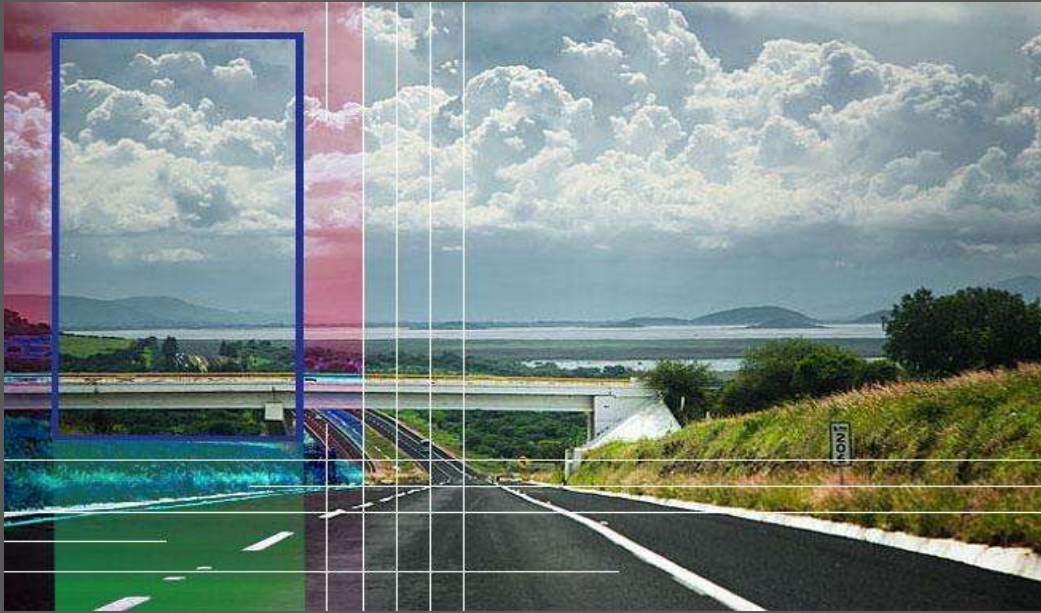




PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA FEDERAL NO. 15 MÉXICO – NOGALES; TRAMO MORELIA - JIQUILPAN.

**Maestría en Infraestructura del
Transporte en la Rama de Vías Terrestres**

Tesis que para Obtener el Grado de Maestro en
Ingeniería

Presenta: Ing. Juan Ríos Gutiérrez

Asesor: Dr. Jaime Saavedra Rosales

Morelia, Michoacán; Febrero de 2013



Universidad
Michoacana
de San
Nicolás de
Hidalgo /
Facultad de
Ingeniería
Civil /
División de
Estudios de
Posgrado



Agradecimientos

Un ciclo más en mi vida llega a su fin, un ciclo que aportó grandes y valiosas experiencias, las cuales lograron en mí importantes cambios reflejados en una madurez personal y profesional, sin embargo, el ciclo no hubiese llegado a su fin sin el apoyo de todas las personas que se involucraron a lo largo del mismo, es por ello que me encuentro profundamente agradecido con ustedes:

Mi familia;

Por su apoyo incondicional, pero sobre todo por la educación y valores que me inculcaron.

Mis Compañeros;

A los que más que compañeros, los considero unos grandes amigos, ya que, compartimos inolvidables vivencias y conocimientos: Mi tocayo Juan Pablo Arellano Molina, Luis Maycotte Salazar, El Chatito José Barajas Salcedo, Carlos Adolfo Coria Gutiérrez, Irving Dassaev Solórzano de la Mora, así como todos mis compañeros.

Mis Profesores;

Quienes nos aportaron y compartieron sus conocimientos que nos motivaron e influenciaron en el desarrollo de este Trabajo de Investigación, en especial el Dr. Jaime Saavedra Rosales quien me guío a lo largo de esta travesía convirtiéndose en un eslabón importante de este ciclo.

*ing. juan ríos gutiérrez
¡orgullosamente nicolaita!
uruapan, michoacán; febrero de 2013*

Índice

Agradecimientos.....	1
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS.....	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
HIPÓTESIS	8

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN..... 9

1.1. Ubicación y Contrastes Regionales de la Zona de Estudio Tramo Carretero Morelia – Jiquilpan.	10
1.1.1. Ubicación y Características Geométricas	10
1.1.2. Lerma – Chapala	13
1.1.3. Bajío	13
1.1.4. Cuitzeo	14
1.1.5. Pátzcuaro – Zirahuén	15

Capítulo 2. ESQUEMAS ACTUALES DE CONTRATACION Y CONSERVACIÓN CARRETERA..... 16

2.1. Esquemas Actuales de Contratación	17
2.1.1. Concesiones.....	17
2.1.2. Aprovechamiento de Activos	18
2.1.3. Proyectos de Prestación de Servicios (PPS)	20
2.2. Esquemas Actuales de Conservación de Carreteras	22
2.2.1. Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC)	22
2.3. Marco Legal.....	28
2.3.1. Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM) 28	
2.3.2. Ley de Asociaciones Público - Privadas (APP)	29

Capítulo 3. METODOLOGÍA A EMPLEAR..... 30

Capítulo 4. DIAGNOSTICO DEL ESTADO FISICO ACTUAL DEL TRAMO CARRETERO EN ESTUDIO..... 36

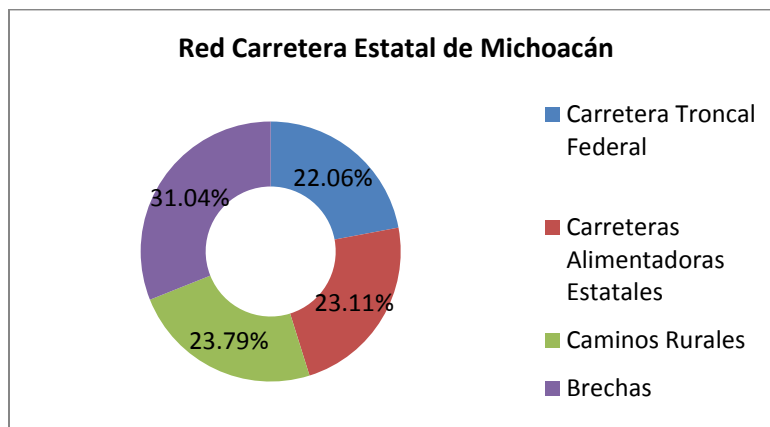
4.1. Evaluación Funcional	37
4.1.1. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	38
.....	44

4.1.2. Roderas	44
4.1.3. Pérdida de Fricción	49
4.2. Evaluación Estructural.....	54
4.2.1. Método No Destructivo.....	55
4.2.2. Método Destructivo	57
4.2.3. Cuantificación de la Capacidad Estructural Remanente del Pavimento	58
Capítulo 5. ESTRATEGIAS DE CONSERVACION.....	62
5.1. Alternativas de Solución (Corona)	63
5.1.1. Consideraciones Iniciales	63
5.1.2. Propuesta de la Alternativa de Solución.....	63
5.1.3. Programa de Conservación Plurianual.....	72
Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
6.1. Conclusiones.....	75
6.2. Recomendaciones.....	76
ANEXOS	77

JUSTIFICACIÓN

Desde una perspectiva económica, las vías de comunicación y los medios de transporte son de vital importancia para el desarrollo de nuestro país, ya que, a través de ellos se facilita la conexión geográfica que posibilita la movilidad de todo tipo de mercancías, pertenencias y materias primas, así como el traslado de personas, impactando de manera positiva al disminuir la marginación y beneficiar a la sociedad originando una diversidad cultural. Actualmente el 53% de la carga total que se mueve en el país, es través del autotransporte carretero, asimismo, el movimiento de pasajeros es del 97%, que consecuentemente genera 21 millones de empleos directos que contribuyen al 7.9% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional.¹

El estado de Michoacán cuenta con una infraestructura de la red carretera, que hoy en día, se encuentra en constante modernización y crecimiento, dicha red carretera se compone de un total de 12, 885 kilómetros, distribuidos de la siguiente manera: 2,842 corresponden a carretera troncal federal; 2,978 kilómetros son carreteras alimentadoras estatales; 3,065 kilómetros son caminos rurales, y 4,000 kilómetros corresponden a brechas.



| Gráfica 1. Distribución porcentual de la red carretera del Estado de Michoacán, Fuente: Elaboración Propia|

La economía michoacana se caracteriza por una estructura que se sitúa en importantes niveles de la escala nacional por un lado al sector agropecuario, que en varios productos ubica al estado en una posición estratégica, y por otro lado, un sector industrial que tiene

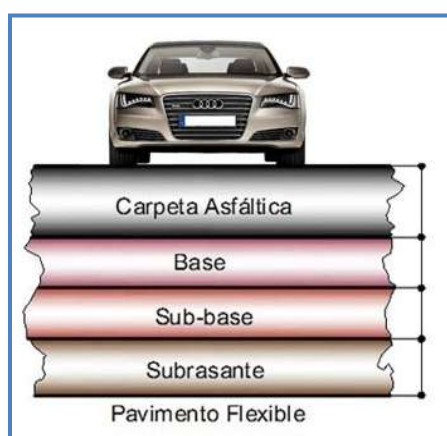
¹ Estadística básica del autotransporte federal 2010, Dirección General de Autotransporte Federal SCT (2010).

como puntal a la industria siderúrgica, ubicada en una zona de vital importancia para el país como lo es el Puerto de Lázaro Cárdenas en el Pacífico Mexicano.

Recientemente Michoacán representa el 2.1% del Producto Interno Bruto de México. Sus principales sectores económicos son: Servicios Comunales, Sociales y Personales (24.9% del PIB estatal); Comercio, Restaurantes y Hoteles (17.2%); Servicios Financieros (15.7%); Agropecuario, Silvicultura y Pesca (12.5%); Industria Manufacturera (12.4%); Transporte, Almacenaje y Comunicaciones (9.0%) y Construcción (6.2%).²

Usualmente es común asociar un pavimento flexible (Asfalto) a la red carretera nacional, ya que, aproximadamente más del 90% de la red se encuentra conformada por pavimento flexible, esto se debe en consecuencia al perfil petrolero del país y a sus cualidades, por mencionar las más importantes;

- Nivel de Confort Alto
- Innovación Tecnológica Dinámica
- Técnicas de Mantenimiento Efectivas
- Flexibilidad
- Versatilidad
- Modelos de Gestión muy Estudiados
- Apertura al Tráfico Inmediata
- Bajo Costo Inicial
- Posibilidad de Reciclar



| Imagen 1. Estructura típica de un pavimento flexible (Asfalto) Fuente: Elaboración Propia |

² Perspectiva de Michoacán, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011).

Sin embargo, las cualidades antes citadas se ven opacadas por el alto costo de conservación que el pavimento flexible requiere, esto se debe en gran medida a distintos factores que se relacionan, como lo son principalmente: Ausencia de Planeación, diseños deficientes e inadecuados de los pavimentos, indebidos procesos constructivos y el uso de materiales inapropiados que afectan el desempeño del pavimento, además de los distintos fenómenos climatológicos y el constante crecimiento del tránsito vehicular, ocasionan el deterioro prematuro del pavimento, que se refleja en la superficie de rodamiento derivándose un impacto negativo en los usuarios al incrementar los costos de operación vehicular. Estudios realizados por El Instituto Mexicano del Transporte respecto a los costos de operación vehicular³, indican que estos se ven incrementados considerablemente, si las condiciones geométricas y de la superficie de rodamiento no son las adecuadas.⁴

Por consiguiente, es importante contar con una infraestructura carretera que permita la movilidad de mercancías y personas eficientemente minimizando los tiempos de recorrido, abatiendo los costos de operación vehicular y brindando la seguridad que los usuarios y la economía demanda, ante ello.

³ *Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano (2010).*

⁴ *Pavimentos Flexibles: Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias. Instituto Mexicano del Transporte (1998).*

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una metodología de análisis técnico eficiente e integral, destinada a la conservación carretera para su empleo por empresas regionales.

