecutarse para dar total cumplimiento al contrato APP.



Escala grafica de colores	
Buen estado	
Aceptable	
No satisfactorio	

**Tabla 4. Escala de colores de los indicadores.**

A continuación se muestran los tramos y subtramos.

**Tramo: ME136B1-022.3-032.1A**

**Cadenamiento: 22+300 al 32+100, cuerpo A.**

**Longitud: 9.80 km**

Tramo	ME136B1-022.3-032.1A										
Subtramo	ME136B1-022.3-032.1A										
Cadenamiento	22.3	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
IRI (m/km)											
Deflexiones (mm)											
Rodera (mm)											
Macrotextura (mm)											
Agrietamiento (%)											

**Tabla 5. Tramo ME136B1-022.3-032.1A.**

- Este tramo es de concreto hidráulico, con una condición superficial en estado no satisfactorio y buena condición estructural, presentando algunas losas rotas. Los trabajos que se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial será la reconstrucción localizada de las losas dañadas y se realizará un perfilado y posterior texturizado de todas las losas, en el año 2018. En la etapa de Conservación, para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño, en el año 2024, se ejecutará, de igual forma que en la Rehabilitación, la reconstrucción localizada de las losas dañadas y se realizara un perfilado y posterior texturizado a todas las losas.

**Tramo: ME/TL136C1-032.1-060.2A**

**Cadenamiento: 32+100 al 60+200, cuerpo A.**

**Longitud: 27.55 km**

Tramo	ME/TL136C1-032.1-060.2A																																						
Subtramo	ME/TL136C1-032.1-060.2A																																						
Cadenamiento	32.1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60										
IRI (m/km)																																							
Deflexiones (mm)																																							
Rodera (mm)																																							
Macrotextura (mm)																																							
Agrietamiento (%)																																							

**Tabla 6. Tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A.**

- Este tramo es de concreto asfáltico, la condición en general del tramo va de aceptable a no satisfactoria con algunos kilómetros aislados en buen estado en algunos estándares. Los trabajos que se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial serán un recorte de 10

cm de espesor del pavimento existente, se ejecutará una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura en el año 2017. En la etapa de Conservación, para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño, en el año 2023, se ejecutará un recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.

**Tramo: ME136B1-022.3-032.1B**

**Cadenamiento: 22+300 al 32+100, cuerpo B.**

**Longitud: 9.80 km**

Tramo	ME136B1-022.3-032.1B										
Subtramo	ME136B1-022.3-032.1B										
Cadenamiento	22.3	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
IRI (m/km)	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red
Deflexiones (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Rodera (mm)	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Macrotextura (mm)	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Orange
Agrietamiento (%)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 7. Tramo ME136B1-022.3-032.1B.**

- Este tramo es de concreto hidráulico, con una condición superficial que va de aceptable a no satisfactorio, con unos kilómetros con rodera en buen estado y buena condición estructural, presentando algunas losas rotas. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME136B1-022.3-032.1A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo.

**Tramo: ME/TL136C1-032.1-060.2B**

**Cadenamiento: 32+100 al 60+200, cuerpo B.**

**Longitud: 27.55 km**

Tramo	ME/TL136C1-032.1-060.2B																												
Subtramo	ME/TL136C1-032.1-060.2B																												
Cadenamiento	32.1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
IRI (m/km)	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Deflexiones (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Rodera (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Macrotextura (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Agrietamiento (%)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

**Tabla 8. Tramo ME/TL136C1-032.1-060.2B.**

- Este tramo es de concreto asfáltico, la condición en general del tramo va de aceptable a no satisfactoria con 17 kilómetros continuo en buen estado en el estándar de agrietamiento. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo.

**Tramo: TL136C1-060.2-072.9U**

**Cadenamiento: 60+200 al 72+900, cuerpo U.**

**Longitud: 12.70 km**

Tramo	TL136C1-060.2-072.9U													
Subtramo	TL136C1-060.2-071.6U												71.6-072.9U	
Cadenamiento	60.2	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	71.6	72
IRI (m/km)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Deflexiones (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Rodera (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Macrotectura (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Agrietamiento (%)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 9. Tramo TL136C1-060.2-072.9U.**

Este tramo está dividido en 2 subtramos los cuales son:

- TL136C1-060.2-071.6U. Este subtramo, que va del km 60+200 al 71+600 con una longitud equivalente de 11.40 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general va de aceptable a no satisfactoria. Los trabajos a realizarse en la etapa de Rehabilitación inicial serán una recuperación de 15 cm del pavimento existente, formación de una base estabilizada con cemento portland de 15 cm, ejecución de una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm de espesor y se colocará de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura en el año 2019. En la etapa de Conservación, para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño, en el año 2025, se ejecutará un recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- TL136C1-071.6-072.9U. Este subtramo, que va del km 71+600 al 72+900 con una longitud equivalente de 1.30 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es aceptable a excepción del agrietamiento el cual es no satisfactorio. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.

**Tramo: TL136C1-072.9-106.8A**

**Cadenamiento: 72+900 al 106+800, cuerpo A.**

**Longitud: 34.28 km**

Tramo	TL136C1-072.9-106.8A																																									
Subtramo	TL136C1-072.9-085.9A															TL136LY-000.0-003.4A					89.6-090.9A					TL136LT-000.0-005.1A					TL136C1-095.3-106.8A											
Cadenamiento	72.9	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	0	1	2	3	89.6	90	0	1	2	3	4	5	95.3	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106				
IRI (m/km)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
Deflexiones (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Rodera (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Macrotectura (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Agrietamiento (%)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 10. Tramo TL136C1-072.9-106.8A.**

Este tramo está dividido en 5 subtramos los cuales son:

- TL136C1-072.9-085.9A. Este subtramo, que va del km 72+900 al 85+900 con una longitud equivalente de 13.00 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con pequeños tramos de macrotextura y agrietamientos que están entre buen estado y aceptable. Los trabajos a realizarse en la etapa de Rehabilitación inicial serán una recuperación de 20 cm del pavimento existente, formación de una base estabilizada con cemento portland de 20 cm, ejecución de una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm de espesor y se colocará de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura en el año 2018. En la etapa de Conservación, para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño, en el año 2024, se ejecutará un recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- TL136LY-000.0-003.4A. Este subtramo, que va del km 0+000 al 3+400 con una longitud equivalente de 3.4 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura la cual está en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136C1-089.6-090.9A. Este subtramo, que va del km 89+600 al 90+900 con una longitud equivalente de 1.30 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura y agrietamientos que están entre buen estado y aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136LT-000.0-005.1A. Este subtramo, que va del km 0+000 al 5+100 con una longitud equivalente de 5.10 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es aceptable, con excepción del agrietamiento el cual está en buen estado. Los trabajos que se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial serán un recorte de 5 cm de espesor del pavimento existente, se ejecutará una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 8 cm y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura en el año 2018. En la etapa de Conservación, para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño, en el año 2024, se ejecutará un recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- TL136C1-095.3-106.8A. Este subtramo, que va del km 95+320 al 106+800 con una longitud equivalente de 11.48 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la condición estructural la cual va de buen estado a aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.

**Tramo: TL136C1-106.8-141.5A**

**Cadenamiento: 106+800 al 141+500, cuerpo A.**

**Longitud: 34.40 km**

Tramo	TL136C1-106.8-141.5A																																								
Subtramo	TL136C1-106.8-111.2A					TL136LA-000.0-006.0A					TL136LA-006.0-011.0A					TL136C1-122.5-126.5A					TL136C1-126.5-141.5A																				
Cadenamiento	107	107	108	109	110	111	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	123	123	124	125	126	127	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141			
IRI (m/km)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Deflexiones (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Rodera (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Macrotextura (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
Agrietamiento (%)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	

**Tabla 11. Tramo TL136C1-106.8-141.5A.**

Este tramo está dividido en 5 subtramos los cuales son:

- TL136C1-106.8-111.2A. Este subtramo, que va del km 106+800 al 111+200 con una longitud equivalente de 4.40 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura que está en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.
- TL136LA-000.0-006.0A. Este subtramo, que va del km 0+000 al 6+000 con una longitud equivalente de 6.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es no satisfactoria, una condición estructural entre aceptable y no satisfactoria, y la macrotextura, en conjunto con el agrietamiento, está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.
- TL136LA-006.0-011.0A. Este subtramo, que va del km 6+000 al 11+000 con una longitud equivalente de 5.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es no satisfactoria, una condición estructural entre aceptable y no satisfactoria, y la macrotextura, en conjunto con el agrietamiento, está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.
- TL136C1-122.5-126.5A. Este subtramo, que va del km 122+500 al 126+500 con una longitud equivalente de 4.0 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es aceptable, con excepción del agrietamiento que está en estado no satisfactorio. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.
- TL136C1-126.5-141.5A. Este subtramo, que va del km 126+500 al 141+500 con una longitud equivalente de 15.0 km, es de concreto asfáltico, la condición general del tramo es aceptable, con excepción de la macrotextura y rodera está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.

**Tramo: TL136C1-141.5-157.0A**

**Cadenamiento: 141+500 al 157+000, cuerpo A.**

**Longitud: 16.40 km**

Tramo	TL136C1-141.5-157.0A																
Subtramo	TL136LH-000.0-005.0A					TL136C1-145.6-157.0A											
Cadenamiento	0	1	2	3	4	146	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
IRI (m/km)	Green	Orange	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Deflexiones (mm)	Green	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green
Rodera (mm)	Green	Orange	Green	Green	Orange	Red	Red	Red	Orange	Red	Green	Orange	Orange	Red	Green	Green	Green
Macrotextura (mm)	Orange	Orange	Red	Orange	Orange	Green	Green	Green	Orange	Green	Orange	Green	Orange	Orange	Red	Orange	Red
Agrietamiento (%)	Red	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Orange	Red	Orange	Red

**Tabla 12. Tramo TL136C1-141.5-157.0A.**

Este tramo está dividido en 2 subtramos los cuales son:

- TL136LH-000.0-005.0A. Este subtramo, que va del km 0+000 al 5+000 con una longitud equivalente de 5.0 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es aceptable, con excepción del agrietamiento que está en estado no satisfactorio. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.
- TL136C1-145.6-157.0A. Este subtramo, que va del km 145+600 al 157+000 con una longitud equivalente de 11.40 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial y estructural del tramo es no satisfactoria, con algunos kilómetros aislados en aceptable y la macrotextura está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.

**Tramo: TL136C1-072.9-106.8B**

**Cadenamiento: 72+900 al 106+800, cuerpo B.**

**Longitud: 33.88 km**

Tramo	TL136C1-072.9-106.8B																																									
Subtramo	TL136C1-072.9-085.9B															TL136LY-000.0-003.0					TL136LT-000.0-005.1B					TL136C1-095.3-106.8B																
Cadenamiento	72.9	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	0	1	2	89.6	90	0	1	2	3	4	5	95.3	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106					
IRI (m/km)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green		
Deflexiones (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Rodera (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Macrotextura (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Agrietamiento (%)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

**Tabla 13. Tramo TL136C1-072.9-106.8B.**

Este tramo está dividido en 5 subtramos los cuales son:

- TL136C1-072.9-085.9B. Este subtramo, que va del km 72+900 al 85+900 con una longitud equivalente de 13.00 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general va de aceptable a no satisfactoria, con pequeños tramos de macrotextura y agrietamientos que están en buen estado. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-072.9-085.9A



del tramo TL136C1-072.9-106.8A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2019.

- TL136LY-000.0-003.0B. Este subtramo, que va del km 0+000 al 3+000 con una longitud equivalente de 3.0 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura y las roderas, las cuales están en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2019.
- TL136C1-089.6-090.9B. Este subtramo, que va del km 89+600 al 90+900 con una longitud equivalente de 1.30 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura y las roderas, las cuales están en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2019.
- TL136LT-000.0-005.1B. Este subtramo, que va del km 0+000 al 5+100 con una longitud equivalente de 5.10 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la macrotextura y las roderas, las cuales están en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136LT-000.0-005.1A del tramo TL136C1-072.9-106.8A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2019.
- TL136C1-095.3-106.8B. Este subtramo, que va del km 95+320 al 106+800 con una longitud equivalente de 11.48 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de la condición estructural la cual tiene unos kilómetros en buen estado. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el tramo ME/TL136C1-032.1-060.2A, debido a la similitud de las condiciones de este tramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2019.