Objetivos Específicos

1. Detallar los esquemas actuales de contratación y conservación de carreteras que se rigen en nuestro país en materia legal.
2. Especificar el tramo carretero en estudio, describiendo las actividades socioeconómicas relevantes de la región.
3. Plantear la metodología a emplear, para la propuesta estratégica de conservación del tramo carretero en estudio.
4. Evaluar y diagnosticar el estado físico de deterioro actual del tramo carretero Morelia - Jiquilpan, contemplando únicamente la superficie de rodamiento.
5. Desarrollar la propuesta técnica de conservación de la superficie de rodamiento, obras de drenaje y señalamiento mediante; el cálculo de las solicitudes de tránsito, la capacidad estructural remanente del pavimento existente, señalando las alternativas de solución.
6. Determinar la propuesta económica de conservación, por medio de la identificación y elaboración del catálogo de conceptos y precios unitarios indicando las alternativas viables.
7. Aportar las recomendaciones y conclusiones sobre los aspectos sobresalientes y significativos del trabajo de investigación.

HIPÓTESIS

Una metodología de análisis técnico eficiente e integral para la conservación carretera, determina una importancia estratégica para la economía del país, con los consecuentes beneficios a la sociedad.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1. *Ubicación y Contrastes Regionales de la Zona de Estudio Tramo Carretero Morelia – Jiquilpan*

- 1.1.1. Ubicación y Características Geométricas
- 1.1.2. Lerma – Chapala
- 1.1.3. Bajío
- 1.1.4. Cuitzeo
- 1.1.5. Pátzcuaro – Zirahuén

1.1. Ubicación y Contrastes Regionales de la Zona de Estudio Tramo Carretero Morelia – Jiquilpan.

1.1.1. Ubicación y Características Geométricas

El tramo carretero Morelia – Jiquilpan es uno de los más importantes del estado de Michoacán, ya que, forma parte de la carretera Federal Méx – 15 que une a las regiones de México, Morelia, Guadalajara y Nogales, dicho tramo carretero se ubica al Norte del Estado de Michoacán, cuenta con una longitud de 181 Km y atraviesa cuatro de las diez regiones del Estado que de acuerdo con el nuevo modelo de desarrollo regional definido por el Subcomité de Planeación para el Desarrollo Regional (SUPLADER)⁵ son la región de Lerma – Chapala, el Bajío, Cuitzeo y Pátzcuaro – Zirahuén.

A continuación se presentan las características geométricas del tramo carretero en estudio.

	CARRETERA:	DEL KM.	AL KM.	TIPO RED	ANCHO CORONA	TIPO TERRENO	VEL. PROYECTO Km/H	PENDIENTE MAX. %	GRADO MAX. CURVA °	DERECHO DE VIA
	TRAMO:									
RUTA 15	Morelia - Quiroga Cpo. "A"	10+000	14+700	Básica	11.00	P	90	3.0	4.00	20
	Morelia - Quiroga Cpo. "B"	10+000	14+700	Básica	11.00	P	90	3.0	4.00	20
	Morelia - Quiroga	14+700	19+000	Básica	7.80	LS	70	4.0	4.00	20
	Morelia - Quiroga	19+000	31+000	Básica	7.80	LS	60	6.0	7.00	20
	Morelia - Quiroga	31+000	37+000	Básica	7.80	LS	70	5.0	5.00	20
	Morelia - Quiroga	37+000	39+200	Básica	7.80	LS	60	6.0	6.00	20
	Quiroga - Carapan Cpo. "A"	39+200	40+400	Básica	6.00	P	40	4.0		6.0
	Quiroga - Carapan Cpo. "B"	39+200	40+400	Básica	6.00	P	40	4.0		6.0
	Quiroga - Carapan (2)	40+400	44+000	Básica	7.60	P	70	4.0	10	20.0
	Quiroga - Carapan (2)	44+000	60+000	Básica	8.00	M	60	6.0	10	20.0
	Quiroga - Carapan (2)	60+000	77+100	Básica	7.80	P	70	3.0	10	20.0

⁵ <http://www.cplade.michoacan.gob.mx/> [Consultada: 25 de febrero de 2012].

Quiroga - Carapan (2)	81+000	109+300	Básica	7.60	L	70	4.0	9	20.0
Carapan - Zamora	109+300	113+500	CORREDO R	7.50	L.S	60	-4.5	8.5	20.0
Carapan - Zamora	113+500	120+000	CORREDO R	7.30	P	60	-2.5	8.3	20.0
Carapan - Zamora	120+000	123+200	CORREDO R	7.30	L F	60	5.0	14.5	20.0
Carapan - Zamora	123+200	133+000	CORREDO R	7.30	P	70	-2.5	11.2	20.0
Carapan - Zamora	133+000	141+400	CORREDO R	10.50	L.S	80	4.0	8.8	20.0
Zamora - Jiquilpan	152+000	156+000	Básica	7.40	P	70	3.5	7.2	20.0
Zamora - Jiquilpan	156+000	158+300	Básica	9.00	L F	50	6.5	12.8	20.0
Zamora - Jiquilpan	158+300	160+000	Básica	7.40	L F	50	-7.0	7.5	20.0
Zamora - Jiquilpan	160+000	162+000	Básica	7.40	P	70	-0.5	8.0	20.0
Zamora - Jiquilpan	162+000	164+300	Básica	7.40	L.S	60	-4.5	14.0	20.0
Zamora - Jiquilpan	164+300	166+000	Básica	7.40	P	70	-0.5	5.6	20.0
Zamora - Jiquilpan	166+000	170+000	Básica	7.40	L.S	70	-4.5	8.9	20.0
Zamora - Jiquilpan	170+000	173+000	Básica	7.20	M	60	8.5	4.8	20.0
Zamora - Jiquilpan	173+000	175+000	Básica	7.30	L F	60	-7.0	5.7	20.0
Zamora - Jiquilpan	175+000	177+000	Básica	7.40	L.S	60	-3.5	11.0	20.0
Zamora - Jiquilpan	177+000	183+000	Básica	7.40	P	70	-1.5	5.3	20.0
Zamora - Jiquilpan	183+000	186+000	Básica	7.30	L F	60	-6.0	10.7	20.0
Zamora - Jiquilpan	186+000	187+000	Básica	7.20	L.S	60	1.5	7.0	20.0
Zamora - Jiquilpan	187+000	189+000	Básica	9.00	L.S	70	3.0	4.3	20.0
Zamora - Jiquilpan	189+000	191+000	Básica	9.00	P	70	0.5	4.0	20.0
Zamora - Jiquilpan	191+000	199+000	Básica	9.00	L.S	70	-4.5	14.9	20.0
Zamora - Jiquilpan	199+000	201+300	Básica	7.20	L.S	60	3.5	6.0	20.0

| Tabla 1. Características Geométricas del Tramo Carretero Morelia - Jiquilpan Fuente: DGCC SCT (2010) |

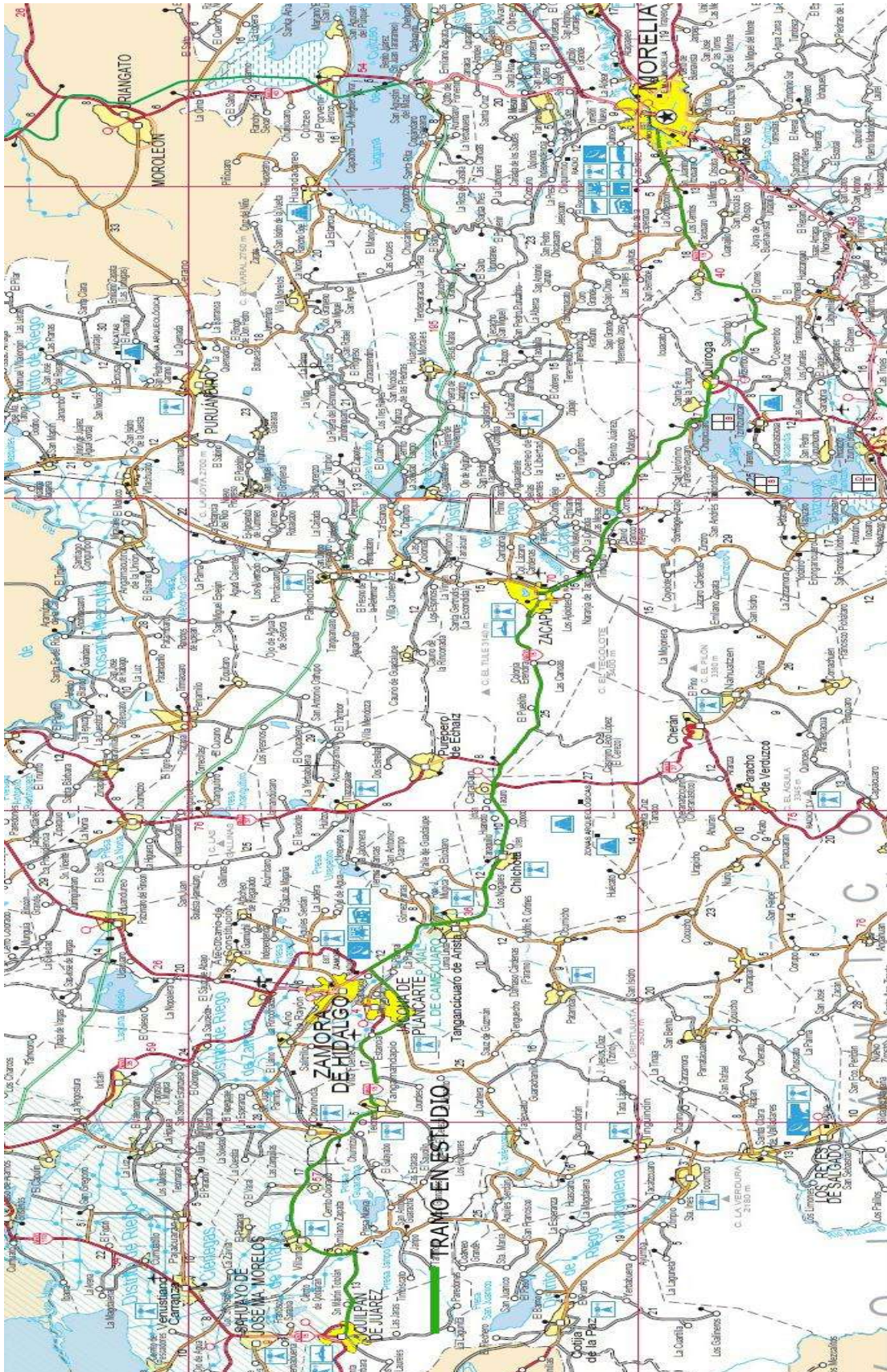


Imagen 2. Tramo Carretero en Estudio Morelia - Jiquilpan Fuente: Elaboración Propia a través de Dirección General de Planeación SCT |

1.1.2. Lerma – Chapala⁶

Cojumatlán de Régules, Tlazazalca y Villamar, destacan por su participación en actividades primarias; en tanto que Purépero, Marcos Castellanos, y Tangamandapio por su participación en actividades manufactureras y tres de las grandes zonas urbanas, Jiquilpan, Sahuayo y Zamora por servicios. Hay que destacar que en la industria laboran cerca de 42 mil trabajadores, lo que habla de una relativa importancia de la región en este sector.

En la Región destacan varios municipios por su potencial turísticos: Tangancícuaro, Jacona, Sahuayo y Zamora. Además existen opciones de ecoturismo en varios municipios, como por ejemplo, Purépero, Tlazazalca, Tangancícuaro, Tangamandapio, Villamar y Jiquilpan.

En cuanto al sector ganadero, la Región cuenta con el 12.4% de las cabezas del estado (la tercera región), en lo que se refiere a bovinos ocupa el quinto lugar y destaca el municipio de Marcos Castellanos con el 3.2% del estado.

Los principales problemas ambientales son la sobre explotación de los acuíferos; la contaminación de ríos, y la severa erosión, los tres impactan directamente las posibilidades de desarrollo sustentable de las ciudades y de las actividades primarias. Este severo problema se agrava por la falta de estudios sólidos y de acciones de divulgación y concientización de la sociedad.

Toda la región sufre de erosión severa de sus suelos agrícolas, y la parte baja (hacia la ribera del Lerma) tiene acuíferos sobre-explotados, cuestión prioritaria si tomamos en cuenta que es la base agrícola la que define a la región.

1.1.3. Bajío

La ubicación privilegiada de la Región Bajío le permite, en un radio de tan solo 300 kilómetros, tener acceso al 50 por ciento del mercado nacional. La región cuenta con 667 km de carreteras, de las cuales, 25% son troncales federales (dos a cuatro carriles); 33% están pavimentada y 41% revestidas. De 1960 al 1990, la población de la región se

⁶ <http://www.cplade.michoacan.gob.mx/Refiones/> [Consultada: 25 de febrero de 2012].

incrementó en un 30 por ciento; sin embargo, durante la última década, ha tenido un crecimiento negativo que incluso ha determinado un singular caso en el que se reduce la población. Etnias regionales: Purépecha. El municipio con mayor población indígena es Coeneo, seguido por Zacapu. Una problemática permanente es la falta de coordinación interinstitucional para atender los problemas regionales. La Región se le conoce por ser productora de trigo, ahí se cosecha el 60% de la producción del estado y la mitad de la cebada. También tiene otros cultivos importantes, entre los que destacan: maíz de riego, avena forrajera, jitomate, lenteja, sorgo, tomate verde, cebolla y garbanzo.

En la región, el 25% de la superficie está dedicada a agricultura de riego y humedad; el 30% es de temporal y el 12% se corresponde a pastizales. En cuanto al sector ganadero, destaca la superficie dedicada a este propósito; sobre todo, la producción de porcino y caprino alcanza su máxima expresión en esta región. En la rama minero-metalúrgica, los productos no metálicos tienen representación. Asimismo, en Zacapu se producen productos químicos y textiles. En la Región se observan interesantes atractivos turísticos, en especial sitios de belleza natural y vestigios arqueológicos, como en la Ciénega de Zacapu. Existen además, museos, muchos de ellos de gran interés.

1.1.4. Cuitzeo

La región Cuitzeo comprende un total de 13 municipios con una extensión territorial de 3,832 km² (6.16 % de la superficie del estado). Se ubica en el bajío michoacano y colinda al norte con el estado de Guanajuato; al este con los municipios de Maravatío e Hidalgo, y Tzitzio pertenecientes a la región Oriente; al sur con el municipio de Madero, de la región Tierra Caliente, así como con los municipios, Huiramba, Lagunillas y Quiroga, de la región Pátzcuaro – Zirahuén; al oeste con los municipios de Coeneo, Huaniqueo y Morelos pertenecientes a la región del Bajío.

Por su fisiografía, esta región se ubica entre las subprovincias sierras y bajíos michoacanos, la neovolcánica tarasca y la de mil cumbres. La mayor parte de su superficie se ubica a 1,851 msnm, siendo su principal elevación es el cerro del Quinceo. Se localiza en la cuenca hidrológica de los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Yuriria, así como en parte de Lerma – Salamanca. Su río principal es el Grande de Morelia y su lago más importante es el de Cuitzeo.

1.1.5. Pátzcuaro – Zirahuén

La región Pátzcuaro – Zirahuén comprende un total de 7 municipios con una extensión territorial de 1,650 km² (2.57% de la superficie del estado). Se ubica en la parte centro – norte del Estado y colinda al norte con municipios de Morelia, Coeneo y Zacapu; al este con los municipios de Acuitzio y Tacámbaro, pertenecientes a la región de Cuitzeo y de Tierra Caliente; al sur con los municipios de Arios de rosales y Taretan, de las regiones de Infiernillo y Purépecha, así como con el municipio de Nuevo Urecho de la región Apatzingán; al oeste con los municipios de Ziracuaretiro, Tingambato y Nahuatzen de la región Purépecha.

Entre los ríos que se encuentran en la región el Rio Prieto y el Cuanajo así como arroyos intermitentes como el Chorrito, además de manantiales de agua fría, el Choro, el Churcho y el Pozo. Su lago más importante el de Pátzcuaro.



| Imagen 3.Nueva Regionalización Michoacán. Fuente: SEPLADER (2010) |

Capítulo 2. ESQUEMAS ACTUALES DE CONTRATACION Y CONSERVACIÓN CARRETERA

2.1. *Esquemas Actuales de Contratación*

- 2.1.1. Concesiones
- 2.1.2. Aprovechamiento de Activos
- 2.1.3. Proyectos de Prestación de Servicios (PPS)

2.2. *Esquemas Actuales de Conservación de Carreteras*

- 2.2.1. Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC)

2.3. *Marco Legal*

- 2.3.1. Ley de Obras Publicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM)
- 2.3.2. Ley de Asociaciones Público – Privadas (APP)

2.1. Esquemas Actuales de Contratación

2.1.1. Concesiones⁷

El esquema recoge la experiencia mexicana e internacional de los últimos quince años en la materia. Ha sido específicamente diseñado por la SCT y Banobras para la realidad mexicana y bajo el marco jurídico mexicano. El esquema incentiva el cobro de tarifas accesibles para los usuarios, con límites establecidos por la SCT.

El nuevo esquema de concesiones para el desarrollo de infraestructura carretera con participación del sector privado, se ha planteado sobre la base de que la mayor parte de los tramos carreteros de cuota no son financieramente rentables por sí solos, por lo que plantea la inversión conjunta de recursos públicos y privados mediante mezclas de capital de riesgo privado, créditos bancarios y recursos federales y estatales en proporciones determinadas con base en las características de cada proyecto. La mezcla permitirá obtener una tasa de rentabilidad razonable para el capital privado y un uso más eficiente de los recursos públicos.

Las concesiones se otorgarán hasta por el plazo que permite la ley de la materia con objeto de no presionar la velocidad de la recuperación y permitir la obtención de financiamiento a los plazos óptimos que sea posible obtener en el mercado.

Sus principales características son:

- Se adjudican al participante cuya propuesta técnica y financiera cumple con los requisitos establecidos en las bases del concurso y solicita el menor monto total de recursos públicos.
- El plazo de concesión es fijo, hasta por 30 años, conforme a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.
- Los proyectos ejecutivos y los estudios de impacto ambiental de las obras son entregados por la SCT a todos los licitantes.
- Los derechos de vía liberados son entregados por el gobierno al licitante ganador.

⁷ *Asociaciones Público – Privadas para el Desarrollo Carretero en México Parte 1, Subsecretaría de Infraestructura. SCT (2011).*

- El gobierno realiza una aportación inicial de recursos públicos a cada proyecto.
- El gobierno se compromete a efectuar una aportación subordinada, en caso necesario, para asegurar el pago del servicio de los créditos usados para la construcción de las obras.
- El gobierno establece las tarifas medias máximas a cobrar en la vía y establece las reglas para su actualización periódica según el comportamiento de la inflación, de manera que resulten acordes con la capacidad de pago de los usuarios.
- En caso de que la inversión privada y su rendimiento se recupere antes de lo esperado, el excedente se compartirá, conforme a reglas previamente acordadas, entre el concesionario y Banobras, en su calidad de aportante de recursos públicos al proyecto.
- Ofrece a los inversionistas la oportunidad de participar en negocios rentables.

Proyecto	Longitud (km)	Monto (mdp)
Libramiento de Matehuala	14.2	428.4
Libramiento de Mexicali	41.0	793.1
Amozoc - Perote	103.0	1,857.0
Tepic - Villa Unión	152.0	3,041.9
Morelia - Salamanca	83.0	1,751.5
Libramiento Norte de la Ciudad de México	223.0	5,881.2
Libramiento de Tecpan	4.0	176.1
TOTAL	620.2	13,929.2

| Tabla 2. Concesiones Adjudicadas Bajo el Esquema de Contratación. Fuente: Subsecretaría de Infraestructura SCT (2011) |

2.1.2. Aprovechamiento de Activos⁸

El esquema que las Secretarías de Comunicaciones y Transportes y de Hacienda y Crédito Público han diseñado con el apoyo de Nacional Financiera para obtener los

⁸ Asociaciones Público – Privadas para el Desarrollo Carretero en México Parte 2, Subsecretaría de Infraestructura. SCT (2011).

recursos, consiste en aprovechar activos carreteros con un probado historial de operación para concesionarlos al sector privado a cambio del pago de una contraprestación con la que se saldarán compromisos previos y se obtendrán remanentes que se destinarán a la terminación de la autopista como obra pública, para su posterior concesión al sector privado. Una las obras de infraestructura carretera más importantes desarrolladas bajo este esquema, es la Actual autopista Durango - Mazatlán.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes estima que en el futuro esta modalidad de obtención de recursos puede ser muy importante para dar un impulso significativo a la modernización del sistema nacional de autopistas de cuota, ya que sin comprometer la solvencia de las instituciones públicas involucradas en el sistema ni afectar su capacidad de asumir sus compromisos financieros, permitirá al sector allegarse de recursos para avanzar en la modernización de la red nacional y a la vez facilitará la introducción de modernas prácticas operativas y de gestión que elevarán la calidad del servicio proporcionado a los usuarios.

Sus principales características son:

- El modelo permitió financiar 35 proyectos del Programa Carretero 2007 – 2012.
- Se aprovechan 23 autopistas de Cuota de la Red del Fondo Nacional de Infraestructura, para desarrollar 2,193.5 km de nuevas carreteras, considerando:
 - SCT y SHCP desincorporan activos carreteros del FONADIN a cambio de una indemnización,
 - SCT integra paquetes con autopistas de la red FONADIN y nuevas autopistas de cuota,
 - SCT otorga concesión mediante licitación pública y obtiene una contraprestación con la que paga al FONADIN, y
 - El concesionario ganador opera, conserva y explota los activos y las nuevas autopistas del paquete.

2.1.3. Proyectos de Prestación de Servicios (PPS)⁹

La escasez de recursos presupuestarios que enfrenta el Gobierno Federal hace necesaria la participación del sector privado para complementar la inversión y el gasto público, con objeto de superar rezagos en infraestructura y servicios, mediante asociaciones de largo plazo.

En los últimos años se han desarrollado nuevos modelos de financiamiento para proyectos de infraestructura y para la prestación de servicios públicos, los cuales se caracterizan por asociar recursos públicos y privados; reducir los costos para el sector público y mejorar sustancialmente la eficiencia en la operación de esos servicios.

Uno de estos esquemas es la asociación público-privada prevista en la llamada Iniciativa de Financiamiento Privado (“PPP/PFI” por sus siglas en inglés) cuya aplicación se inició en el Reino Unido a principios de la década de los noventa y que posteriormente se ha aplicado bajo diferentes denominaciones en Italia, Alemania, Holanda, Francia, España, Irlanda, Portugal, Finlandia, Grecia, Japón y Canadá, entre otros países, con gran aceptación y creciente éxito.

Este esquema de inversión público-privada permite aumentar la cuantía de los recursos públicos destinados a otras áreas prioritarias de impacto social; generar nuevos empleos y recursos fiscales; y, al mismo tiempo, ofrecer rendimientos competitivos a las inversiones privadas.

En este contexto, en 2003 el Gobierno Federal inició la instrumentación de este esquema, para lo cual la SHCP y la SFP definieron el marco legal que regula su aplicación, consistente de las reglas para la realización de los PPS, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (en adelante el Diario Oficial) el 9 de abril de 2004.

Así, durante 2003 se inició la primera fase del desarrollo de los PPS en los sectores salud, educación y carreteras, a través de la contratación de asesores externos (legal, financiero y técnico) con cuyo apoyo se han desarrollado esquemas de contratos PPS para hospitales, universidades y carreteras que han servido de base para la realización de proyectos en estos sectores.