**Tramo: TL136C1-106.8-141.5B**

**Cadenamiento: 106+800 al 141+500, cuerpo B.**

**Longitud: 34.40 km**

Tramo	TL136C1-106.8-141.5B																																											
Subtramo	TL136C1-106.8-111.2B					TL136LA-000.0-006.0B					TL136LA-006.0-011.0B					TL136C1-122.5-126.5B					TL136C1-126.5-141.5B																							
Cadenamiento	107	107	108	109	110	111	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	123	123	124	125	126	127	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141						
IRI (m/km)	[Gráfico de barras con valores de IRI]																																											
Deflexiones (mm)	[Gráfico de barras con valores de Deflexiones]																																											
Rodera (mm)	[Gráfico de barras con valores de Rodera]																																											
Macrotextura (mm)	[Gráfico de barras con valores de Macrotextura]																																											
Agrietamiento (%)	[Gráfico de barras con valores de Agrietamiento]																																											

**Tabla 14. Tramo TL136C1-106.8-141.5B.**

Este tramo está dividido en 5 subtramos los cuales son:

- TL136C1-106.8-111.2B. Este subtramo, que va del km 106+800 al 111+200 con una longitud equivalente de 4.40 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es no satisfactoria, con excepción de las roderas que está en estado aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136LA-000.0-006.0B. Este subtramo, que va del km 0+000 al 6+000 con una longitud equivalente de 6.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es no satisfactoria, una condición estructural en general aceptable, y la macrotextura, en conjunto con la roderas, está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136LA-006.0-011.0B. Este subtramo, que va del km 6+000 al 11+000 con una longitud equivalente de 5.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial y estructural del tramo es no satisfactoria, y la macrotextura está aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136C1-122.5-126.5B. Este subtramo, que va del km 122+500 al 126+500 con una longitud equivalente de 4.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es no satisfactoria, una condición estructural en general aceptable, y la macrotextura va de buen estado a aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136C1-126.5-141.5B. Este subtramo, que va del km 126+500 al 141+500 con una longitud equivalente de 15.0 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es no satisfactoria, una condición estructural en general aceptable, y la macrotextura va de buen estado a aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.

**Tramo: TL136C1-141.5-157.0B**

**Cadenamiento: 141+500 al 157+000, cuerpo B.**

**Longitud: 16.40 km**

Tramo	TL136C1-141.5-157.0B																
Subtramo	TL136LH-000.0-005.0B					TL136C1-145.6-157.0B											
Cadenamiento	0	1	2	3	4	146	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
IRI (m/km)	Orange	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Deflexiones (mm)	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Rodera (mm)	Green	Orange	Green	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Macrotextura (mm)	Orange	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Red
Agrietamiento (%)	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 15. Tramo TL136C1-141.5-157.0B.**

Este tramo está dividido en 2 subtramos los cuales son:

- TL136LH-000.0-005.0B. Este subtramo, que va del km 0+000 al 5+000 con una longitud equivalente de 5.0 km, es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general es aceptable, con un tramo en buen estado en la condición superficial. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.
- TL136C1-145.6-157.0B. Este subtramo, que va del km 145+600 al 157+000 con una longitud equivalente de 11.40 km, es de concreto asfáltico, la condición superficial y estructural del tramo es no satisfactoria, y la macrotextura está en general aceptable. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.

**Tramo: TL136C1-157.0-174.0U**

**Cadenamiento: 157+000 al 174+000, cuerpo U.**

**Longitud: 17.00 km**

Tramo	TL136C1-157.0-174.0U																
Subtramo	TL136C1-157.0-174.0U																
Cadenamiento	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
IRI (m/km)	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Red	Red
Deflexiones (mm)	Red	Red	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange
Rodera (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Macrotextura (mm)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Orange	Red	Orange	Orange	Green	Orange	Orange
Agrietamiento (%)	Red	Orange	Orange	Red	Orange	Green	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 16. Tramo TL136C1-157.0-174.0U.**

- Este tramo es de concreto asfáltico, la condición superficial del tramo es en general aceptable, la condición estructural va de buen estado a aceptable al igual que las roderas. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo. Si bien para equilibrar la distribución de la inversión en la etapa de Rehabilitación Inicial los trabajos se ejecutarán en el año 2018.

**Tramo: TL/PU136C1-174.0-187.9U**

**Cadenamiento: 174+000 al 187+900, cuerpo U.**

**Longitud: 13.90 km**

Tramo	TL/PU136C1-174.0-187.9U															
Subtramo	TL/PU136C1-174.0-187.9U															
Cadenamiento	174	175	176	177	178	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	
IRI (m/km)	Orange	Green	Green	Green	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange
Deflexiones (mm)	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Rodera (mm)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Macrotextura (mm)	Orange	Red	Red	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green
Agrietamiento (%)	Green	Green	Orange	Green	Green	Orange	Green	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

**Tabla 17. Tramo TL/PU136C1-174.0-187.9U.**

- Este tramo es de concreto asfáltico, la condición del tramo en general está en buen estado, a excepción de la macrotextura la cual es deficiente y un tramo tiene agrietamientos en nivel no satisfactorio. La solución técnica para cumplir con los estándares de desempeño en el horizonte del proyecto son los mismos que para el subtramo TL136C1-060.2-071.6U del tramo TL136C1-060.2-072.9U debido a la similitud de las condiciones de este subtramo.

### **3.4.2. Puentes y Estructuras**

A partir de la información disponible de los inventarios e inspecciones de las estructuras dispuestas en el sistema de administración de puentes SIPUMEX (Sistema de Puentes de México), se analizaron las condiciones estructurales de los puentes y estructuras del Tramo Carretero, evaluando las alternativas de conservación para subsanar los deterioros presentes actualmente.

Para las calificaciones, los parámetros considerados en el SIPUMEX son: superficie del puente, juntas de expansión, parapeto, pasamanos, conos, taludes, aleros, estribos, pilas, apoyos, losas, largueros o trabes, cauce y puente en general. Cada uno de estos parámetros es calificado entre cero y cinco en función de la inspección visual, considerando aspectos como: el tráfico diario promedio, el porcentaje de agrietamiento, disgregación, desconchamiento, corrosión y oxidación de los elementos estructurales, inclinación de los elementos de la subestructura o capacidad

hidráulica. Abarcando los parámetros antes dichos y de acuerdo a su condición, se realiza un análisis general que se simplifica en cinco calificaciones finales. A su vez, se establecen las frecuencias de próximas inspecciones a los puentes examinados.

De acuerdo a la nomenclatura de SIPUMEX, se tienen cinco calificaciones de valores específicos de daño, que se muestran en la siguiente tabla:

Calificación	Descripción	Principales Trabajos requeridos
0	Puentes sin ningún daño o de reciente construcción o reparación.	Limpieza, pintura, desyerbe, reparación de barrera de protección y reposición de señalamiento vertical, etc.
1	Puentes en buen estado, con requerimientos de trabajos de conservación rutinaria.	
2	Puentes sin problemas estructurales, pero con daños menores que requieren atención.	Reparaciones en parapetos, protecciones contra socavación, desazolve de cauces, sustitución de barrera de protección, renivelaciones de los accesos, reparación de bordillos, limpieza y pintura de estructuras metálicas, sustitución de juntas de calzada, cambio de apoyos, etc.
3	Puentes con daños importantes.	Relleno de deslaves y reconstrucción de terraplenes en accesos y conos de derrame, reconstrucción de parapetos, reparación de losas, sustitución de elementos aislados, reparación de topes antisísmicos, etc.
4	Puentes con daños graves.	Reconstrucción parcial.
5	Puentes con daño extremo o riesgo de falla total.	Reconstrucción total

**Tabla 18.** Calificaciones para puentes según su inspección SIPUMEX.

Se tienen actualmente **115** estructuras en el tramo carretero.

Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamiento	Coordenadas		Tipo de Puente	Calificación SIPUMEX	Longitud Total (m)
				N	W			
México	ME136B1-022.3-032.1A	PSV SAN SIMON	23+000	19.541000°	-98.739667°	PSV	2	60
	ME136B1-022.3-032.1A	PSV FF.CC-4	23+500	19.536833°	-98.738333°	PSV	1	30
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL RESURRECCION	24+500	19.529500°	-98.857833°	PSP	2	25
	ME136B1-022.3-032.1A	RESURRECCION DER.	25+000	19.529500°	-98.857833°	Puente	3	15.8
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL CIMMYT	25+628	19.534167°	-98.850833°	PSP	2	27
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL CONALEP TEXCOCO	26+780	19.534167°	-98.842500°	PSP	2	27
	ME136B1-022.3-032.1A	PIV PURIFICACION	27+000	19.534000°	-98.842833°	PIV	2	90
	ME136B1-022.3-032.1A	EL BATAN DER.	27+700	19.542667°	-98.836333°	Puente	2	16.7
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL OFE TEXCOCO	28+200	19.543333°	-98.825000°	PSP	2	25
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL SAN JOAQUIN	29+200	19.544167°	-98.813333°	PSP	3	25
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL TEPETLA OXTOC	29+600	19.543333°	-98.758333°	PSP	2	25
	ME136B1-022.3-032.1A	HACIENDA DE LA FLOR PSV	29+500	19.531667°	-98.749167°	PSV	2	80
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL SANTA INES	30+000	19.541667°	-98.748333°	PSP	3	25
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL SAN JERONIMO	30+500	19.543333°	-98.748000°	PSP	2	25
	ME136B1-022.3-032.1A	PEATONAL SAN BERNARDO	30+800	19.544333°	-98.747833°	PSP	2	25
	ME136B1-022.3-032.1A	NUEVO PIV	31+000	19.545000°	-98.747833°	PIV	2	60
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	BARRANCA HONDA I	32+400	19.555833°	-98.794000°	Puente	3	96.4
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	PSV. STO. TOMAS APIPIHUASCO	35+000	19.551667°	-98.792667°	PSV	2	60
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	PEATONAL SANTO TOMAS APIPIHUASCO	38+200	19.547000°	-98.747667°	PSP	2	19.2
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	PIV LIMITES	42+250	19.566667°	-98.700833°	PIV	1	43