⁹ *Asociaciones Público – Privadas para el Desarrollo Carretero en México Parte 3, Subsecretaría de Infraestructura. SCT (2011).*

Sus principales características son:

- El PPS implica la celebración de un contrato de servicios de largo plazo entre la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal que requiere los servicios (en adelante la entidad contratante) y la empresa privada (en lo sucesivo el inversionista proveedor) que puede prestarlos;
- Los servicios contratados sirven para que la entidad contratante preste, a su vez, los servicios públicos que tiene encomendados, por lo que el gobierno mantiene el control y la responsabilidad de ofrecer esos servicios;
- El inversionista proveedor presta sus servicios a la entidad contratante y no al público, por lo que no se trata de una privatización de servicios públicos;
- El inversionista proveedor se encarga del diseño, financiamiento, modernización, operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para que la entidad contratante pueda prestar el servicio público a su cargo; a cambio, la entidad contratante efectúa pagos periódicos al inversionista proveedor en montos que se determinan en función del proceso licitatorio para la adjudicación del contrato y del servicio efectivamente suministrado;
- Los servicios contratados se prestan mediante activos que el inversionista proveedor construye o provee, conforme a lo requerido por la entidad contratante. Los riesgos relacionados con el proyecto se distribuyen entre la entidad contratante y el inversionista proveedor de manera que cada riesgo sea asumido por la parte que mejor pueda controlarlo o mitigarlo. El inversionista asume la mayor parte de los riesgos de diseño, financiamiento, modernización, operación, conservación y mantenimiento de los activos con los que presta sus servicios, ya que se trata de un contrato de servicios y no de un contrato de obra;
- La entidad contratante sólo asume la obligación de pagar al inversionista proveedor por los servicios efectivamente prestados que cumplan con los requerimientos contratados; dado que registra los pagos correspondientes

como gasto corriente, no asume compromisos financieros de inversión que deban ser considerados como deuda pública;

- El monto del pago que recibe el inversionista proveedor se determina en función de la calidad y la disponibilidad de los servicios prestados, siempre que cumpla con los requerimientos y estándares de desempeño establecidos en el contrato PPS;
- El esquema debe generar beneficios económicos superiores a los que se obtendrían si el proyecto se llevara a cabo mediante esquemas tradicionales de obra pública y, al mismo tiempo, debe permitir que el inversionista proveedor logre una tasa de rendimiento competitiva sobre el capital invertido;
- La operación del proyecto debe generar empleos e ingresos fiscales. La estructura legal y financiera del esquema debe contar con suficiente certeza jurídica, credibilidad y transparencia para asegurar el financiamiento necesario para llevar a cabo el proyecto;
- El procedimiento de contratación está sujeto a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (Ley de Adquisiciones) y su Reglamento, a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (Ley de Presupuesto), así como a los demás ordenamientos jurídicos aplicables; y
- El esquema no puede ser utilizado para la contratación de servicios que deban ser proporcionados de manera exclusiva por el sector público.

2.2. Esquemas Actuales de Conservación de Carreteras

2.2.1. Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC)¹⁰

La SCT ha realizado un estudio de planeación para definir estrategias de conservación de la red federal mediante contratos sujetos a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM) y ha comenzado a otorgarlos por plazos de diez

¹⁰ *Conservación de Carreteras Federales Libres de Peaje Ing. Arturo M. Monforte Ocampo (2008).*

años. Dada la conveniencia de efectuar los trabajos con base en el cumplimiento de estándares de desempeño, lo que le permitirá a la Secretaría mejorar de manera sustancial el servicio a los usuarios y tener mayor certidumbre presupuestal para la conservación de los principales tramos federales del país, esto es, contar con un presupuesto irreductible.

Las obras y servicios que están a cargo del Contratista son los siguientes:

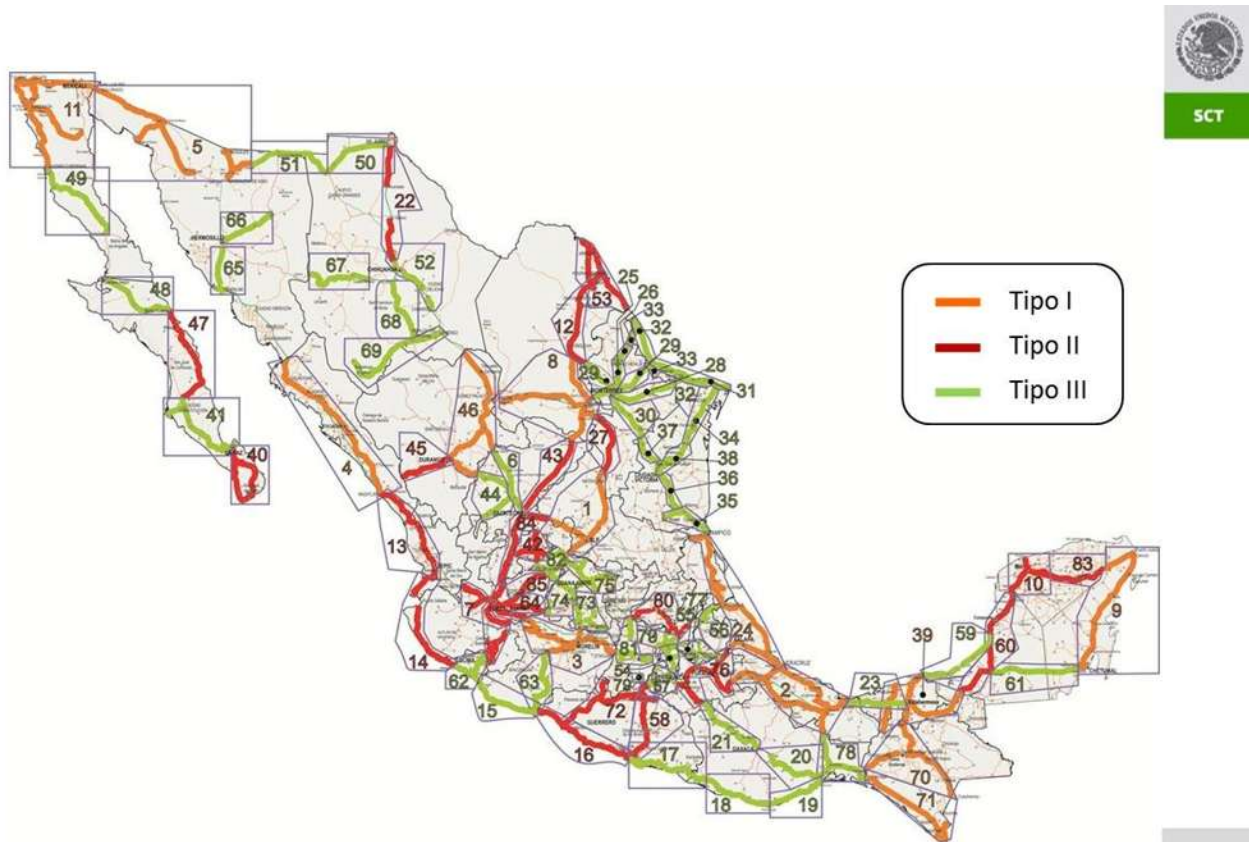
- Conservación periódica y rutinaria de la superficie de rodamiento y de los puentes.
- Conservación de las señales y elementos de seguridad en las carreteras.
- Servicios de vialidad para propiciar el uso seguro, cómodo y eficiente de las carreteras.
- Reconstrucción del pavimento y de puentes.

Cabe mencionar que la conservación periódica está dirigida a restituir la calidad de rodadura; su vida útil es de dos a siete años; la conservación rutinaria se refiere a los trabajos cotidianos que se aplican en la superficie de rodadura y derecho de vía, como son el bacheo, la rehabilitación o restitución del señalamiento, desyerbe y limpieza de obras de drenaje, entre otros.

Los criterios considerados para definir los paquetes a conservar mediante los CPCC son los siguientes:

- Aplicación prioritaria en tramos de corredores y de red básica;
- Tránsito promedio ponderado mayor a 4,000 vehículos diarios;
- Dar continuidad de rutas;
- Longitudes y períodos de contratación que permitan obtener economías de escala en la gestión con el sector privado:
 - Tipo I (Grandes): Longitud equivalente mayor a 500 km.
 - Tipo II (Medianos): Longitud equivalente mayor a 300 Km. y menor a 500 km.
 - Tipo III (Pequeños): Longitud equivalente menor a 300 km.
- Aspectos sociales, económicos y estratégicos (tramos que llegan a ciudades importantes, tramos que representan la única vialidad entre dos ciudades o poblaciones, etc.)

- Se han identificado 85 paquetes, de los cuales:¹¹
 - 13 corresponden a contratos para empresas o asociaciones que solventen altas inversiones (Tipo I);
 - 24 paquetes que requieren un financiamiento en promedio 50% menor que el anterior (Tipo II), con lo cual podrán participar empresas medianas o asociaciones de pequeñas empresas para cumplir los requisitos y;
 - 48 paquetes con financiamiento menor a las anteriores en la que podrán participar también medianas y pequeñas empresas con posibilidad de asociaciones (Tipo III).
- El plazo de los contratos plurianuales de conservación de carreteras es de 7 años y la vida remanente de los tramos al final del contrato debe ser de 3 a 5 años.



| Imagen 4. Ubicación de los Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras. Fuente: Subsecretaría de Infraestructura SCT (2012) |

¹¹ Nuevos esquemas para la Conservación de Carreteras. Ing. Carlos Alberto Romero Bertrand. Decima Novena Reunión Nacional de Ingeniería de Vías Terrestres. Mazatlán (2012).

2.2.1.1. Forma de Pago

Para los trabajos de Reconstrucción, los pagos se hacen por precio unitario por obra terminada (PUOT).

Los trabajos de conservación se pagan por cumplimiento de estándares de desempeño o por precio unitario por obra terminada (PUOT), como sigue:

- Conservación periódica de pavimentos, a pagar por cumplimiento de estándares de desempeño siempre que las sobrecarpetas no excedan los 5 cm de espesor; así mismo se pagarían riegos de sello y otros tratamientos superficiales como “Open Graded”, SMA, CASAA, etc.
- Conservación periódica de pavimentos a pagar por PUOT: los trabajos que excedan los 5 cm de espesor.
- Conservación rutinaria de pavimentos: por cumplimiento de estándares
- Conservación periódica y rutinaria de puentes: por PUOT.
- Los estándares de desempeño que se utilizarán para verificar la calidad de los trabajos del contratista son indicadores que se agrupan conforme a los siguientes elementos:

Nº	Elemento	Número de Indicadores
1	Corona (IRI, roderas, resistencia al deslizamiento, baches)	4
2	Terracerías (derrumbes, deslaves y recargue de taludes)	1
3	Drenaje (obras menores, complementarias)	2
4	Señalamiento y dispositivos de seguridad (vertical, horizontal, defensas y barreras)	3
5	Puentes y estructuras (elementos metálicos y de concreto, drenes, apoyos y juntas, cauces)	3
6	Funcionalidad del derecho de vía (desmonte y limpieza)	2
7	Servicios de vialidad (comunicaciones, atención de incidencias)	2
	TOTAL	17

| Tabla 3. Estándares de Desempeño. Fuente: Subsecretaría de Infraestructura SCT (2012) |

2.2.1.2. Programación de los Trabajos

La SCT licita los contratos con base en un Proyecto Conceptual o de Referencia, definido como el conjunto de documentos entregados por la SCT a los licitantes como parte de las Bases de Concurso (apartado técnico) como son:

- Un diagnóstico del estado físico de las carreteras elaborado específicamente para el caso.
- Un programa de conservación de referencia, elaborado con base en el diagnóstico anterior y en la proyección de los trabajos a ejecutar en el plazo contractual, determinados con los Modelos de Gestión de la Conservación que opera la DGCC para tramos y para puentes.
- Información de tránsito.
- Otros estudios y proyectos disponibles que puedan ser de utilidad para los licitantes.

El Proyecto Conceptual permite a los licitantes integrar sus propuestas y sugerir cambios al mismo a través de las juntas de aclaración.

Una vez firmado el CPCC y antes de iniciar los trabajos, el contratista realizará los diagnósticos, estudios y proyectos específicos necesarios durante la vigencia del contrato para cumplir con el objeto del mismo y que tendrán que ser aprobados en alcance y presupuesto por la SCT y que tomarán en cuenta la condición de la carretera al momento de elaborar los proyectos.

Los licitantes deberán, tomando como base el Proyecto Conceptual, presentar su Programa Plurianual de Conservación y el Programa para el primer año del contrato, mismos que serán evaluados por la SCT para verificar el cumplimiento técnico.

Con base en el Programa Plurianual de Conservación, los licitantes elaborarán el presupuesto total del contrato y el presupuesto inicial para cada uno de los trabajos que se pagarán por actividades en el primer año de vigencia del contrato, que serán igualmente evaluados por la SCT para constatar la consistencia técnica y económica de la propuesta.