**Tabla 19 ( 1 de 3).** Relación de Puentes y Estructuras.

Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamiento	Coordenadas		Tipo de Puente	Calificación SIPUMEX	Longitud Total (m)
				N	W			
Tlaxcala	ME/TL136C1-032.1-060.2A	LA VENTA I	44+800	19.567500°	-98.683333°	Puente	1	22
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	PEATONAL SAN CRISTOBAL	48+400	19.568000°	-98.661333°	PSP	1	37.6
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	OCOMIQUE	50+100	19.573333°	-98.647167°	Puente	1	51
México	ME/TL136C1-032.1-060.2A	PEATONAL CALCULALPAN	59+800	19.516667°	-98.593333°	PSP	1	25
	ME136B1-022.3-032.1B	RESURRECCION IZQ.	25+000	19.529500°	-98.857833°	Puente	3	16
	ME136B1-022.3-032.1B	EL BATAN IZQ.	27+700	19.542667°	-98.836333°	Puente	2	16.7
Tlaxcala	ME/TL136C1-032.1-060.2B	BARRANCA HONDA II	32+400	19.555833°	-98.794000°	Puente	2	100
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	LA VENTA II	44+900	19.584167°	-98.683333°	Puente	1	9
	TL136C1-060.2-072.9U	PEATONAL JUAREZ	66+100	19.566667°	-98.516667°	PSP	0	31.5
	TL136C1-072.9-106.8A	PEATONAL SANCTORUM	73+750	19.534167°	-98.483333°	PSP	0	36
	TL136C1-072.9-106.8A	PV SANCTORUM I	74+600	19.519167°	-98.450833°	PV	2	54.9
	TL136C1-072.9-106.8A	PV ESPAÑITA	78+900	19.488333°	-98.388333°	PV	1	35.1
	TL136C1-072.9-106.8A	PV RECOBA	84+350	19.484167°	-98.367500°	PV	0	25.5
	TL136C1-072.9-106.8A	PEATONAL RECOVA	84+900	19.484333°	-98.371000°	PSP	1	24.7
	TL136C1-072.9-106.8A	HUEYOTLIPAN II	2+000	19.466667°	-98.321167°	PV	1	14.2
	TL136C1-072.9-106.8A	PV TLALPANI	0+800	19.433333°	-98.316667°	PV	1	89
	TL136C1-072.9-106.8A	PSV TLALPAN III	1+100	19.483333°	-98.300000°	PSV	1	20
	TL136C1-072.9-106.8A	PV TLALPAN V	2+000	19.467500°	-98.300000°	PV	1	85.3
	TL136C1-072.9-106.8A	SAN SIMEON I	2+700	19.483333°	-98.283333°	Puente	1	13.8
	TL136C1-072.9-106.8A	PEATONAL SAN SIMEON	2+800	19.283333°	-98.483333°	PSP	0	44
	TL136C1-072.9-106.8A	SAN SIMEON III	3+400	19.284333°	-98.483500°	PV	2	14.6
	TL136C1-072.9-106.8A	PSV LAS MESAS	99+200	19.416667°	-98.300000°	PSV	2	30.8
	TL136C1-072.9-106.8A	PASO INFERIOR STA. BARBARA	105+000	19.433333°	-98.233333°	PV	1	29.3
	TL136C1-072.9-106.8A	XALTOCAN I	105+900	19.416667°	-98.216667°	PSV	2	11.2
	TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL XALTOCAN	107+000	19.421667°	-98.212500°	PSP	3	42
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO INFERIOR XALTOCAN	107+100	19.421667°	-98.212500°	PV	1	21.6
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO INFERIOR TOPILCO	107+300	19.400000°	-98.200833°	PV	0	29
	TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL YAUHQUEMECAN I	107+760	19.405000°	-98.200000°	PSP	0	36.7
	TL136C1-106.8-141.5A	PV YAUHQUEMECAN	110+750	19.416667°	-98.200000°	PV	1	28.6
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO SUPERIOR OCOTOXCO	112+150	19.392500°	-98.176667°	PSV	2	45
	TL136C1-106.8-141.5A	EL RUBI	10+550	19.408833°	-98.097000°	PV	2	30
	TL136C1-106.8-141.5A	ESMERALDA	9+950	19.403333°	-98.099500°	PV	2	69
	TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL ATLAX	9+700	19.400833°	-98.100000°	PSP	0	53.9
	TL136C1-106.8-141.5A	EL CARMEN	8+350	19.394667°	-98.110833°	PV	2	33
	TL136C1-106.8-141.5A	SAN ANDRES	8+100	19.393333°	-98.113667°	PV	1	33
	TL136C1-106.8-141.5A	ATENCO	6+400	19.385333°	-98.126667°	Puente	3	33
	TL136C1-106.8-141.5A	FF.CC.SAN DIEGO	6+250	19.384500°	-98.127167°	PSF	2	45.4
	TL136C1-106.8-141.5A	SANTA CRUZ (LIBRAMIENTO A PIZACO)	4+800	19.378833°	-98.139667°	PV	1	41.3
	TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL SAN MARCOS	4+500	19.483333°	-98.134167°	PSP	0	55
	TL136C1-106.8-141.5A	EL POLLO	3+900	19.375500°	-98.147167°	PV	1	40.9
	TL136C1-106.8-141.5A	LARISSA	2+200	19.380500°	-98.162833°	PV	2	33
	TL136C1-106.8-141.5A	EL ROCIO	1+550	19.385500°	-98.165500°	PSV	2	33
	TL136C1-106.8-141.5A	ZAHUAPAN IZQUIERDO	0+900	19.390500°	-98.168667°	Puente	1	76.2
	TL136C1-106.8-141.5A	ATENZINGO	0+600	19.392833°	-98.171167°	PV	2	33
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO SUPERIOR F.F.C.C. TOCHAC	123+600	19.400000°	-98.091667°	PSF	1	45
	TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL U. DEPORTIVA XALOSTOC	124+300	19.400000°	-98.083333°	PSP	1	32.5
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO INFERIOR SAN PEDRO	125+300	19.366833°	-98.046667°	PV	2	30
	TL136C1-106.8-141.5A	TOCHAC	125+920	19.396667°	-98.063333°	PSV	3	18.6
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO SUPERIOR XALOSTOC	126+300	19.410000°	-98.076667°	PSV	2	69.8
	TL136C1-106.8-141.5A	ACOCOTLA I	129+000	19.375500°	-98.030500°	PSV	1	35.3
	TL136C1-106.8-141.5A	PASO SUPERIOR TEACALOO	130+600	19.383333°	-98.032833°	PSV	2	28.8
	TL136C1-106.8-141.5A	ACOCOTLA II	132+700	19.365000°	-98.015167°	Puente	3	12.4
	TL136C1-106.8-141.5A	CHAPULTEPEC I	134+500	19.357167°	-97.999167°	Puente	4	9.8
TL136C1-106.8-141.5A	PASO INFERIOR CHAPULTEPEC	134+100	19.357167°	-97.999333°	PV	1	30.6	
TL136C1-106.8-141.5A	PASO INFERIOR CARDENAS	135+000	19.335000°	-97.983333°	PV	1	31	
TL136C1-106.8-141.5A	CHAPULTEPEC III	135+900	19.349333°	-97.986833°	Puente	2	7.9	
TL136C1-106.8-141.5A	SAN BRITO I	136+300	19.345167°	-97.982500°	Puente	3	16.4	
TL136C1-106.8-141.5A	SAN BRITO II	137+400	19.341000°	-97.981000°	Puente	4	19.1	
TL136C1-106.8-141.5A	SAN BRITO III	137+600	19.438500°	-97.974333°	Puente	4	16.4	
TL136C1-106.8-141.5A	PASO SUPERIOR CUAUHTEMOC	138+600	19.331667°	-97.983833°	PSV	1	9.6	
TL136C1-106.8-141.5A	PEATONAL CUAUHTEMOC	138+600	19.335000°	-97.967167°	PSP	1	162	
TL136C1-106.8-141.5A	CUAUHTEMOC	138+700	19.334667°	-97.967667°	Puente	1	31.3	
TL136C1-106.8-141.5A	PUENTE NUEVO CUAUHTEMOC	139+700	19.321667°	-97.950833°	Puente	4	12.6	
TL136C1-106.8-141.5A	CUAUHTEMOC III	140+600	19.324500°	-97.953667°	Puente	3	9.8	
TL136C1-141.5-157.0A	HUAMANTLA	141+800	19.318333°	-97.940500°	Puente	3	22.7	

Tabla 15 (2 de 3). Relación de Puentes y Estructuras.



Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamiento	Coordenadas		Tipo de Puente	Calificación SIPUMEX	Longitud Total (m)
				N	W			
Tlaxcala	TL136C1-141.5-157.0A	PASO INFERIOR HUAMANTLA	0+200	19.316667°	-97.933333°	PV	1	29.5
	TL136C1-141.5-157.0A	F.F.C.C. LIBRAMIENTO HUAMANTLA	1+120	19.333333°	-97.925000°	PSF	3	36
	TL136C1-141.5-157.0A	PASO INFERIOR JUAREZ	2+700	19.327000°	-97.950000°	PV	1	28.8
	TL136C1-141.5-157.0A	PEATONAL LA ESTACION	3+000	19.325000°	-97.883333°	PSP	1	31.6
	TL136C1-141.5-157.0A	SANTA ANITA	3+500	19.319667°	-97.911167°	PV	1	11.3
	TL136C1-141.5-157.0A	PEATONAL LOURDES	145+900	19.318667°	-97.883333°	PSP	1	37.6
	TL136C1-141.5-157.0A	PEATONAL UPAP	146+900	19.317833°	-97.900000°	PSP	1	37.6
	TL136C1-141.5-157.0A	XONEQUILA	151+800	19.313333°	-97.851000°	Puente	3	13.2
	TL136C1-141.5-157.0A	ALTZAYANCA	151+900	19.268333°	-97.850000°	PV	2	31.3
	TL136C1-141.5-157.0A	NUEVO MORELOS	155+670	19.266667°	-97.851000°	PSV	1	54
	TL136C1-072.9-106.8B	PV SANCTORUM II	74+950	19.503333°	-98.375000°	PV	1	30.7
	TL136C1-072.9-106.8B	HUEYOTLIPAN III	3+300	19.533333°	-98.400000°	Puente	0	67
	TL136C1-072.9-106.8B	TLALPAN II	1+000	19.433333°	-98.313333°	PV	1	11.9
	TL136C1-072.9-106.8B	TLALPAN IV	1+600	19.483333°	-98.300833°	Puente	1	10.3
	TL136C1-072.9-106.8B	SAN SIMEON II	3+050	19.284167°	-98.483333°	Puente	2	8.6
	TL136C1-072.9-106.8B	PV SAN SIMEON IV	3+800	19.483333°	-98.266667°	PV	1	22
	TL136C1-072.9-106.8B	BARRANCA TENANGO	104+600	19.434167°	-98.167333°	Puente	3	38.1
	TL136C1-106.8-141.5B	PEATONAL YAQUEMECAN II	111+300	19.398000°	-98.182667°	PSP	1	22.7
	TL136C1-106.8-141.5B	ATENCO DER.	6+400	19.385333°	-98.126667°	Puente	1	35.8
	TL136C1-106.8-141.5B	FF.CC. SAN DIEGO DER.	6+250	19.384500°	-98.127167°	PSF	1	45.3
	TL136C1-106.8-141.5B	ZAHUAPAN	0+900	19.390500°	-98.168667°	Puente	3	76.2
	TL136C1-106.8-141.5B	ACOCOTLA I IZQ.	129+700	19.375500°	-98.030500°	Puente	2	31.8
	TL136C1-106.8-141.5B	ACOCOTLA III	133+000	19.362500°	-98.010833°	Puente	1	8
	TL136C1-106.8-141.5B	CHAPULTEPEC II	135+300	19.351833°	-97.990000°	Puente	4	16.7
	TL136C1-106.8-141.5B	SAN BRITO II CPO.	137+00	19.341167°	-97.976000°	Puente	1	12.2
	TL136C1-106.8-141.5B	SAN BRITO III CPO.	137+300	19.438667°	-97.974333°	Puente	1	14.2
	TL136C1-106.8-141.5B	CJAUHTEMOC II	139+500	19.330167°	-97.960167°	Puente	3	9.8
	TL136C1-106.8-141.5B	CJAUHTEMOC IV	140+800	19.333500°	-97.956667°	Puente	3	18.6
	TL136C1-141.5-157.0B	HUAMANTLA II	0+100	19.316667°	-97.950000°	Puente	1	13.5
	TL136C1-141.5-157.0B	LAS ANIMAS	3+000	19.323000°	-97.914333°	PSV	1	6.5

Tabla 15 (3 de 3). Relación de Puentes y Estructuras.

Como se puede visualizar en las tablas, se tienen 23 estructuras con una calificación igual o mayor a 3, lo que indica que tienen daños importantes por lo que en la etapa de rehabilitación Inicial se requerirá de actuaciones de reforzamiento que se especifican a continuación:

- Puente Resurrección Der., ubicado en el km 25+000 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente peatonal San Joaquín, ubicado en el km 29+200 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente peatonal Santa Inés, ubicado en el km 30+000 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Barranca Honda I, ubicado en el km 32+400 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Resurrección Izq., ubicado en el km 25+000 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.
- Puente peatonal Xaltocan, ubicado en el km 107+000 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Atenco, ubicado en el km 6+400 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Tochac, ubicado en el km 125+920 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Acocotla II, ubicado en el km 132+700 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Chapultepec I, ubicado en el km 134+500 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.

- Puente San Brito I, ubicado en el km 136+030 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente San Brito II, ubicado en el km 137+400 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente San Brito III, ubicado en el km 137+600 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Nuevo Cuauhtémoc, ubicado en el km 139+700 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Cuauhtémoc III, ubicado en el km 140+600 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Huamantla, ubicado en el km 141+800 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente F.F.C.C. Libramiento Huamantla, ubicado en el km 1+120 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Xonecuila, ubicado en el km 151+800 del cuerpo A, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Barranca Tenango, ubicado en el km 104+600 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Zahuapan, ubicado en el km 0+900 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Chapultepec II, ubicado en el km 135+300 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Cuauhtémoc II, ubicado en el km 139+500 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.
- Puente Cuauhtémoc IV, ubicado en el km 140+800 del cuerpo B, requiere cambio en la superestructura.

De igual forma, en la etapa de Rehabilitación Inicial a todos los puentes con calificación igual o superior a 2, se procederá a la sustitución de las juntas de calzada y la reparación de los daños menores existentes.

### **3.4.3. Obras de drenaje**

Se presenta el inventario de las Obras de Drenaje (alcantarillas), así como de las Obras complementarias de Drenaje, en las cuales se incluyen las cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos y subdrenajes existentes en cada tramo carretero, así como su actual condición.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS DE DRENAJE DEL APP						
			Alcantarillas (Ud)			Estado físico		Total de Alcantarillas	Total de Alcantarillas Faltantes
			Tubos (Ud)	Losas (Ud)	Bóvedas (Ud)	Bueno	Regular/ Malo		
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	4	0	1	4	1	5	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	36	7	14	45	12	57	1
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	0	0	0	0	0	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	2	0	0	1	1	2	0
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	14	4	3	15	6	21	0
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	31	17	10	40	18	58	2
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	19	25	2	35	11	46	2
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	8	15	4	20	7	27	1
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	10	10	4	15	9	24	0
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	22	19	1	30	12	42	0
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	3	1	6	6	4	10	0
	TL136C1-157.0-174.0U	17.00	4	10	2	10	6	16	0
Puebla	TL/PU136C1-174.0-187.9U	13.90	9	29	0	20	18	38	0
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>162</b>	<b>137</b>	<b>47</b>	<b>241</b>	<b>105</b>	<b>346</b>	<b>6</b>

Tabla 16. Relación de Obras de Drenaje.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE DEL APP											
			Lavaderos (Ud)				Cunetas (ml)				Contracunetas (ml)			
			Estado Físico		Total de Lavaderos	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Cunetas	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Contracunetas	Total de Faltantes
Bueno	Regular/ Malo	Bueno	Regular/ Malo	Bueno			Regular/ Malo							
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	0.00	15.00	15	15	50	50	100	361	0	0	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	0.00	113.00	113	113	5,380	5,380	10,760	0	0	0	0	1,014.74
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	0.00	4.00	4	4	740	740	1,480	361	0	0	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	0.00	59.00	59	59	2,250	2,250	4,500	0	0	0	0	1,014.74
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	0.00	3.00	3	0	595	595	1,190	468	0	0	0	0
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	0.00	131.00	131	131	4,772	4,772	9,544	0	0	57	57	1,262.62
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	0.00	95.00	95	95	6,673	6,673	13,346	0	0	0	0	1,267.04
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	0.00	96.00	96	0	1,214	1,214	2,428	604	0	0	0	0
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	0.00	57.00	57	57	6,809	6,809	13,618	0	0	0	0	1,247.89
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	0.00	73.00	73	73	6,518	6,518	13,036	0	0	0	0	1,267.04
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	0.00	163.00	163	0	1,749	1,749	3,498	604	0	0	0	0
	TL136C1-157.0-174.0U	17.00	0.00	4.00	4	0	60	60	120	626	0	0	0	0
Puebla	TL/PU136C1-174.0-187.9U	13.90	0.00	0.00	0	0	130	130	260	512	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>0</b>	<b>813</b>	<b>813</b>	<b>547</b>	<b>36,940</b>	<b>36,940</b>	<b>73,880</b>	<b>3,536</b>	<b>0.0</b>	<b>57.0</b>	<b>57</b>	<b>7,074.07</b>

Tabla 20 (1 de 2). Relación de Obras Complementarias de Drenaje.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE DEL APP							
			Bordillos (ml)				Subdrenaje (ml)			
			Estado Físico		Total de Bordillos	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Subdrenaje	Total de Faltantes
Bueno	Regular/ Malo	Bueno	Regular/ Malo							
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	2,145	2,145	4,290	0.00	0.00	0.00	0	0
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	1,255	1,255	2,510	0.00	0.00	0.00	0	0
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	840	840	1,680	0.00	0.00	0.00	0	0
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	2,702	2,702	5,404	0.00	0.00	0.00	0	5,000
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	3,470	3,470	6,940	0.00	0.00	0.00	0	5,000
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	1,148	1,148	2,296	0.00	0.00	0.00	0	0
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	1,987	1,987	3,974	0.00	0.00	0.00	0	5,000
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	3,375	3,375	6,750	0.00	0.00	0.00	0	5,000
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	1,254	1,254	2,508	0.00	0.00	0.00	0	0
	TL136C1-157.0-174.0U	17.00	18	18	36	0.00	0.00	0.00	0	0
Puebla	TL/PU136C1-174.0-187.9U	13.90	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>18,194</b>	<b>18,194</b>	<b>36,388</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20,000</b>

Tabla 17 (2 de 2). Relación de Obras Complementarias de Drenaje.

Se han considerado tres condiciones físicas fundamentales de las obras de drenaje, éstas son:

- Buena: Indica que las obras de drenaje se encuentran en buenas condiciones sin ningún tipo de daño estructural.
- Regular/Malo: Considera que, según su clasificación, las obras tienen algún tipo de daño y se requiere de su reparación en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son obras de drenaje necesarias para complementar las existentes, debido a requerimientos en función de la topografía e hidrología de los tramos, y también, al reemplazo total de las existentes por falta de capacidad hidráulica. Todas estas obras faltantes se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

### **3.4.4. Señalamiento y dispositivos de seguridad**

Dentro de los elementos que componen el sistema vial, cada vez se le da más importancia a la señalización y a los dispositivos de seguridad, ya que su participación es primordial para la seguridad del usuario.

#### **3.4.4.1. Señalamiento vertical**

El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos u otras estructuras, integradas por leyendas y pictogramas con distintas clasificaciones de acuerdo a su función. Para el presente Proyecto APP, se ha considerado, por una parte, concentrar en tres grupos las diversas clasificaciones del señalamiento vertical, y por otra parte, estimar tres condiciones físicas en función de su condición.

##### Señalamiento vertical bajo

Concentra la mayoría de las clasificaciones del señalamiento vertical, especificando que son señales con altura menor o igual a 2.5 m, sin incluir al señalamiento OD, e incluyen:

- SR: Señales Restrictivas;
- SP: Señales Preventivas;
- SID: Señales Informativas de Destino (sin incluir las SID-13, 14 y 15 que corresponden al grupo Señalamiento vertical alto);
- SIR: Señales Informativas de Recomendación;
- SIG: Señales de Información General;
- SIT: Señalamiento de Información Turística; y
- SIS: Señalamiento de Información de Servicios.

##### Señalamiento vertical tipo OD

Las señales diversas (OD) son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las carreteras, también se han incluido dentro de este grupo, las señales tipo SII (Señalamiento Informativo de Identificación):

- OD-5: indicadores de obstáculos;
- OD-6: indicadores de alineamiento;
- OD-12: indicadores de curvas;
- SII-Ruta: señalamiento que informa de la ruta,

- SII-14 y SII-15: señalamiento del kilometraje de la carretera.

### Señalamiento vertical alto

El señalamiento alto se refiere a las señales pertenecientes a la clasificación de Señalamiento de Información de Destino (SID), en los cuales en todos los casos la altura mínima tiene una distancia libre vertical de 5.50 m entre la parte inferior de la señal y la parte más alta de la superficie de la calzada. Se engloban tanto la señal informativa de destino, turística, de servicios o de información general, y se clasifican en

- SID-13: Señal de una bandera;
- SID-14: Señal de doble bandera;
- SID-15: Señal tipo puente.

Las condiciones físicas consideradas son:

- Buena: Indica que los señalamientos se encuentran en perfecto estado, visibles, con una correcta retroreflectividad, requiriendo únicamente labores de limpieza.
- Regular/Malo: Considera que, según su clasificación, los señalamientos no son visibles en sus pictogramas o leyendas, no tienen la retroreflectividad normativa y tienen daños importantes en sus postes de apoyo, sustituyéndose todas en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son señalamientos necesarios de acuerdo a la normativa actual y que no están ubicados en el tramo Las cuales se colocarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

Estado	Tramo	Longitud (km)	SEÑALAMIENTO VERTICAL DEL APP											
			Señalamiento Vertical Bajo* (Ud)				Señalamiento Vertical Tipo OD (Ud)				Señalamiento Vertical Alto** (Ud)			
			Estado Físico			Faltantes	Estado Físico			Faltantes	Estado Físico			Faltantes
			Buena	Regular/Malo	Total		Buena	Regular/Malo	Total		Buena	Regular/Malo	Total	
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	34	86	120	68	8	16	24	255	0	0	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	68	138	206	117	41	67	108	531	7	1	8	1
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	19	59	78	44	3	11	14	255	0	0	0	2
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	68	117	185	105	51	84	135	396	6	1	7	5
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	20	118	138	78	4	65	69	240	8	8	16	2
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	53	124	177	100	44	81	125	210	22	19	41	2
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	16	72	88	50	19	21	40	1215	11	9	20	1
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	27	102	129	73	20	47	67	210	20	26	46	2
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	56	102	158	89	47	49	96	195	27	22	49	3
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	10	57	67	38	9	18	27	1065	6	11	17	0
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	26	65	91	52	11	42	53	570	24	18	42	0
	TL136C1-157.0-174.0U	17.00	12	104	116	66	14	52	66	510	0	12	12	1
Puebla	TL/PUI36C1-174.0-187.9U	13.90	27	32	59	33	12	15	27	510	7	5	12	15
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>436</b>	<b>1,176</b>	<b>1,612</b>	<b>913</b>	<b>283</b>	<b>568</b>	<b>851</b>	<b>6,162</b>	<b>138</b>	<b>132</b>	<b>270</b>	<b>34</b>

\* Incluye todos los señalamientos bajos a excepción de OD y SII, incluyen las SR, SP, SIT, SID, SIS y SIR

\*\* Incluye los señalamientos SID-13, SID-14 y SID-15 en todas sus variantes (servicios, turística, información, prevención y dirección)

**Tabla 18.** Señalamiento vertical existente en el tramo carretero.

### 3.4.4.2. Señalamiento horizontal

El señalamiento horizontal existente en el tramo está en malas condiciones, así se detecta, por una parte, que tanto las rayas en las orillas de la calzada como la raya separadora de carriles, presentan una pobre retrorreflexión, y por otra parte, un déficit importante de vialetas.

La cuantía de señalamiento horizontal actual está dada por la longitud equivalente del tramo carretero, incluyendo por kilómetro 2 rayas en la orilla de la calzada y 1 raya separadora de carriles, con una longitud total de 864.18 km de longitud de señalamiento horizontal.

### 3.4.4.3. Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad son elementos que tienen como propósito impedir o disminuir los efectos por fallas en la conducción del usuario, condiciones meteorológicas o por fallas mecánicas, que propicien la salida de la vialidad o colisión con un objeto fijo. Los principales elementos que conforman los dispositivos de seguridad, considerados en el presente proyecto, son las barreras separadoras (barrera central) y las defensas de protección (defensa metálica).

Respecto a la barrera central, como elemento complementario al mismo, pero claramente diferenciado por su durabilidad y costo de reposición, se ha considerado la valla antideslumbrante.

Respecto a la defensa metálica, se ha diferenciado la existente de dos crestas (dos vigas acanaladas) de la de tres crestas, debido a que la normativa actual de dispositivos de seguridad limita la defensa metálica a la de tres crestas.

Se ha considerado tres condiciones físicas referente a los dispositivos de seguridad:

- Buena: Indica que los dispositivos de seguridad se encuentran en buenas condiciones, perfectamente instaladas, visibles y sin daños.
- Regular/Malo: Considera que los elementos tienen daños en su estructura y soporte, se encuentran destruidos o están incompletos en su instalación, procediendo a su reparación en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son elementos necesarios para complementar los existentes de acuerdo a la normativa actual, los cuales se colocarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

Para los dispositivos de seguridad, se tienen el siguiente total de barrera o defensa metálica de protección, conteniéndose en dos o tres crestas, así como su estado actual.

Estado	Tramo	Longitud (km)	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DEL APP													
			Defensa Metálica (m)					Barrera Central (m)				Valla Antideslumbrante (m)				
			Estado Físico			Total	Faltantes	Estado Físico		Total	Faltantes	Estado Físico		Total	Faltantes	
			Bueno	Regular/ Malo	3 Crestas			2 Crestas	Bueno			Regular/ Malo	Bueno			Regular/ Malo
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	1,852	0	463	2,315	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	2,160.8	2,220	540.2	4,921	248	22,040	5,510	27,550	0	17,632	9,818	27,450	100	
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	1,944	230	486	2,660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	4,880	2,320	1,220	8,420	461	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	240	1,660	60	1,960	250	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	252	4,362	63	4,677	888	27,424	6,856	34,280	0	21,939	8,261	30,200	4,080	
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	1,600	4,744	400	6,744	636	27,520	6,880	34,400	0	22,016	10,884	32,900	1,500	
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	1,739.2	1,000	434.8	3,174	145	13,120	3,280	16,400	0	10,496	1,904	12,400	4,000	
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	240	4,340	60	4,640	574	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	1,600	4,268	400	6,268	574	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	1,742.4	1,000	435.6	3,178	259	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TL136C1-157.0-174.0U	17.00	0	751	0	751	57	0	0	0	0	0	0	0	0	
Puebla	TL/PU136C1-174.0-187.9U	13.90	0	402	0	402	377	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>18,250.4</b>	<b>27,297</b>	<b>4,562.6</b>	<b>50,110.0</b>	<b>4,534</b>	<b>90,104</b>	<b>22,526</b>	<b>112,630</b>	<b>0</b>	<b>72,083</b>	<b>30,867</b>	<b>102,950</b>	<b>9,680</b>	

**Tabla 19 . Dispositivos de Seguridad del tramo carretero.**



### 3.4.5. Funcionalidad del Derecho de Vía

En este apartado se incluyen los elementos que se incluyen dentro del Derecho de Vía pero que no son elementos que conforman directamente la carretera, sino que son elementos que le dan seguridad a la carretera indirectamente, ya que restringen los accesos de animales y personas (cercado del derecho de vía) y facilita al transporte público que circula por la carretera el orillarse fuera de los carriles de circulación para subir y bajar pasaje (Paraderos).

Asimismo, el concepto de funcionalidad del derecho de vía, para el presente proyecto de conservación de carreteras, incluye la limpieza y control de la vegetación de la franja comprendida entre el margen externo de la corona del pavimento y el cercado.

Se tienen 44 paraderos existentes, de los cuales 22 se encuentran en buen estado, y los restantes 22 en estado regular/malo; en el caso del cercado del Derecho de Vía, se tienen 169,706 metros lineales instalados a lo largo de todo el tramo carretero con la siguiente distribución:

Estado	Tramo	Longitud (km)	FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VIA DEL APP					
			Paraderos (Ud)			Cerca de cerramiento (m)		
			Estado Físico		Total	Estado Físico		Total
			Bueno	Regular/ Malo		Bueno	Regular/ Malo	
México	ME136B1-022.3-032.1A	9.8	6.00	6.00	12	2,910	0	2,910
	ME/TL136C1-032.1-060.2A	27.55	3.00	3.00	6	14,155	0	14,155
	ME136B1-022.3-032.1B	9.80	6.00	6.00	12	2,910	0	2,910
	ME/TL136C1-032.1-060.2B	27.55	3.00	3.00	6	15,935	0	15,935
Tlaxcala	TL136C1-060.2-072.9U	12.70	0.00	0.00	0	0	0	0
	TL136C1-072.9-106.8A	34.28	0.00	0.00	0	22,276	0	22,276
	TL136C1-106.8-141.5A	34.40	0.00	1.00	1	25,344	0	25,344
	TL136C1-141.5-157.0A	16.40	0.00	0.00	0	13,400	0	13,400
	TL136C1-072.9-106.8B	33.88	0.00	0.00	0	25,549	0	25,549
	TL136C1-106.8-141.5B	34.40	1.00	1.00	2	31,641	0	31,641
	TL136C1-141.5-157.0B	16.40	0.00	0.00	0	12,400	0	12,400
TL136C1-157.0-174.0U	17.00	3.00	2.00	5	0	0	0	
Puebla	TL/PU136C1-174.0-187.9U	13.90	0.00	0.00	0	3,186	0	3,186
<b>TOTALES</b>		<b>288.06</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>169,706</b>	<b>0</b>	<b>169,706</b>

Tabla 21. Paraderos y Cercado del Derecho de Vía del tramo carretero.