El Programa Plurianual de Conservación del licitante ganador se revisará anualmente conforme a un procedimiento establecido en el contrato.

2.2.1.3. Etapa Inicial

- Durante la etapa de inicio la principal obligación del contratista es ejecutar los trabajos necesarios para que los tramos cumplan con los estándares de desempeño.
- Durante esta etapa cualquier tramo dentro del paquete carretero que ya cumpla al 100% (en toda su longitud) un indicador/subcomponente de pago tendrá derecho al pago de ese subcomponente y la obligación de conservarlo.
- La fecha en que se tendrán que concluir los trabajos relativos a la etapa de inicio para cada tramo quedará normada en el contrato
- Los trabajos de reconstrucción y conservación periódica ejecutados durante la etapa de inicio, se pagarán conforme al avance de obra siempre que cumplan con las especificaciones y requerimientos técnicos.
- Los trabajos que no cumplan con los conceptos mencionados estarán sujetos a las sanciones previstas en la LOPSRM.

2.2.1.4. Etapa de Operación

- Durante la etapa de inicio la principal obligación del contratista es ejecutar los trabajos necesarios para que los tramos cumplan con los estándares de desempeño.
- Durante esta etapa cualquier tramo dentro del paquete carretero que ya cumpla al 100% (en toda su longitud) un indicador/subcomponente de pago tendrá derecho al pago de ese subcomponente y la obligación de conservarlo.
- La fecha en que se tendrán que concluir los trabajos relativos a la etapa de inicio para cada tramo quedará normada en el contrato.
- Los trabajos de reconstrucción y conservación periódica ejecutados durante la etapa de inicio, se pagarán conforme al avance de obra siempre que cumplan con las especificaciones y requerimientos técnicos.
- Los trabajos que no cumplan con los conceptos mencionados estarán sujetos a las sanciones previstas en la LOPSRM.

2.3. Marco Legal

2.3.1. Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM)¹²

En un contexto general la nueva LOPSRM es un instrumento jurídico de vanguardia que permite solucionar los diferendos que surgen en la ejecución de los proyectos de infraestructura, simplificando las licitaciones y proporcionando certeza a todos aquéllos que asumen riesgos en proyectos de inversión. Precizando que la dependencia o entidad podrá establecer en la convocatoria que los licitantes tendrán a su cargo gestionar la adquisición de los bienes inmuebles o constitución de derechos reales que correspondan, que sean necesarios para ejecutar las obras públicas.

La LOPSRM contiene 7 Títulos que a su vez incorporan 104 Artículos, seguido de los correspondientes artículos transitorios.

Número de Título	Descripción
Título Primero	Se refiere a las disposiciones preliminares
Título Segundo	Describe los procedimientos de contratación; 1.- Licitación Pública, 2.- Invitación a cuando menos tres personas y 3.- Adjudicación Directa
Título Tercero	Se refiere a los esquemas de contratación y ejecución
Título Cuarto	Se refiere a la administración directa relacionada con la técnica para realizar los trabajos correspondientes
Título Quinto	Se refiere a la información y verificación relacionada primordialmente con la Secretaría de la Función Pública
Título Sexto	Describe las infracciones y sanciones resultado de infringir las disposiciones de esta ley
Título Séptimo	Se refiere principalmente a la solución de inconformidades

| Tabla 4. Contenido General LOPSRM. Fuente: Elaboración Propia |

¹² Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM). Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 9 de Abril de 2012.

2.3.2. Ley de Asociaciones Público - Privadas (APP)

En los últimos años en México, tanto en el gobierno federal como en las entidades federativas, se han celebrado contratos dentro de los esquemas conocidos como asociaciones público-privadas (APPs) o proyectos para prestación de servicios (PPS). Ahora, con la publicación de la Ley de Asociaciones Público Privadas (Ley de APP)¹³ se creó un esquema normativo general para impulsar la inversión y el desarrollo económico.

A través de la Ley de APP se creó un marco jurídico para formalizar las asociaciones de la administración pública federal con particulares para la prestación de servicios, incluidos aquellos en los que se requiera construir infraestructura, mediante esquemas de financiamiento distintos a los contemplados por la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, así como por la Ley de Adquisiciones y Arrendamientos del Sector Público.

Número de Título	Descripción
Título Primero	Se refiere a las disposiciones preliminares
Título Segundo	Aborda la preparación e inicio de los proyectos
Título Tercero	Regula la presentación de la denominadas "propuestas no solicitadas"
Título Cuarto	Se refiere a la adjudicación de los proyectos
Título Quinto	Regula la adquisición de los bienes para desarrollar los proyectos
Título Sexto	Se refiere a los elementos que configuran un esquema de asociación público - privada
Título Séptimo	Hace referencia a la ejecución de los proyectos
Título Octavo	Regula la modificación y prórroga de los proyectos
Título Noveno	Aborda con detalle las causales de terminación de los contratos de asociación público - privada
Título Décimo	Se refiere a la supervisión de los proyectos
Título Undécimo	Establece lo relativo a las infracciones y sanciones
Título Duodécimo	Prevé las controversias en caso de divergencias de naturaleza técnica o económica

| Tabla 5. Contenido General APP. Fuente: Elaboración Propia |

¹³ Ley Asociaciones Público - Privada Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 16 de enero de 2012.

Capítulo 3. METODOLOGÍA A EMPLEAR.

El desarrollo de esta investigación de carácter documental, se comprende bajo el empleo de una metodología de análisis e interpretación, propuesta bajo la influencia de los esquemas actuales de conservación carretera, regulados por la dependencia de gobierno la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), respetándose y tomándose como guía específicamente los criterios técnicos siguientes marcados en los Contratos Plurianuales de Conservación Carretera (CPCC):

1. Aplicación prioritaria en tramos de corredores y de red básica.
2. Tránsito promedio ponderado mayor a 4,000 vehículos diarios;
3. Longitudes y períodos de contratación que permitan obtener economías de escala en la gestión con el sector privado en los que participan medianas y pequeñas empresas con posibilidad de asociaciones:
 - a. Tipo III (Pequeños): Longitud equivalente menor a 300 km que de acuerdo a nuestro caso de estudio se presenta una longitud de 181 km.
4. Aspectos sociales, económicos y estratégicos (tramos que llegan a ciudades importantes, tramos que representan la única vialidad entre dos ciudades o poblaciones, etc.)
5. El plazo de los contratos plurianuales de conservación de carreteras es de 7 años y la vida remanente de los tramos al final del contrato debe ser de 3 a 5 años.

Una vez analizados y definidos los criterios anteriormente descritos, se procede a la determinación del tramo carretero que posea dichas características, para lo cual se desarrolla la siguiente metodología:

A. Identificación de la Problemática: ¹⁴

La ausencia de planeación, los diseños deficientes e inadecuados de los pavimentos, indebidos procesos constructivos, el uso inapropiado de materiales, los fenómenos

¹⁴ *Administración de Pavimentos Asfálticos. Una Necesidad para las Naciones Emergentes. Francisco J. Moreno Fierros. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).*

climatológicos y el constante crecimiento del flujo vehicular son solo algunos de los problemas peculiares que ocasionan el deterioro prematuro del pavimento, que se ve reflejado en la superficie de rodamiento derivando un impacto negativo en los usuarios al incrementar los costos de operación vehicular y de conservación.¹⁵

La SCT ha realizado un estudio de planeación para definir estrategias de conservación de la red federal mediante contratos (Contratos Plurianuales de Conservación Carretera CPCC) sujetos a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM) y ha comenzado a otorgarlos por plazos de diez años según sea el caso. Dada la conveniencia de efectuar los trabajos con base en el cumplimiento de estándares de desempeño, lo que le permitirá a la Secretaría mejorar de manera sustancial el servicio a los usuarios y tener mayor certidumbre presupuestal para la conservación de los principales tramos federales del país, esto es, contar con un presupuesto irreductible, no obstante, al ser prácticamente un nuevo esquema de conservación carretera nos obliga a desarrollar una metodología de análisis ingenieril que permita cumplir con los estándares de desempeño de manera óptima y planificada.¹⁶

B. Encuadre de la Zona de Estudio:

El tramo carretero Morelia – Jiquilpan es uno de los más importantes del estado de Michoacán, ya que, forma parte de la carretera Federal Méx – 15 que une a las regiones de México, Morelia, Guadalajara y Nogales, dicho tramo carretero se ubica al Norte del Estado de Michoacán, cuenta con una longitud de 181 Km y es la zona de estudio designada, ya que cumple con los cinco criterios técnicos tomados como guía de los Contratos Plurianuales de Conservación Carretera (CPCC) además de ser una de las zonas más dinámicas en el contexto económico dentro del Estado.

C. Diagnóstico de la Problemática:

La información estadística empleada (mediciones) en el desarrollo de este trabajo de investigación es una aportación de la Dirección General de Conservación de Carreteras que forma parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, dicha información

¹⁵ *Como Construir Pavimentos Asfálticos Duraderos con Menores Costos de Mantenimiento.* Paul Lavaud. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).

¹⁶ *El Desarrollo de la Infraestructura Carretera: Presente y Futuro.* F. Barajas SCT. Decima Novena Reunión Nacional de Ingeniería de Vías Terrestres. Mazatlán (2012).

estadística denominada (Proyecto Conceptual de Referencia)¹⁷ comprende mediciones correspondientes a los estándares de desempeño relativos a la Corona (IRI, Roderas, Resistencia a la Fricción y Deterioros Superficiales).

A fin de conocer el estado actual de deterioro superficial y la capacidad estructural remanente del tramo seleccionado en análisis, el diagnóstico se divide en dos secciones:

C.1. Evaluación Funcional:¹⁸

El objetivo de una evaluación funcional es identificar las deficiencias principalmente relacionadas con la calidad de la superficie de rodamiento considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la serviciabilidad de la superficie de rodamiento, por consiguiente, dichos factores corresponden a los estándares de desempeño antes citados.

C.2. Evaluación Estructural:¹⁹

El objetivo principal de esta evaluación a grandes rasgos es la cuantificación de la capacidad estructural remanente del pavimento, para cumplir dicho objetivo la evaluación se divide en dos aspectos importantes:

C.2.1. Estudios de Tránsito²⁰

Los Estudios de Tránsito tendrán por objeto determinar las características del tránsito y su evolución en un período que abarque la vida útil del refuerzo o reconstrucción del pavimento (Período de Diseño), y generar los parámetros de diseño y los insumos para el análisis Beneficio-Costo.

El Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), la composición por tipo de vehículos y su tasa de crecimiento se obtendrán en los Datos Viales editados por la SCT.

¹⁷ Proyecto Conceptual de Referencia: Mediciones Relacionadas a los Estándares de Desempeño (IRI, Coeficiente de Fricción, Profundidad de Rodera y Deflexiones) Realizadas por Triada por orden de la DGCC SCT puestas a disposición de los licitantes temporalmente en <https://compranet.funcionpublica.gob.mx/>

¹⁸ Evaluación de Resistencia a la Fatiga en Mezclas Asfálticas. Horacio Delgado Alamilla. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).

¹⁹ Aspectos Importantes Derivados de la Utilización del Deflectómetro de Impacto FWD Aplicados para la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles. Manuel Zarate Aquino. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).

²⁰ Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras. DGST SCT. XXIV Congreso Mundial de Carreteras. (2011).

C.2.2. Mediciones de Deflexión

Por su parte, la Dependencia efectuó mediciones de deflexión, las cuales están integradas en el diagnóstico inicial de referencia, que permitirán evaluar de forma no destructiva el comportamiento estructural del pavimento y, por medio de procesos conocidos como retrocálculo de variables, se encuentran determinados los módulos elásticos de cada una de las capas que conforman dicha estructura del pavimento. Así mismo, conociendo otras variables, como los espesores de cada capa del pavimento, será posible determinar la capacidad estructural realmente del pavimento.²¹

D. Estrategias de Conservación:

Tomando como base los resultados de la evaluación funcional y estructural se formularán los planteamientos de las estrategias de conservación, al formular los planteamientos se cuidará que cada una de ellas sea representativa de un tipo o criterio de solución, evitando presentar variantes de una misma opción, para cada alternativa planteada (dos alternativas equivalentes como mínimo) se hará un diseño de los espesores del refuerzo o reconstrucción del pavimento para una vida útil de 12 años, utilizando el Método de la UNAM (DISPAV 5)²². Cada diseño tendrá como soporte la memoria de cálculo respectiva, la cual se concentrará en los anexos de los estudios correspondientes.