Los trabajos de reparación de los paraderos en regular y mal estado se realizarán durante el primer semestre del contrato.

### 3.5. Transito Diario Promedio Anual (TDPA) y Niveles de servicio

#### 3.5.1. Tránsito Vehicular

Con los Datos Viales proporcionados por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, se efectuó un análisis de los mismos en el período 1997-2015 específicamente para este proyecto, obteniéndose los datos mostrados en la tabla 9, de la que se observa, que la tasa anual de crecimiento en todo el período de análisis (1997-2015) ha sido del 3.10%, inferior a la obtenida en el último decenio (2005-2015) del 3.30%, y en el último año (2014-2015), que ascendió al 5.20%. La tabla 10 muestra la proyección del TDPA para el período 2016-2027 con la tasa de crecimiento del 3.10%, la menor de las tres analizadas.

LUGAR	KM	TE	SC	TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL																		
				2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
Texcoco	23.02	3	1	18332	18915	18253	18097	16502	11285	10911	11920	11386	14889	16271	15542							
Texcoco	23.02	3	2	18619	19311	18728	17592	15927	10043	9655	12500	11941	16574	16117	15120	30454	30.135	28774	27630	24500	23884	22800
T. Izq. Tepetlaotoc	30.03	1	1	14102	14268	15073	14804	14625	13092	12684	14383	14178	7726	7395	7856							
T. Izq. Tepetlaotoc	30.03	1	2	14568	14362	13706	14594	14415	12981	12432	14099	13447	7833	7632	7853	15744	15.618	15938	15274	14555	14186	13920
T. Der. Totolapan	42	3	1	6448	6389	6123	5676	5563														
T. Der. Totolapan	42	3	2	6627	6200	6020	5809	5842	10146	9906	9703	8633	12370	11896	12177	12108	11.759	11617	10032	9830	9579	9400
Lim. Edos. Term. Mex. Ppia. Tlax.	43.15																					
Calpulalpan	59.58	3	0	18159	15870	15626	15408	14894	11522	10501	9912	9238	13836	13661	13754	13354	13.113	12380	10954	9970	9718	9534
T. Der. Nanacamilpa	71.76	3	0	13327	12868	13440	13379	12969	12497	11826	12335	13402	12484	12874	12916	12856	12.760	12412	10980	9995	9741	9651
X. C. Arco Norte de La Ciudad de México	73.8	3	1	7087	6685	6579	6260	5975														
X. C. Arco Norte de La Ciudad de México	73.8	3	2	7560	6661	6531	6445	5806														
Libramiento Hueyotlipan	86.9	3	1	6873	6124	5525	5057	4627														
Libramiento Hueyotlipan	86.9	3	2	7172	6226	5423	5249	5188	8470	8441	7750											
Libramiento Hueyotlipan	89.6	1	1	5926	5701	5202	5080	4889														
Libramiento Hueyotlipan	89.6	1	2	5926	5836	5850	5411	5248	8555	8423												
Hueyotlipan	89.6	3	1	7373	7270	6679	6507	6154														
Hueyotlipan	89.6	3	2	7563	7399	7018	6898	6489	12700	12263	11546	10377	11068	10886	10654	10570	10.437	9958	10433	10130	9875	9703
Xaltocan	108.1	1	1	8617	8040	7870	7853	7714														
Xaltocan	108.1	1	2	8566	8071	7483	8031	8141	15314	14106	14011	12232	11394	10728	10621	10543	10.405	10121	10610	10303	9885	9929
T. Der. Amaxac de Guerrero (Lib. Apizaco)	118	1	1	10140	10391	9996	8466	7864														
T. Der. Amaxac de Guerrero (Lib. Apizaco)	118	1	2	11305	10124	9301	8738	7841	14862	14200	13663	12226										
T. Der. Amaxac de Guerrero (Lib. Apizaco)	118	3	1	10446	9527	9171	8694	8520														
T. Der. Amaxac de Guerrero (Lib. Apizaco)	118	3	2	9457	8884	8806	9063	8591	15536	13393	12429	11143										
Apizaco	117.74	1	1	22737	23155	27528	24302	23133	16296	16149	16216	14434	15645	14839	12858	12621	12.404	12947	11469	11600	11364	11409
Apizaco	117.74	1	2	20598	22746	26890	23356	23453	17846	16496	16284	14610	14162	14769	12873	12533	12.464	12121	11501	11650	11976	11008
Apizaco	117.74	3	0	21874	23145	22542	24517	25943	18578	17635	16557	16936	17328	17854	14914	14875	14.525	14129	16087	16300	15920	15636
T. Der. Cuaxomulco	119.85	3	1	10757	10105	10130	9614	9244														
T. Der. Cuaxomulco	119.85	3	2	11433	10217	11193	9681	9266	14265	13583	14477	13263	11097	10846	10985	10954	10.710	10421	16280	16500	16086	15803
T. Izq. Xalostoc	126.67	3	1	10756	10343	9825	9867	8992	8310	7735	7708	7575	7280	5844	5741							
T. Izq. Xalostoc	126.67	3	2	10302	10720	9799	9679	9146	8223	7786	7759	7644	6356	5878	5738	10442	10.336	9527	9248	9130	8898	8558
T. Izq. Libramiento de Huamantla	141.7	1	1	10429	9922	9364	9230	8182	7782	7128	6714	6501	6746	6283	5874							
T. Izq. Libramiento de Huamantla	141.7	1	2	10271	9784	9448	8785	8184	7891	7244	6824	6515	6405	6217	5839	10869	10.410	9595	9650	9530	9289	8602
Libramiento Huamantla	141.7	3	1	6604	6169	5948	5732	5679	4579	5060												
Libramiento Huamantla	141.7	3	2	7300	6165	5997	5914	5145	4522	8547	4805											
Libramiento Huamantla	146	1	1	6890	6242	5616	5791	5038	4712	5476												
Libramiento Huamantla	146	1	2	6628	5779	5788	5366	5447	4537	8817	5520											
Huamantla	146	3	1	7590	7214	5732	5370	5081														
Huamantla	146	3	2	7660	7107	5770	5438	5082	9274	8828	9526	9035	7949	8448	8550	8271	8.113	7955	8255	8340	8130	7909
X. C. Amozoc - Perote (Cuota)	156.76	1	1	7460	6491	6156	5820	5646														
X. C. Amozoc - Perote (Cuota)	156.76	1	2	7224	6455	6116	5909	5648														
T. Der. Cuapiaxtla	159.4	1	0	10666	10470	10454	10146	10100	10098	9844	9214	8588	8620	7741	7880	7623	7.793	8230	8012	8300		
X. C. Amozoc - Tezuitlán	173.47	1	0	10324	9955	9481	9392	9388	10891	10319	9780	9413	9448	8623	8574	8297	8.340	7760	7980	7630	7434	7358
X. C. Amozoc - Tezuitlán	173.47	3	0	6891	6410	8249	8129	8057	8458	8052	8617	8522	8062	8942	9070	8854	8.400	7816	7624	7700	7502	7320
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	177.57																					
Zacatepec	187.67	1	0	6985	6505	8800	9182	9111	7938	7513	9461	8846	9394	9167	9124	8900	8.973	8350	8132	6650	6481	6299
<b>PROMEDIO PONDERADO</b>				16,232	15,434	15,021	14,663	14,065	12,971	12,250	12,431	11,899	12,117	11,700	11,668	11,383	11,216	10,811	10,326	9,865	9,600	9,389

TASA CRECIMIENTO ANUAL (%)	Periodo	2014-15	2013-15	2012-15	2011-15	2010-15	2009-15	2008-15	2007-15	2006-15	2005-15	2004-15	2003-15	2002-15	2001-15	2000-15	1999-15	1998-15	1997-15
		Valor	5.20	4.00	3.40	3.60	4.60	4.80	3.90	4.00	3.30	3.30	3.30	3.00	3.00	2.90	2.90	3.10	3.20

Tabla 21. Datos históricos de TDPA de 1997 a 2015, en la carretera Texcoco - Zacatepec.

		Texcoco - Zacatepec																
Tramo	Nombre	Subtramo		Long (km)	TDPA													
		km inicial	km final		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
ME136B1-022.3-032.1A	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. A)	22+300	32+100	9.80	16,217	16,720	17,238	17,772	18,323	18,891	19,477	20,081	20,703	21,345	22,007	22,689	23,392	
ME/TL136C1-032.1-060.2A		32+100	60+200	27.55	6,448	6,648	6,854	7,066	7,286	7,511	7,744	7,984	8,232	8,487	8,750	9,021	9,301	
ME136B1-022.3-032.1B		22+300	32+100	9.80	16,594	17,108	17,639	18,186	18,749	19,331	19,930	20,548	21,185	21,841	22,518	23,216	23,936	
ME/TL136C1-032.1-060.2B	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. B)	32+100	60+200	27.55	6,627	6,832	7,044	7,263	7,488	7,720	7,959	8,206	8,460	8,723	8,993	9,272	9,559	
TL136C1-060.2-072.9U		60+200	72+900	12.70	13,327	13,740	14,166	14,605	15,058	15,525	16,006	16,502	17,014	17,541	18,085	18,646	19,224	
TL136C1-072.9-106.8A		Arco Norte - Hueyotlipan - Apizaco (Cpo. A)	72+900	74+150		6,797	7,008	7,225	7,449	7,680	7,918	8,163	8,416	8,677	8,946	9,224	9,510	9,804
	74+150		86+900	34.28	7,087	7,307	7,533	7,767	8,008	8,256	8,512	8,776	9,048	9,328	9,617	9,915	10,223	
	86+900		89+600		6,400	6,598	6,803	7,014	7,231	7,455	7,687	7,925	8,171	8,424	8,685	8,954	9,232	
TL136C1-106.8-141.5A	Apizaco - Huamantla (Cpo. A)	89+600	106+800		7,995	8,243	8,498	8,762	9,033	9,313	9,602	9,900	10,207	10,523	10,849	11,186	11,532	
		106+800	118+000	34.40	10,140	10,454	10,778	11,113	11,457	11,812	12,178	12,556	12,945	13,346	13,760	14,187	14,627	
		118+000	126+500		10,446	10,770	11,104	11,448	11,803	12,169	12,546	12,935	13,336	13,749	14,175	14,615	15,068	
TL136C1-141.5-157.0A	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. A)	126+500	141+500		10,593	10,921	11,260	11,609	11,969	12,340	12,722	13,117	13,523	13,943	14,375	14,821	15,280	
		141+500	146+000	16.40	6,747	6,956	7,172	7,394	7,623	7,860	8,103	8,355	8,614	8,881	9,156	9,440	9,732	
		146+000	157+000		7,525	7,758	7,999	8,247	8,502	8,766	9,038	9,318	9,607	9,905	10,212	10,528	10,855	
TL136C1-072.9-106.8B	Arco Norte - Hueyotlipan - Apizaco (Cpo. B)	72+900	74+150		6,530	6,732	6,941	7,156	7,378	7,607	7,843	8,086	8,336	8,595	8,861	9,136	9,419	
		74+150	86+900	33.88	7,560	7,794	8,036	8,285	8,542	8,807	9,080	9,361	9,651	9,951	10,259	10,577	10,905	
		86+900	89+600		6,549	6,752	6,961	7,177	7,400	7,629	7,866	8,109	8,361	8,620	8,887	9,163	9,447	
TL136C1-106.8-141.5B	Apizaco - Huamantla (Cpo. B)	89+600	106+800		8,065	8,315	8,573	8,839	9,113	9,395	9,686	9,987	10,296	10,615	10,944	11,284	11,633	
		106+800	118+000	34.40	11,305	11,655	12,017	12,389	12,773	13,169	13,578	13,998	14,432	14,880	15,341	15,817	16,307	
		118+000	126+500		9,457	9,750	10,052	10,364	10,685	11,017	11,358	11,710	12,073	12,447	12,833	13,231	13,641	
TL136C1-141.5-157.0B	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. B)	126+500	141+500		10,287	10,606	10,935	11,274	11,623	11,983	12,355	12,738	13,133	13,540	13,960	14,392	14,839	
		141+500	146+000	16.40	6,964	7,180	7,402	7,632	7,869	8,112	8,364	8,623	8,891	9,166	9,450	9,743	10,045	
		146+000	157+000		7,442	7,673	7,911	8,156	8,409	8,669	8,938	9,215	9,501	9,795	10,099	10,412	10,735	
TL136C1-157.0-174.0U	X.C. Amozoc/Perote - Tequextitla	157+000	174+000	17.00	10,324	10,644	10,974	11,314	11,665	12,027	12,399	12,784	13,180	13,589	14,010	14,444	14,892	
TL/PU136C1-174.0-187.9U	Tequextitla - Zacatepec	174+000	187+900	13.90	6,938	7,153	7,375	7,603	7,839	8,082	8,333	8,591	8,857	9,132	9,415	9,707	10,008	

**Tabla 222.** Proyección TDPA de 2015 a 2027, en la carretera Texcoco - Zacatepec.

La composición vehicular prevista para todo el período de análisis corresponde con la del año 2015 publicado en el Libro Datos Viales de la DGST y que se presenta en la tabla 11.