D.1. Valoración Económica de las Estrategias de Conservación:

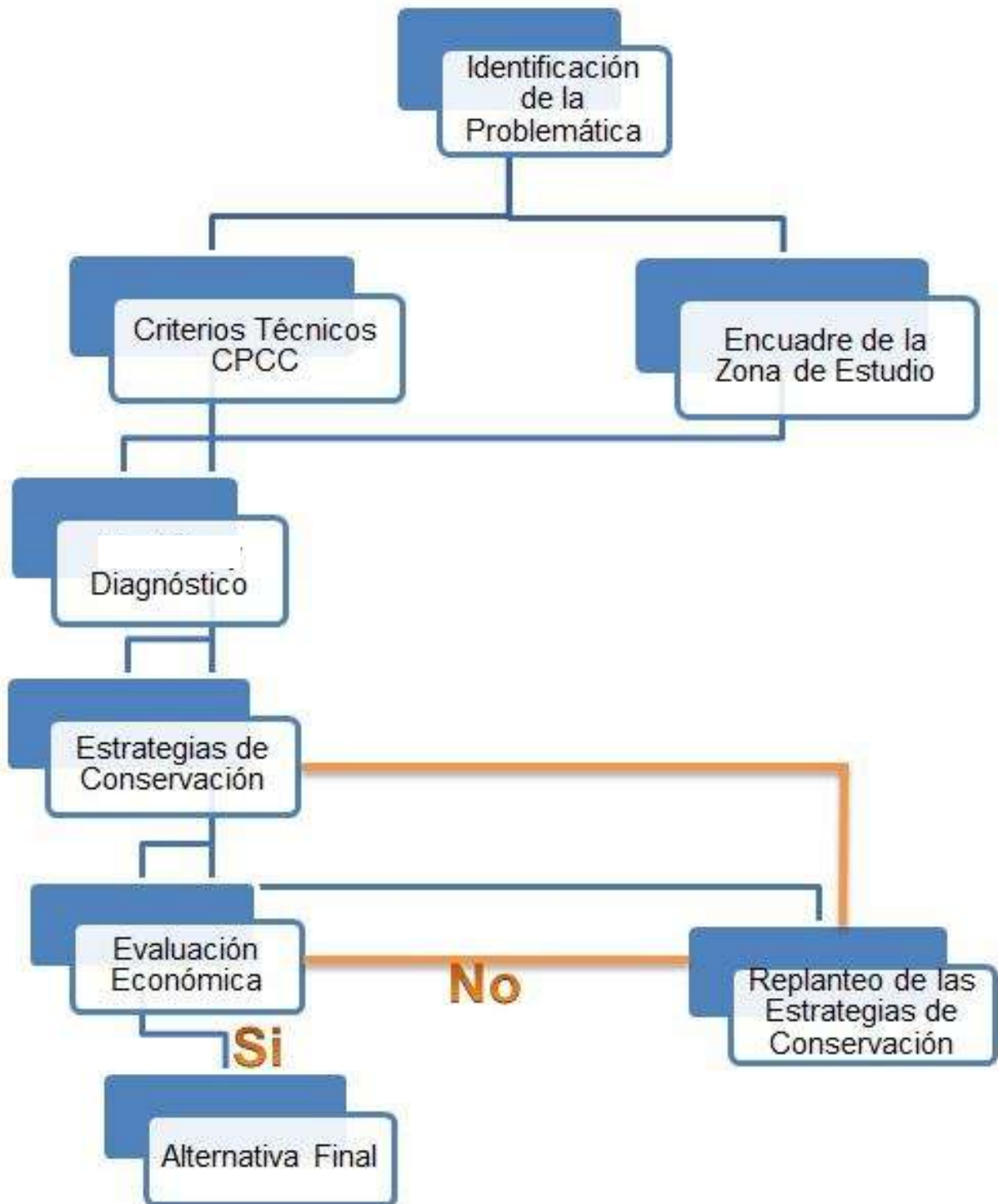
Con los espesores de diseño obtenidos se hará el cálculo de las cantidades de obra aproximadas para los presupuestos de las alternativas de solución propuestas.

D.2. Alternativa Final:

Las alternativas de solución serán comparadas en el análisis Beneficio-Costo de los Estudios. En este análisis se consideran como costos las inversiones que serán realizadas en la construcción. Los beneficios serán los obtenidos por ahorros en los costos de operación vehicular.

²¹ Puesta en Práctica de Equipos de Alto Rendimiento para la Evaluación de Pavimentos en la Red Opera por CAPUFE. Rafael Soto Espitia. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).

²² Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos, Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones. Santiago Corro c. /Guillermo Prado o. Instituto de Ingeniería, UNAM (1999).



| Imagen 5. Diagrama Flujo Fuente: Elaboración Propia |

Capítulo 4. DIAGNOSTICO DEL ESTADO FISICO ACTUAL DEL TRAMO CARRETERO EN ESTUDIO.

4.1. Evaluación Funcional

4.1.1. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

4.1.2. Roderas

4.1.3. Pérdida de Fricción

4.2. Evaluación Estructural

4.2.1. Método No Destructivo

4.2.2. Método Destructivo

4.2.3. Cuantificación de la Capacidad Estructural Remanente del Pavimento

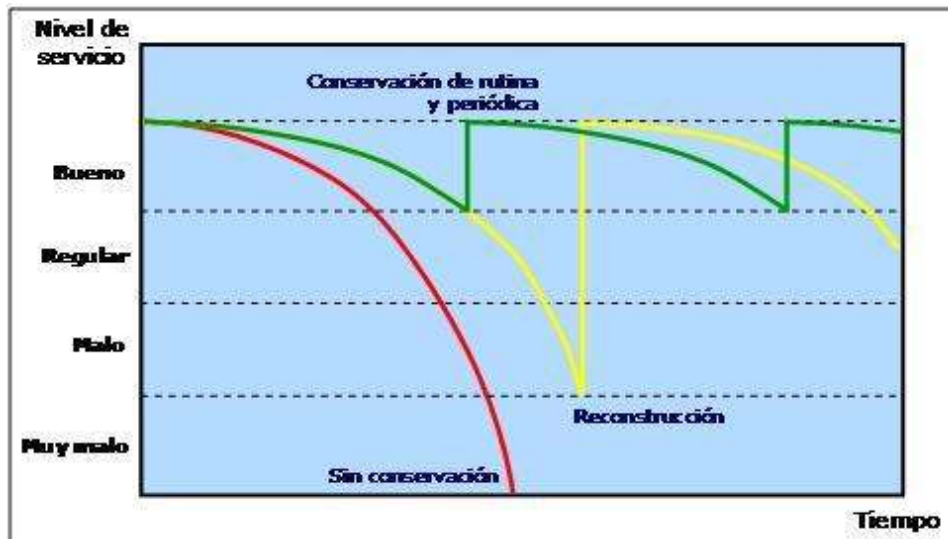
4.1. Evaluación Funcional²³

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie de rodamiento y el estado general de las condiciones físicas del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la serviciabilidad, seguridad y costos de operación que se reflejan en el usuario. Entre este tipo de deficiencias se encuentran:

- Índice de Rugosidad Internacional (IRI)
- Roderas
- Pérdida de Fricción

RANGO	IRI (m/km)	PROF. RODERAS (mm)	COEF. FRICCIÓN (μ)
1	≤ 2.5	≤ 15	0.4 – 0.8
2	2.5 – 4.6	15 – 25	< 0.4
3 y 4	≥ 4.6	≥ 25	> 0.8

| Tabla 6. Rangos de los Indicadores de Desempeño. Fuente: SCT DGCC 2012 |



| Imagen 6. Curvas de Degradación del Pavimento. Fuente: SCT DGCC 2012 |

²³ Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para Obras de Vialidades de Baja California.

4.1.1. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)²⁴

La rugosidad de la superficie de rodamiento de un pavimento (asfáltico o de concreto hidráulico), es el conjunto de irregularidades o deformaciones longitudinales permanentes que va experimentando a lo largo de su vida funcional. El Índice de Rugosidad Internacional (IRI), es la suma de los desplazamientos verticales que experimenta una llanta al circular sobre la superficie del pavimento de un tramo carretero de longitud preestablecida (generalmente un kilómetro), la cual lleva la carga de un cuarto de vehículo (camioneta ligera) y se traslada a una velocidad de 80 km/h, incluyendo los efectos de su sistema de amortiguación.

Para determinar el valor del IRI, se emplea un equipo de alto rendimiento y tecnología avanzada (perfilógrafo de rayo láser) que cumpla con las especificaciones de los Equipos Clase 1 para la Medición de Perfiles Longitudinales (Norma ASTM-950 vigente) y Transversales, que cuente con al menos 2 acelerómetros y 11 sensores láser, debidamente calibrado y validado para efectos de este trabajo por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT). La determinación se realiza de forma continua en la totalidad de los carriles de cada tramo carretero, obteniendo resultados a cada 100 m en cada carril. El IRI se determina como el promedio ponderado en m/km para cada kilómetro y, si se presentaran variaciones importantes, el intervalo podrá ajustarse para tomar en cuenta dichas variaciones.



| Imagen 7. Perfilógrafo Laser. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_regularidad_internacional |

²⁴ Especificaciones Particulares Índice de Rugosidad Internacional IRI DGCC SCT (2012).

Una vez determinados los valores del IRI en la Corona del Tramo o Subtramo que se trate, se evaluará el resultado, para que, en caso de que los valores medidos sean cercanos al valor máximo de 2.5 m/km requerido por la Dependencia (SCT), se realicen los Trabajos de Conservación Mayor o Trabajos de Conservación Menor que sean necesarios, que permitan cumplir con el valor referido.

Trabajos de Conservación Mayor	Trabajos de Conservación Menor	Límite	Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT
Carpetas asfálticas de granulometría densa		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-005/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo SMA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-014/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo CASAA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-015/10
Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos asfálticos			N-CSV-CAR-3-02-006/10
	Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas		N-CSV-CAR-2-02-002/00
	Renivelaciones locales en pavimentos asfálticos		N-CSV-CAR-3-02-001/10

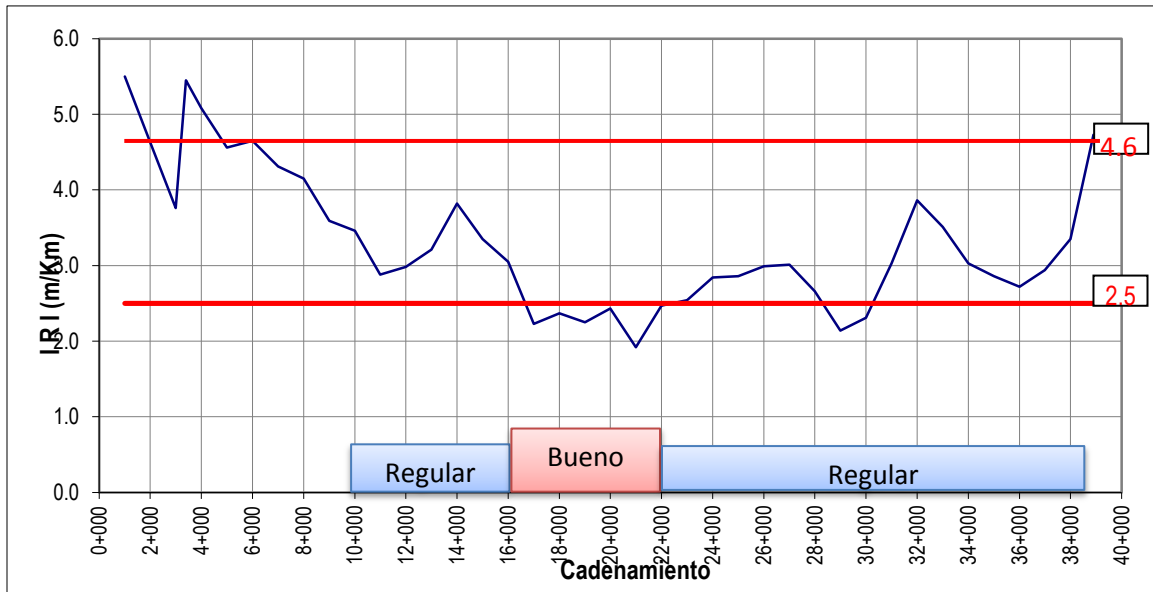
| Tabla 7. Trabajos de conservación mayor y menor (IRI). Fuente: DGCC, SCT (2012) |



| Imagen 8. Escala de IRI m/km. Fuente: Banco Mundial |

4.1.1.1. Subtramo 1 Morelia – Quiroga (Del Km 10 + 000 al Km 39 + 200)

En lo que respecta al subtramo Morelia – Quiroga a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de IRI por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. [Consultar: Anexo A. Mediciones Índice de Rugosidad Internacional IRI]



| Gráfica 2. Perfil Longitudinal Morelia – Quiroga. Fuente: DGCC SCT (2010) |

Morelia – Quiroga (Del Km 10 + 000 al Km 39 + 200):

El **17.13%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de IRI, el **82.87%** restante presenta condiciones **Regulares**.

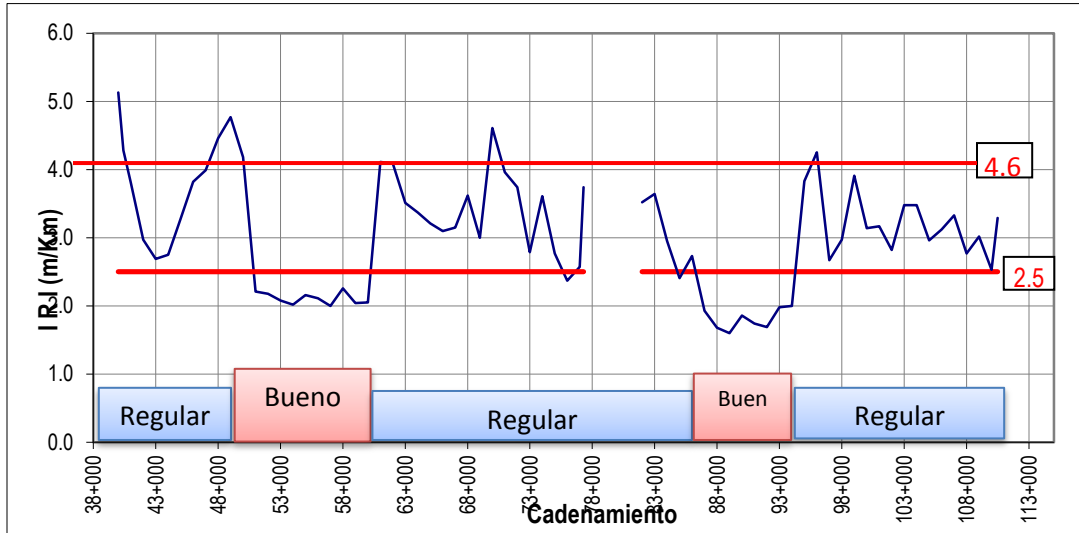


| Imagen 9. Superficie de Rodamiento Subtramo 1 (Morelia – Quiroga) Fuente: Elaboración Propia |

4.1.1.2. Subtramo 2 Quiroga – Carapan (Del Km 39 + 200 al Km 109 + 300)

De acuerdo con las mediciones obtenidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a continuación se presenta el correspondiente perfil longitudinal. [Consultar: Anexo

A. Mediciones Índice de Rugosidad Internacional IRI]



| Gráfica 3. Perfil Longitudinal Quiroga – Carapan. Fuente: DGCC SCT (2010) |

Quiroga – Carapan (Del Km 39 + 200 al Km 109 + 300):

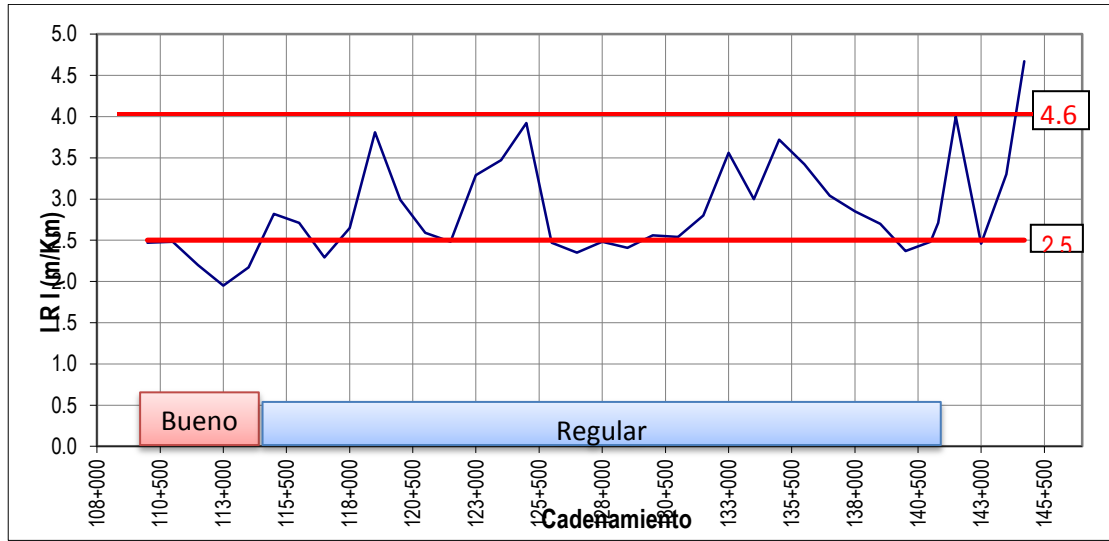
El **28.53%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de IRI, el **64.62%** condiciones **Regulares** y el **6.85%** restante presenta condiciones **Malas**.



| Imagen 10. Superficie de Rodamiento Subtramo 2 (Quiroga - Carapan) Fuente: Elaboración Propia |

4.1.1.3. Subtramo 3 Carapan – Zamora (Del Km 109 + 300 al Km 141 + 400)

El siguiente subtramo en analizar es Carapan – Zamora del cuál a continuación se presenta su perfil longitudinal obtenido a fin de identificar sus irregularidades fuera de los límites permisibles por la SCT. [Consultar: Anexo A. Mediciones Índice de Rugosidad Internacional IRI]



Gráfica 4. Perfil Longitudinal Carapan – Zamora. Fuente: DGCC SCT (2010) |

Carapan – Zamora (Del Km 109 + 300 al Km 141 + 400): El **18.69%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de IRI, el **81.31%** restante presenta condiciones **Regulares**.



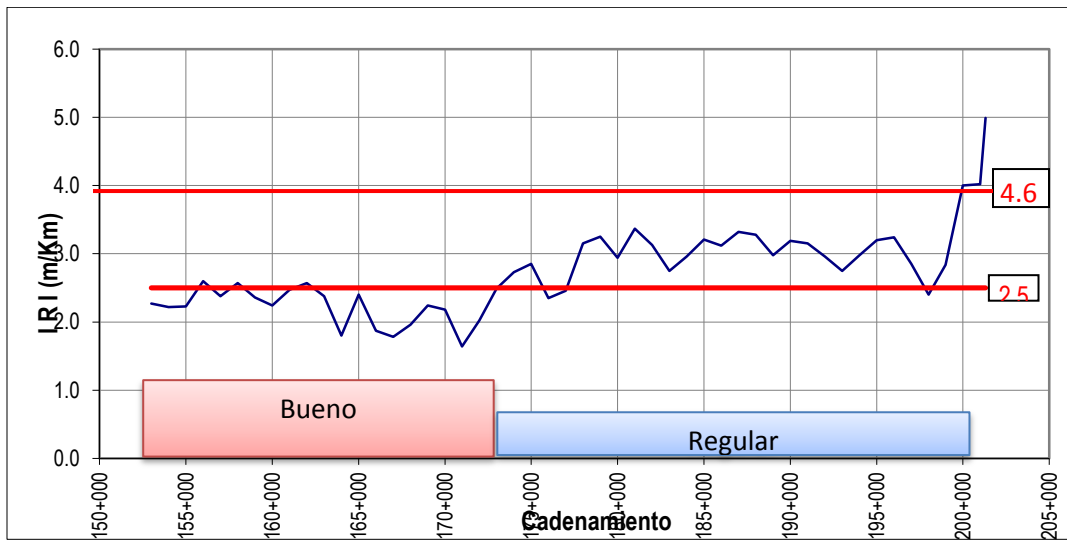
| Imagen 11. Superficie de Rodamiento Subtramo 3 (Carapan - Zamora) Fuente: Elaboración Propia |

4.1.1.4. Subtramo 4 Zamora - Jiquilpan (Del Km 152 + 000 al Km 201 + 300)

En lo que respecta al subtramo Zamora - Jiquilpan a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de IRI por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. [Consultar: Anexo A. Mediciones Índice de Rugosidad Internacional IRI]

Zamora - Jiquilpan (Del Km 152 + 000 al Km 201 + 300):

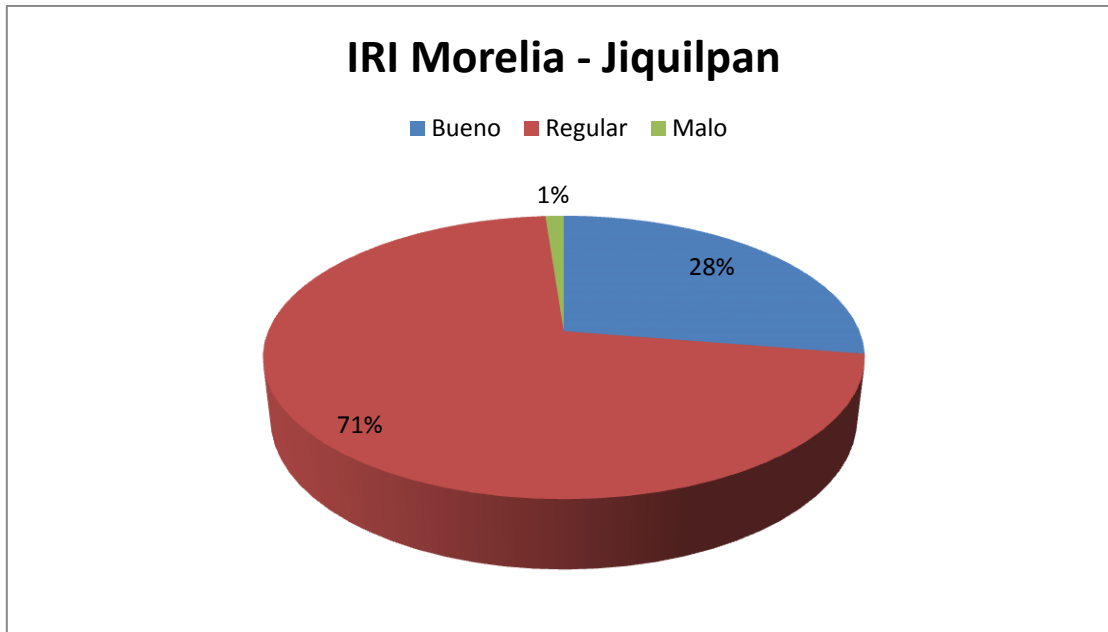
El **36.51%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de IRI, el **62.89%** condiciones **Regulares** y el **0.60%** restante presenta condiciones **Malas**.



| Gráfica 5. Perfil Longitudinal Zamora - Jiquilpan. Fuente: DGCC SCT (2010) |



| Imagen 12. Superficie de Rodamiento Subtramo 4 (Zamora - Jiquilpan) Fuente: Elaboración Propia |



| Gráfica 6. Estado Actual IRI Morelia - Jiquilpan. Fuente: Elaboración Propia. |

4.1.2. Roderas²⁵

Las roderas son las deformaciones transversales permanentes, de origen plástico, que se van acumulando en la superficie de rodamiento, por efecto del paso constante de las llantas de los vehículos, en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante.

Para determinar el valor de la profundidad de roderas para cualquier tramo, se ejecutan mediciones con regla metálica de 1.25 metros de longitud mínima, de acuerdo con la Norma ASTM 1703M, que serán confirmadas mediante mediciones directas con perfilógrafo de rayo láser simultáneamente a las mediciones del Índice de Rugosidad Internacional (IRI)²⁶.