		Texcoco - Zacatepec													
Tramo	Nombre	Subtramo		Long (km)	TDPA	Composición Vehicular								VP (%)	Tasa Crec (%)
		km inicial	km final			A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4			
ME136B1-022.3-032.1A	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. A)	22+300	32+100	9.80	16217	83.52	2.70	5.00	2.10	4.50	1.30	0.89	16	3.10	
ME/TL136C1-032.1-060.2A		32+100	60+200	27.55	6448	79.53	2.50	5.69	2.50	5.79	2.59	1.40	20	3.10	
ME136B1-022.3-032.1B		22+300	32+100	9.80	16594	81.92	3.20	5.50	2.50	4.50	1.40	0.99	18	3.10	
ME/TL136C1-032.1-060.2B	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. B)	32+100	60+200	27.55	6627	79.83	3.40	6.79	2.49	5.00	1.69	0.80	20	3.10	
TL136C1-060.2-072.9U		60+200	72+900	12.70	13327	61.31	4.00	8.90	4.50	15.20	3.10	2.99	39	3.10	
TL136C1-072.9-106.8A		Arco Norte - Hueyotlipan - Apizaco (Cpo. A)	72+900	74+150		6797	67.73	3.29	6.20	3.80	12.30	3.90	2.80	32	3.10
	74+150		86+900	34.28	7087	66.53	3.19	8.60	3.29	12.30	3.19	2.89	33	3.10	
	86+900		89+600		6400	66.53	3.19	8.60	3.29	12.30	3.19	2.89	33	3.10	
TL136C1-106.8-141.5A	Apizaco - Huamantla (Cpo. A)	89+600	106+800		7995	66.53	3.19	8.60	3.29	12.30	3.19	2.89	33	3.10	
		106+800	118+000	34.40	10140	79.62	2.30	4.60	2.30	6.70	2.69	1.80	20	3.10	
		118+000	126+500		10446	76.62	3.20	5.40	2.89	7.00	2.80	2.10	23	3.10	
TL136C1-141.5-157.0A	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. A)	126+500	141+500		10593	74.51	3.19	8.60	2.40	6.80	2.60	1.90	25	3.10	
		141+500	146+000	16.40	6747	69.84	3.80	6.79	3.10	9.60	3.99	2.89	30	3.10	
		146+000	157+000		7525	69.13	4.10	9.49	2.50	9.00	3.39	2.39	31	3.10	
TL136C1-072.9-106.8B	Arco Norte - Hueyotlipan - Apizaco (Cpo. B)	72+900	74+150		6530	62.93	3.89	7.50	4.20	14.09	4.39	2.99	37	3.10	
		74+150	86+900	33.88	7560	60.72	3.90	7.90	4.40	15.40	3.99	3.70	39	3.10	
		86+900	89+600		6549	63.12	3.80	9.40	3.60	13.39	3.60	3.10	37	3.10	
TL136C1-106.8-141.5B	Apizaco - Huamantla (Cpo. B)	89+600	106+800		8065	63.12	3.80	9.40	3.60	13.39	3.60	3.10	37	3.10	
		106+800	118+000	34.40	11305	77.01	2.50	5.40	2.70	7.60	3.00	1.80	23	3.10	
		118+000	126+500		9457	75.22	3.49	5.60	2.90	7.50	3.10	2.29	25	3.10	
TL136C1-141.5-157.0B	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. B)	126+500	141+500		10287	71.42	3.60	9.70	2.69	7.50	3.00	2.10	29	3.10	
		141+500	146+000	16.40	6964	67.13	4.20	7.30	3.49	10.70	4.09	3.09	33	3.10	
		146+000	157+000		7442	65.04	4.69	10.80	2.60	10.39	3.79	2.69	35	3.10	
TL136C1-157.0-174.0U	X.C. Amozoc/Perote - Tequextitla	157+000	174+000	17.00	10324	62.51	2.69	8.80	4.10	13.60	4.50	3.80	37	3.10	
TL/PU136C1-174.0-187.9U	Tequextitla - Zacatepec	174+000	187+900	13.90	6938	44.92	4.50	8.09	7.90	21.30	7.60	5.70	55	3.10	

**Tabla 23.** Clasificación vehicular en la carretera Texcoco - Zacatepec.

### 3.5.2. Nivel de Servicio

El nivel de servicio, es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los usuarios. Estas condiciones se describen con términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. El Manual de Capacidad Vial de la FHWA (HCM por sus siglas en inglés) es la publicación que emplean los ingenieros de la SCT para calcular el nivel de servicio. En dicho manual se establecen seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, siendo A el mejor nivel de servicio y F el peor. Los seis niveles de servicios se definen según las condiciones de operación, ya sean de circulación continua o discontinua.

Nivel de Servicio	Descripción
<b>A</b>	Representa circulación a flujo libre. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.
<b>B</b>	Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
<b>C</b>	Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
<b>D</b>	Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. El Nivel de comodidad y conveniencia es bajo, ya que comienza la formación de pequeñas colas.
<b>E</b>	El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevados la frustración de conductores.
<b>F</b>	Representa condiciones de flujo forzado. En estos lugares se forman colas, la operación es extremadamente inestable, típicas de los "cuellos de botella"

**Tabla 244.** Descripción de Niveles de Servicio

También se determinaron los Niveles de Servicio en los tramos objeto de estudio a lo largo del horizonte de proyecto, mostrándose su evolución en la Tabla 11.

Texcoco - Zacatepec																
Tramo	Nombre	Subtramo		Long. (km)	NIVEL DE SERVICIO											
		km Inicial	km final		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
ME136B1-022.3-032.1A	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. A)	22+300	32+100	9.80	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
ME/TL136C1-032.1-060.2A		32+100	60+200	27.55	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ME136B1-022.3-032.1B	Texcoco - Calpulalpan (Cpo. B)	22+300	32+100	9.80	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B
ME/TL136C1-032.1-060.2B		32+100	60+200	27.55	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
TL136C1-060.2-072.9U	Calpulalpan - Arco Norte	60+200	72+900	12.70	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
TL136C1-072.9-106.8A	Arco Norte - Hueyotlilpan - Apizaco (Cpo. A)	72+900	74+150	34.28	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		74+150	86+900		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		86+900	89+600		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		89+600	106+800		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
TL136C1-106.8-141.5A	Apizaco - Huamantla (Cpo. A)	106+800	118+000	34.40	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
		118+000	126+500		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		126+500	141+500		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		141+500	146+000		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
TL136C1-141.5-157.0A	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. A)	146+000	157+000	16.40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		72+900	74+150		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		74+150	86+900		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		86+900	89+600		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
TL136C1-072.9-106.8B	Arco Norte - Hueyotlilpan - Apizaco (Cpo. B)	89+600	106+800	33.88	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		106+800	118+000		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		118+000	126+500		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		126+500	141+500		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
TL136C1-106.8-141.5B	Apizaco - Huamantla (Cpo. B)	141+500	146+000	34.40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		146+000	157+000		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		72+900	74+150		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		74+150	86+900		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
TL136C1-141.5-157.0B	Libramiento Huamantla - X.C. Amozoc/Perote (Cpo. B)	86+900	89+600	16.40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		89+600	106+800		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		106+800	118+000		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		118+000	126+500		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
TL136C1-157.0-174.0U	X.C. Amozoc/Perote - Tequextitla	157+000	174+000	17.00	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D
TL/PU136C1-174.0-187.9U	Tequextitla - Zacatepec	174+000	187+900	13.90	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C

**Tabla 255.** Nivel de Servicio del APP en 2015 y su proyección anual hasta el año 2027

De la tabla anterior podemos ver que la Capacidad Vial del tramo carretero en los tramos que tiene doble cuerpo no presenta ningún problema de saturación en el horizonte del proyecto. Por otra parte, se puede ver que en el tramo de cuerpo único de el km 59+600 al 72+900 presenta de

inicio un nivel de servicio deficiente, manteniéndose en nivel D durante todo el periodo de análisis, si bien este tramo en concreto dispone de oferta suficiente a través de la Autopista Arco Norte, el cual está en Nivel de Servicio A y puede absorber holgadamente el desvío de flujo des de Calpulalpan.

### 3.6. Tramificación y Activación.

Con base en los análisis efectuados a toda la infraestructura que compone el paquete carretero, se elaboró una subdivisión de los tramos carreteros, considerando tramos de longitud variable y características homogéneas de acuerdo a las características del tránsito vehicular, condiciones de los pavimentos (tipo de estructuración, IRI, roderas, deterioros, etc.), con base en la información disponible del paquete carretero APP Texcoco - Zacatepec, la cual se ha detallado en los apartados precedentes.

Como resultado, se obtuvieron 13 tramos, los cuales se especifican en la Tabla que se presenta a continuación:

Tramo	Nombre	Longitud (km)	2017	2018	2019
ME136B1-022.3-032.1A	Tex-Calp Cpo. A	9.80		✓	
ME/TL136C1-032.1-060.2A		27.55	✓		
ME136B1-022.3-032.1B	Tex-Calp Cpo. B	9.80		✓	
ME/TL136C1-032.1-060.2B		27.55	✓		
TL136C1-060.2-072.9U	Calpul.	12.70			✓
TL136C1-072.9-106.8A	Arco N - XC Amoz Cpo. A	34.28		✓	
TL136C1-106.8-141.5A		34.40			✓
TL136C1-141.5-157.0A		16.40			✓
TL136C1-072.9-106.8B	Arco N - XC Amoz Cpo. B	33.88			✓
TL136C1-106.8-141.5B		34.40		✓	
TL136C1-141.5-157.0B		16.40		✓	
TL136C1-157.0-174.0U	XC Amoz - Zacatep	17.00		✓	
TL/PU136C1-174.0-187.9U		13.90			✓
<b>TOTAL</b>		<b>288.06</b>			

**Tabla 266.** Segmentos del APP Texcoco - Zacatepec y año de activación

En los tramos mostrados se incluyen sus años de activación, que corresponden al periodo en que se inicia y se concluye con la Rehabilitación Inicial del pavimento y del resto de los elementos de dicho segmento, siendo a partir de la fecha de terminación de esta Rehabilitación Inicial cuando se activen la totalidad de los Estándares de Desempeño del tramo y se empiece a pagar el proyecto.

Adicionalmente a los criterios técnicos, para la propuesta de activación de los tramos, se ha considerado la distribución del monto de inversión durante la etapa de Rehabilitación Inicial con objeto de que sea viable, tanto técnica como económica, la ejecución.

En la Figura 2 se detalla de manera gráfica los tramos de pago para el APP Texcoco - Zacatepec.

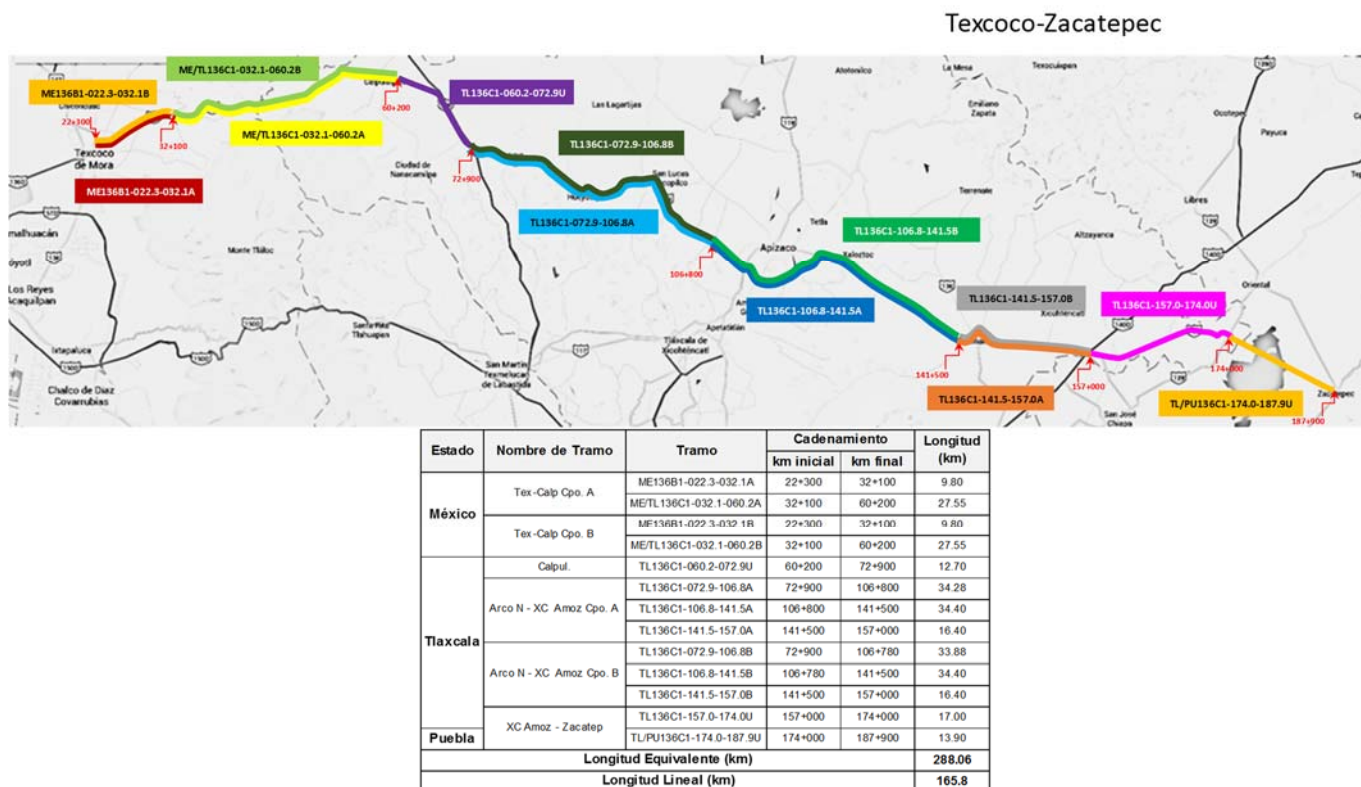


Figura 2. Croquis de segmentación del tramo carretero.

### 3.7. Requerimientos de Prestación de Servicio: Estándares de Desempeño.

Se han considerado 15 estándares de desempeño para los diferentes elementos que constituyen la infraestructura vial, a fin de prestar al usuario de la carretera un servicio de calidad y seguridad.

1. Corona

2. Taludes en Corte y Terraplenes

3. Puentes y estructuras

4. Obras de drenaje

5. Señalamiento y dispositivos de seguridad

6. Funcionalidad del derecho de vía

7. Servicios de vialidad

- Deterioros superficiales,
- Índice de Rugosidad Internacional,
- Profundidad de roderas,
- Coeficiente de fricción,
- Macrotextura,
- Capacidad estructural (Deflexión),
- Limpieza de la calzada y acotamientos.

- Señalamiento horizontal,
- Señalamiento vertical,
- Defensas y barreras centrales.

#### E1 DS Deterioros Superficiales

- No se admiten, baches, asentamientos, corrimientos de carpeta, calaveras, grietas de ancho superior a 3mm.
- El agrietamiento total ha de ser menor al 5% del área por km carril.
- El desprendimiento de agregado pétreo ha de ser menor al 5% del área por km carril.

#### E2 IRI Índice de Rugosidad Internacional

- IRI  $\leq$  (menor o igual) a 2.5 m/km por km carril.

#### E3 PR Profundidad de Roderas

- PR  $\leq$  (menor o igual) a 12 mm por km carril.

#### E4 Def Deflexiones

- DEF  $\leq$  (menor o igual) a 0.5 mm por km carril.

#### E5 $\mu$ Coeficiente de Fricción

- $\mu$  debe ser mayor a 0.40 y menor o igual a 0.9 por km carril.

#### E6 Mtx Macrotextura

- MTX  $\geq$  (mayor o igual) a 0.75 mm por km carril.

#### E7 LCA Limpieza de Calzada y Acotamientos

- La calzada y los acotamientos deberán de estar limpios, libres de obstrucciones, animales, basura, cascajo, vegetación y cualquier otro tipo de obstáculos u objetos.

#### E8 Tal Taludes en cortes y terraplenes

- En los taludes no deberán presentarse agrietamientos ni erosiones.
- En los cortes, se deberán de mantener en buen estado las mallas, anclas, muros de contención.
- En los terraplenes, se deberá controlar que no existan socavaciones producidas por agua, erosiones, asentamientos e indicios de falla.
- No se admiten obstrucciones en la corona y obras de drenaje por derrumbes, deslaves y graneos.

#### E9 Est Puentes y Estructuras

- Cada elemento de la estructura deberá de contar con una calificación entre 0 y 2 de acuerdo al SIPUMEX.

#### E10 OD Obras de Drenaje

- Deben estar limpias, desazolvadas, libres de obstáculos, sin daño estructural, firmemente cimentadas y confinadas por el suelo o material circundante.
- Deberán de tener la capacidad de desagüe suficiente.

#### E11 SH Señalamiento Horizontal

- La retroreflexión deberá cumplir con el siguiente rango de valor por km raya:



- Blanco: min. 200 mcd/lx/m<sup>2</sup>.
- Amarillo: min. 150 mcd/lx/m<sup>2</sup>.
- Las vialitas deben de estar 100% presentes, visibles y firmemente adheridas al pavimento.

#### E12 SV Señalamiento Vertical

- Las señales deben estar 100% presentes, conforme a la norma, limpias, legibles, localizadas correctamente y sin daño estructural.
- La retroreflexión deberá cumplir con el siguiente rango de valor por señal:
  - Blanco: min. 342 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Amarillo: min. 257 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Naranja: min. 104 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Verde: min. 38 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Azules: min. 17 cd/lx/m<sup>2</sup>.

#### E13 DBC Defensas y Barrera Central

- Las defensas y barreras centrales deben estar presentes al 100% y en la ubicación correcta, limpias, sin daños significativos, sin corrosión, sin desconchamiento, con los amortiguadores de impacto y terminales correspondientes.
- La valla antideslumbrante deberá de estar presente y en buena condición.

#### E14 FDV Funcionalidad del Derecho de Vía

- La vegetación deberá tener una altura inferior a los 20 cm desde el borde del acotamiento (hombro) hasta el límite del derecho de vía, así como en la franja central separadora de cuerpos.
- El derecho de vía debe estar limpio, sin obstrucciones, sin basura, cascajo, animales,
- Los paraderos se deberán mantener siempre limpios, pintados y en buen estado.
- No se permitirán deterioros en el cercado del derecho de vía (postes y alambre de púas o mallas).

#### E15 SerV Servicios de Vialidad

- Se realizarán dos recorridos de vigilancia diaria.
- Se deberá apoyar en la Atención a Incidentes y Emergencias, debiendo de estar presentes en el lugar, a más tardar, 45 minutos después de su detección.

### **3.8. Presupuesto**

Los supuestos generales considerados en la cuantificación y valoración del costo son los siguientes:

- Se estimaron los costos de conservación para el esquema plurianual (APP), considerando el cumplimiento estricto de los estándares de desempeño, asumiendo que durante los primeros 2.5 años se ejecutarán cuantas obras sean necesarias para que todos los segmentos del tramo carretero cumplan con los estándares de desempeño a más tardar al final del año 2019, determinándose las actividades de conservación periódica y

reconstrucción a realizar dentro de los primeros 2.5 años del APP como en el resto del período analizado.

- La Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT realiza anualmente diversos contratos de reconstrucción y conservación de tramos carreteros y puentes, lo que ha permitido tener costos promedio confiables para este tipo de trabajos, mismo que se reflejaron para estimar el costo total del proyecto.
- Para cada una de las partidas se analizaron sus requerimientos para cumplir con los estándares de desempeño definidos dentro de la reconstrucción o Rehabilitación Inicial, así como también los de su conservación periódica y rutinaria.

De acuerdo a las condiciones actuales del tramo carretero, incluidas en los inventarios, y al cumplimiento de los estándares de desempeño, se generó el presupuesto con las siguientes consideraciones:

**Pavimentos:** En la Rehabilitación Inicial (primeros 2.5 años) se ha considerado trabajos de Conservación Periódica y Reconstrucción tales como:

- 19.60 km de Reconstrucción de Losas de concreto hidráulico, perfilado y texturizado de las losas existentes.
- 10.20 km de Recorte de 5 cm de espesor del pavimento existente, ejecución de una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 8 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 87.06 km de Recorte de 10 cm de espesor del pavimento existente, ejecución de una Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 145.20 km de Recuperación del pavimento existente en un espesor de 15 cm, formación de base estabilizada con cemento portland de 15 cm, ejecución de una carpeta asfáltica de alto módulo de 10 cm y colocación de una microcarpeta de 3 cm.
- 26.00 km de Recuperación del pavimento existente en un espesor de 20 cm, formación de base estabilizada con cemento portland de 20 cm, ejecución de una carpeta asfáltica de alto módulo de 10 cm y colocación de una microcarpeta de 3 cm.

Durante el resto del periodo considerado en el APP se tienen consideradas las siguientes actuaciones de Conservación Periódica:

- 19.60 km de Reconstrucción de Losas de concreto hidráulico y perfilado y texturizado de las losas existentes.
- 268.46 km de Recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.

En la siguiente tabla se presenta, para cada subtramo, la calendarización de los trabajos de los trabajos de Rehabilitación Inicial y de conservación periódica, los cuales son complementados por la Conservación Rutinaria que tiene considerados los trabajos de: bacheo, calavereo, calafateo de grietas y limpieza de corona.

Tramo	Subtramo	Nombre	Longitud (km)	Ancho (m)	PROGRAMA PAVIMENTOS PROYECTO APP											
					2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
ME136B1-022.3-032.1A	ME136B1-022.3-032.1A	Texcoco	9.80	10.50		RLC+PRF							RLC+PRF			
ME/TL136C1-032.1-060.2A	ME/TL136C1-032.1-060.2A	Calpulalpan	27.55	10.00	F1C1+MIC							FR3+MIC				
ME136B1-022.3-032.1B	ME136B1-022.3-032.1B	pan	9.80	10.50		RLC+PRF							RLC+PRF			
ME/TL136C1-032.1-060.2B	ME/TL136C1-032.1-060.2B	(A y B)	27.55	10.00	F1C1+MIC							FR3+MIC				
TL136C1-060.2-072.9U	TL136C1-060.2-071.8U	Calpulalpan	11.40	7.60				RP15CA10						FR3+MIC		
	TL136C1-071.6-072.9U	pan	1.30	7.60				RP15CA10						FR3+MIC		
TL136C1-072.9-106.8A	TL136C1-072.9-085.9A	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. A)	13.00	9.70			RP20CA10							FR3+MIC		
	TL136LY-000.0-003.4A		3.40	10.00			F1C1+MIC							FR3+MIC		
	TL136C1-089.6-090.9A		1.30	10.00			F1C1+MIC							FR3+MIC		
	TL136LT-000.0-005.1A		5.10	9.80			F5C8+MIC							FR3+MIC		
	TL136C1-095.3-106.8A		11.48	10.20			F1C1+MIC							FR3+MIC		
TL136C1-106.8-141.5A	TL136C1-106.8-111.2A	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. B)	4.40	10.20			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136LA-000.0-006.0A		6.00	11.00			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136LA-006.0-011.0A		5.00	11.00			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-122.5-126.5A		4.00	10.00			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-126.5-141.5A		15.00	10.00			RP15CA10							FR3+MIC		
TL136C1-141.5-157.0A	TL136LH-000.0-005.0A	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. B)	5.00	9.50			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-145.6-157.0A		11.40	9.70			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-072.9-085.9B		13.00	9.90			RP20CA10							FR3+MIC		
TL136C1-072.9-106.8B	TL136LY-000.0-003.0B	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. B)	3.00	11.00			F1C1+MIC							FR3+MIC		
	TL136C1-089.6-090.9B		1.30	10.00			F1C1+MIC							FR3+MIC		
	TL136LT-000.0-005.1B		5.10	10.50			F5C8+MIC							FR3+MIC		
	TL136C1-095.3-106.8B		11.48	10.20			F1C1+MIC							FR3+MIC		
TL136C1-106.8-141.5B	TL136C1-106.8-111.2B	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. B)	4.40	10.20			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136LA-000.0-006.0B		6.00	10.90			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136LA-006.0-011.0B		5.00	10.90			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-122.5-126.5B		4.00	9.80			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-126.5-141.5B		15.00	9.80			RP15CA10							FR3+MIC		
TL136C1-141.5-157.0B	TL136LH-000.0-005.0B	Calpulalpan (Arco Norte) - X.C. Amozoc - Perote (Cpo. B)	5.00	9.60			RP15CA10							FR3+MIC		
	TL136C1-145.6-157.0B		11.40	9.60			RP15CA10							FR3+MIC		
TL136C1-157.0-174.0U	TL136C1-157.0-174.0U	X.C. - Zacatepec	17.00	8.50			RP15CA10							FR3+MIC		
TL/PU136C1-174.0-187.9U	TL/PU136C1-174.0-187.9U	Zacatepec	13.90	7.50				RP15CA10						FR3+MIC		

Tabla 27. Programa de pavimentos del APP Texcoco - Zacatepec.

**Taludes en Corte y Terraplenes:** En este apartado en específico para éste APP se tienen detectadas tres necesidades, que deberán de ser atendidas a la brevedad, las cuales son: i) Para controlar desprendimientos de pequeñas dimensiones se protegerán los taludes con malla, ubicándose una reposición general de malla en pequeños tramos ubicados entre los km 38+300 al 74+000; ii) Se requiere la estabilización de taludes en pequeños tramos ubicados entre los km 38+550 al 75+700; iii) Por último, se tiene una zona inestable rocosa en los km 40+100 al 40+600, para lo cual se requerirá su estabilización de forma urgente.

**Puentes y Estructuras:** Se propusieron trabajos de Rehabilitación Inicial a los puentes que se encuentran con daños considerables o con calificaciones superiores o iguales a 2. Se tienen actualmente 115 puentes y estructuras en el tramo carretero, de los cuales 5 tienen calificación de 4, 18 tienen calificación de 3 y otros 35 con calificación 2.

**Obras de Drenaje:** De acuerdo al inventario de obras de drenaje, se tienen 346 alcantarillas, 73.880 km de cunetas, 57 metros lineales de contracunetas, 36.388 km de bordillos y 813 lavaderos en condiciones de buenas a malas, de las cuales se parte para proponer los trabajos para reparar, reponer o corregir en caso de estar en mal estado o no cumplir con la capacidad hidráulica requerida, o conservación periódica y rutinaria para su mantenimiento general. A su vez, se tiene considerado la construcción de 6 alcantarillas por falta de capacidad hidráulica, 3.536 km de cunetas, 7.074 km de contracunetas, 547 lavaderos y 20 km de subdrenaje.

**Señalamiento y Dispositivos de Seguridad:** Para el cálculo del presupuesto se obtuvieron los inventarios actuales de los tramos en cuestión, calificando los estados actuales para una rehabilitación o conservación, obteniéndose:

- Señalamiento Vertical: se tienen 1,612 señalamientos verticales bajos, 851 señales de alineamiento tipo OD y 270 señalamientos altos, en estado de bueno a malo, de lo

anterior y por las características del proyecto se requiere de la colocación de 6,162 señalamientos de alineamiento tipo OD, 913 señales bajas y 34 señales altas.

- Señalamiento horizontal está definido con las longitudes equivalentes del tramo multiplicadas por 3 para cubrir las 3 rayas de pintura necesaria, alcanzando un total de 864.18 km, considerándose un repintado total en el primer año, contemplándose la utilización de pintura de altas especificaciones a partir de la Rehabilitación Inicial del pavimento, así como la incorporación de vibrolínea en ambos costados de la calzada a lo largo de toda la longitud.
- Los dispositivos de seguridad o barreras que integran este paquete carretero corresponden a defensas metálicas de 2 y 3 crestas con 50.110 km de defensa metálica existente, 112.630 km de barrera central y 102.950 km de valla antideslumbrante, en estados físicos que van del bueno a malo. De acuerdo a las necesidades del proyecto se requieren 4.534 m adicionales de defensa y 9.680 km de valla antideslumbrante.

**Funcionalidad del Derecho de Vía:** La funcionalidad del derecho de vía incluye los trabajos de rehabilitación de los paraderos y del cercado, y los trabajos de limpieza y deshierbe de todo el derecho de vía. En el tramo carretero Texcoco - Zacatepec se cuenta con 44 paraderos existentes, de los cuales 22 se encuentran en buenas condiciones y 22 en condiciones de regulares a mala, y en cuanto al cercado del derecho de vía se tienen 169.706 km.

**Servicios de vialidad:** El servicio de Vialidad que se incluye es el recorrido de un vehículo de auxilio y de atención provisional a percances menores de los elementos de la carretera que pudieran ser peligrosos para los usuarios, tales como cualquier elemento del señalamiento o de los dispositivos de seguridad como la defensa metálica, que por algún percance o accidente pudieran estar sobre la corona, animales muertos o basura de dimensiones considerables sobre la corona, algún vehículo descompuesto que pudiera estar estorbando parte de la calzada.

Después de haber hecho el análisis de toda la infraestructura y de todos los trabajos a ejecutar tanto para la Rehabilitación Inicial como para sus Conservaciones Rutinarias y Periódicas, se obtuvo el siguiente presupuesto Final para el APP Texcoco - Zacatepec:

Concepto	PRESUPUESTO PROYECTO APP TEXCOCO - ZACATEPEC											
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
<b>REHABILITACION INICIAL</b>												
CORONA (Pavimentos)	247.40	674.19	669.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,590.71
TALUDES en CORTE y TERRAPLENES	20.00	1.50	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00
PUNTES y ESTRUCTURAS	18.30	44.20	77.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	139.50
OBRAS DE DRENAJE	7.07	20.72	21.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.57
SEÑALAMIENTO y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	16.43	27.86	35.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.53
<b>SUBTOTAL REHABILITACION INICIAL</b> (Millones de Pesos sin IVA)	<b>309.21</b>	<b>768.47</b>	<b>808.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,886.31</b>
<b>CONSERVACION RUTINARIA, PERIODICA y OPERACIÓN</b>												
CORONA	4.43	4.90	2.40	4.55	6.46	6.46	73.80	175.85	133.85	4.55	3.23	420.49
TALUDES en CORTE y TERRAPLENES	0.70	1.55	1.08	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.68	13.45
PUNTES y ESTRUCTURAS	2.22	3.56	3.48	4.60	4.60	4.60	4.60	10.80	31.86	45.44	2.30	118.06
OBRAS DE DRENAJE	3.24	7.33	9.97	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	6.58	119.25
SEÑALAMIENTO y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	27.97	42.41	39.61	35.14	47.79	45.81	35.14	47.79	45.81	35.14	17.81	420.40
FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VIA	5.06	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	4.81	96.35
SERVICIOS DE VIALIDAD	6.09	12.18	12.18	12.18	12.18	12.18	12.18	12.18	12.18	12.18	6.09	121.83
<b>SUBTOTAL RUTINARIA, PERIODICA y OPERACIÓN</b> (Millones de Pesos sin IVA)	<b>49.70</b>	<b>81.54</b>	<b>78.32</b>	<b>80.60</b>	<b>95.16</b>	<b>93.18</b>	<b>149.84</b>	<b>270.74</b>	<b>247.82</b>	<b>121.44</b>	<b>41.49</b>	<b>1,309.84</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO APP INVERSION</b> (Millones de Pesos sin IVA)	<b>358.91</b>	<b>850.01</b>	<b>886.96</b>	<b>80.60</b>	<b>95.16</b>	<b>93.18</b>	<b>149.84</b>	<b>270.74</b>	<b>247.82</b>	<b>121.44</b>	<b>41.49</b>	<b>3,196.14</b>

**Tabla 2827.** Presupuesto Total del proyecto APP.

## La viabilidad técnica del proyecto.

Los esquemas de asociación público-privada tienen por finalidad satisfacer las necesidades de la colectividad, con la participación conjunta del sector privado y el sector público, mediante la prestación de servicios de largo plazo en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado, con el objeto de aumentar el bienestar social y los niveles de inversión en el país. Los proyectos que pueden contratarse mediante esquemas de asociaciones público privadas comprenden proyectos de infraestructura que pueden incluir escuelas, universidades, centros de salud, hospitales, carreteras, plantas de tratamiento de aguas, centros penitenciarios, entre otros.

Respecto a la gestión y administración de la red carretera federal libre de peaje, la conservación de carreteras se realiza conforme al presupuesto asignado anualmente a la DGCC de la SCT. Debido a que el mismo no responde a los requerimientos solicitados, la red no se encuentra en condiciones ideales, y lo que es más preocupante, el retraso en la ejecución de acciones de mantenimiento mayor a tiempo, debido a las limitaciones presupuestarias, inevitablemente ocurrirá un incremento en el alcance de los trabajos derivando en un crecimiento acelerado de las necesidades económicas. Por lo expuesto, se considera de vital importancia disponer de suficientes recursos a corto plazo para mejorar el estado físico de la red, evitar sobrecostos futuros, ofreciendo un mejor nivel de servicio y disminuyendo los costos de operación a los usuarios,

En la contratación tradicional de la conservación, al contratista se le paga por una cantidad de obra ejecutada, mientras que, en la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una serie de indicadores para que ocurra el pago, es decir, la contraprestación al contratista es por disponibilidad de un activo en las condiciones establecidas en el contrato.

La DGCC ha evolucionado en su sistema de contratación de la conservación de carreteras, primero con contratos por actividades tradicionales, posteriormente con contratos integrales plurianuales (varias actividades en un solo contrato - PROPIMI y PROMAI) y finalmente con los Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC), en que durante los tres primeros años se levanta la condición de la carretera a estándares pagándose por PUOT (precio por unidad de obra terminada) y a partir de que se logran éstos, por precio unitario mensual (PUM) por cumplimiento de estándares.

Como resultado del propio proceso evolutivo, del aprendizaje de la DGCC en los CPCC; de los cambios legislativos introducidos con la Ley de Asociaciones Público Privadas, así como del análisis de otros modelos de contratación alrededor del mundo, incluidas diferentes instituciones mexicanas (DGDC, Banobras, ...) la SCT ha optado por mejorar y migrar los contratos plurianuales de conservación de carreteras al esquema APP, con objeto de asegurar, en tiempo y forma, los requerimientos presupuestales, y simultáneamente mejorar la correcta prestación del servicio al integrarse el pago al desarrollador únicamente a través del PUM.

Los trabajos que deberá ejecutar el Desarrollador con la contratación de este proyecto son los siguientes:

- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de la corona (pavimento).
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de los taludes en corte y terraplenes.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de puentes y estructuras.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de obras de drenaje.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria del señalamiento y los dispositivos de seguridad.
- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de vialidad.

Con la integridad de estos trabajos se pretende levantar la condición de la carretera y ofrecer un servicio de alta calidad a los usuarios, estableciéndose los siguientes estándares de desempeño que se deberán cumplir, a más tardar, a fin de 2019 en todos los tramos contratados (a los 30 meses de iniciado el contrato).

- Estándar de corona, integrado por:
  - Deterioros superficiales -agrietamiento-,
  - Índice de Rugosidad Internacional (IRI),
  - Profundidad de roderas,
  - Coeficiente de fricción,
  - Macrotextura,
  - Capacidad estructural a través de las deflexiones,
  - Limpieza de la calzada y acotamientos.
- Estándar de taludes y remoción de derrumbes.
- Estándar de puentes y estructuras.
- Estándar de obras de drenaje.
- Estándar de señalamiento y dispositivos de seguridad, integrado por:
  - Señalamiento horizontal,
  - Señalamiento vertical,
  - Defensas y barreras centrales.
- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de vialidad.

El presente proyecto satisfecerá plenamente a los usuarios de los tramos carreteros del APP en materia de seguridad vial y comodidad de circulación.

La estructuración del proyecto ha sido completa y comprende todos los elementos necesarios para dotar de un alto estándar de calidad a los usuarios de los tramos de la red federal libre de peaje incluidos en el esquema APP.

Los estudios básicos y el Proyecto de Referencia desarrollado sustentan plenamente la suficiencia técnica y económica del proyecto.

Los Estados Unidos Mexicanos cuentan con un suficiente potencial de empresas y grupos desarrolladores, con capacidad para dar respuesta a los contratos de conservación plurianual de



carreteras por estándares con aportación de financiamiento privado, por lo que se pueden cumplir las metas previstas en el proyecto APP.

El esquema APP para conservación de carreteras está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) de la siguiente manera:

FIGURA I.1. ESQUEMA DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018.



El Plan Nacional de Desarrollo destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico para construir un **México Próspero**. Detalla el camino para impulsar a las pequeñas y medianas empresas, así como para promover la generación de empleos. También ubica el desarrollo de la infraestructura como pieza clave para incrementar la competitividad de la nación entera. Asimismo, identifica las fortalezas de México para detonar el crecimiento sostenido y sustentable, con el objeto de hacer que nuestro país se convierta en una potencia Económica emergente.

Meta IV. Un **México Próspero** que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

Una economía que quiere competir a nivel mundial necesita contar con una infraestructura que facilite el flujo de productos, servicios y el tránsito de personas de una manera ágil,

eficiente y a un bajo costo. Una infraestructura adecuada potencia la capacidad productiva del país y abre nuevas oportunidades de desarrollo para la población.

En cuanto al Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes se alinea de la siguiente manera:

Para contribuir a los objetivos marcados en el PND, el Sector Comunicaciones y Transportes, tiene como visión contar con infraestructura y plataformas logísticas modernas que detonen actividades de valor agregado y promuevan el desarrollo regional equilibrado del país. Se busca que la conectividad logística disminuya los costos de transporte, refuerce la seguridad, cuide el medio ambiente y mejore la calidad de vida de la población mexicana.

- Reducir costos logísticos del transporte carretero a través de:
  - I) consolidar ejes troncales,
  - II) librar núcleos urbanos,
  - III) realizar obras de conexión a los nodos logísticos como puertos y aeropuertos,
  - IV) ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento.
- Mejorar la seguridad vial
  - I) garantizando mejores condiciones físicas de la red,
  - II) con Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).
- Apoyar el desarrollo regional a través de:
  - I) mejorar y modernizar los caminos rurales y alimentadores,
  - II) Programa Temporal de Empleo (PET),
  - III) modernizar las carreteras interestatales.

El Plan Nacional de Desarrollo en materia de Comunicaciones y Transportes se resume en:

1. Comunicar poblaciones y generar traslados seguros.
2. Permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados.
3. Conectar sitios públicos como escuelas y universidades.
4. Mejorar la productividad con costos competitivos de servicios de comunicaciones y transportes.
5. Posicionar a México como plataforma logística a nivel internacional.

Por las razones anteriores, se determina que el proyecto es **VIABLE TÉCNICAMENTE**.