Las roderas presentes en la superficie de rodamiento se miden como mínimo a cada cincuenta (50) metros o en sitios aleatorios, cuando se utiliza la técnica de “paso de regla” y de forma continua con perfilógrafo de rayo láser en la totalidad de los carriles de cada tramo carretero, obteniendo resultados a cada 100 m en cada carril. La profundidad de rodera se determina como el promedio ponderado en mm para cada kilómetro/carril y, en caso de presentarse variaciones importantes, el intervalo de medición se ajusta para tomar en cuenta dichas variaciones según lo indique la Dependencia.

²⁵ Especificaciones Particulares Roderas DGCC SCT (2012).

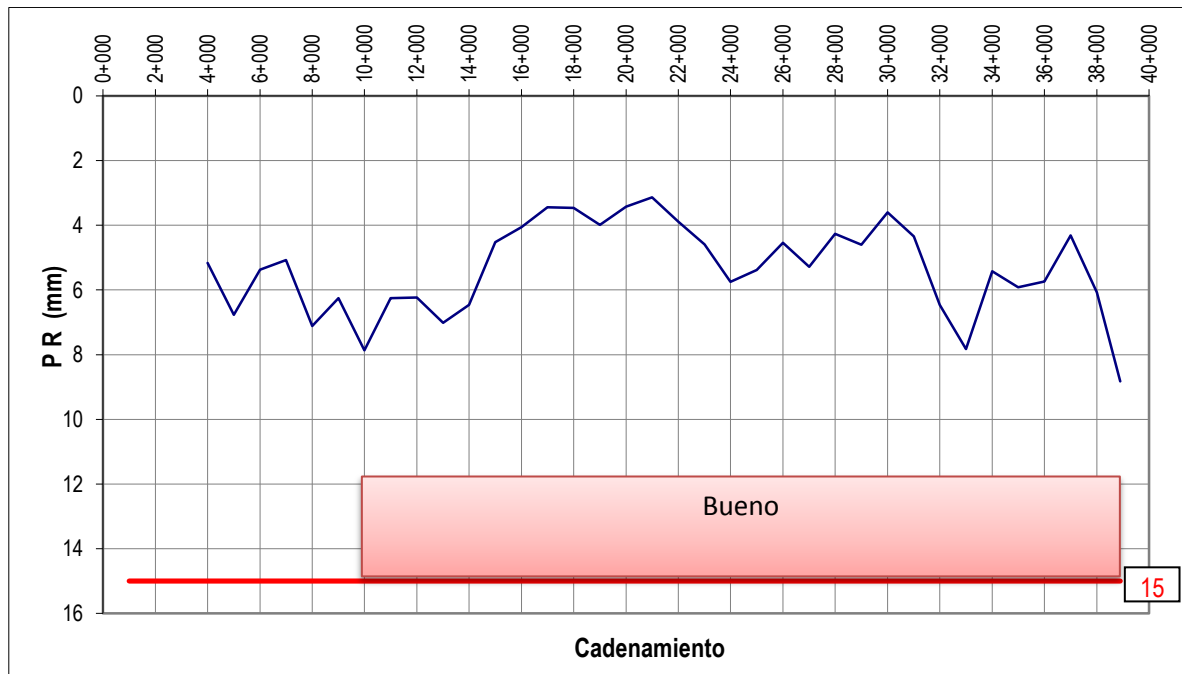
²⁶ Secretaría de Comunicaciones y Transportes, “Normas para calificar el estado físico de un camino”, (1997).

Trabajos de Conservación Mayor	Trabajos de Conservación Menor	Límite	Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT
Carpetas asfálticas de granulometría densa		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-005/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo SMA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-014/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo CASAA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-015/10
Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos asfálticos		Hasta 5.0 cm de profundidad	N-CSV-CAR-3-02-006/10
	Renivelaciones locales en pavimentos asfálticos		N-CSV-CAR-3-02-001/10

| Tabla 8. Trabajos de conservación mayor y menor Roderas. Fuente: DGCC, SCT (2012) |

4.1.2.1. Subtramo 1 Morelia – Quiroga (Del Km 10 + 000 al Km 39 + 200)

En lo que respecta al subtramo Morelia – Quiroga a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de PR (Profundidad de Rodera) por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. *[Consultar: Anexo B. Mediciones Profundidad Rodera]*



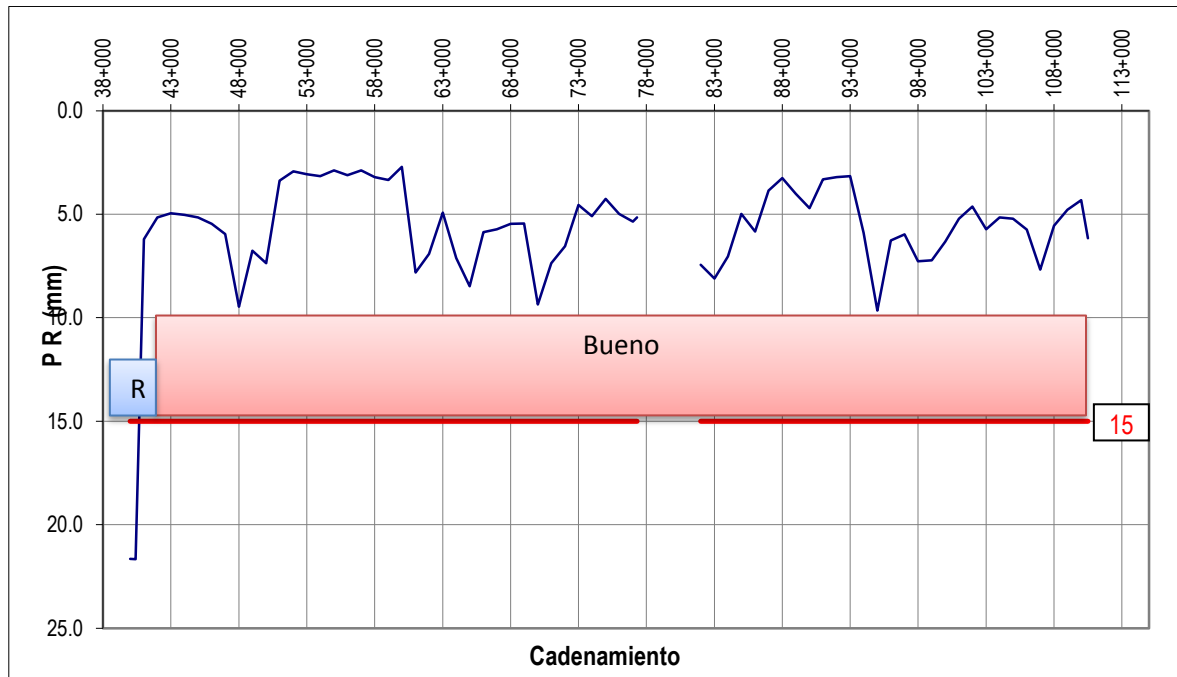
| Gráfica 7. Perfil Longitudinal Morelia – Quiroga. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a PR.

4.1.2.2. Subtramo 2 Quiroga – Carapan (Del Km 39 + 200 al Km 109 + 300)

De acuerdo con las mediciones obtenidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a continuación se presenta el correspondiente perfil longitudinal. *[Consultar: Anexo B. Mediciones Profundidad Rodera]*

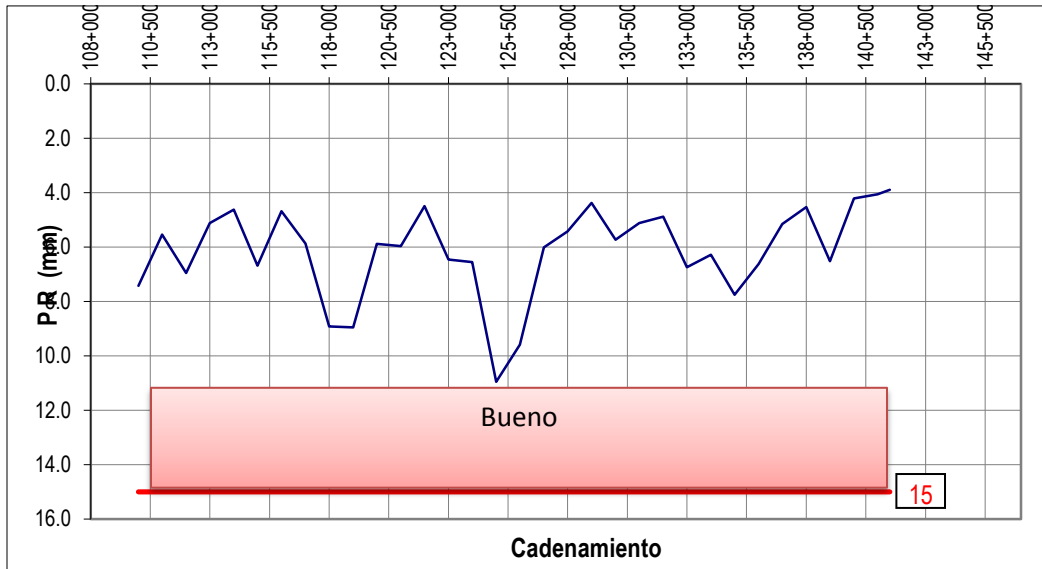
El **98.29%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de PR, el **1.71%** condiciones **Regulares**.



| Gráfica 8. Perfil Longitudinal Quiroga – Carapan. Fuente: DGCC SCT (2010) |

4.1.2.3. Subtramo 3 Carapan – Zamora (Del Km 109 + 300 al Km 141 + 400)

El siguiente subtramo en analizar es Carapan – Zamora del cuál a continuación se presenta su perfil longitudinal obtenido a fin de identificar sus irregularidades fuera de los límites permisibles por la SCT. *[Consultar: Anexo B. Mediciones Profundidad Rodera]*

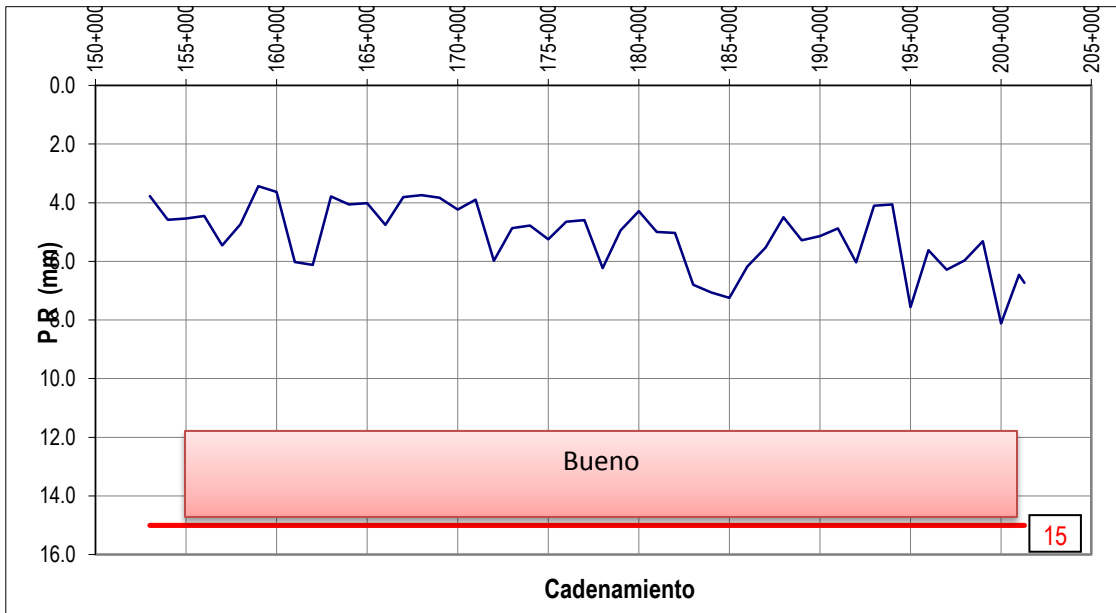


| Gráfica 9. Perfil Longitudinal Carapan – Zamora. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a PR.

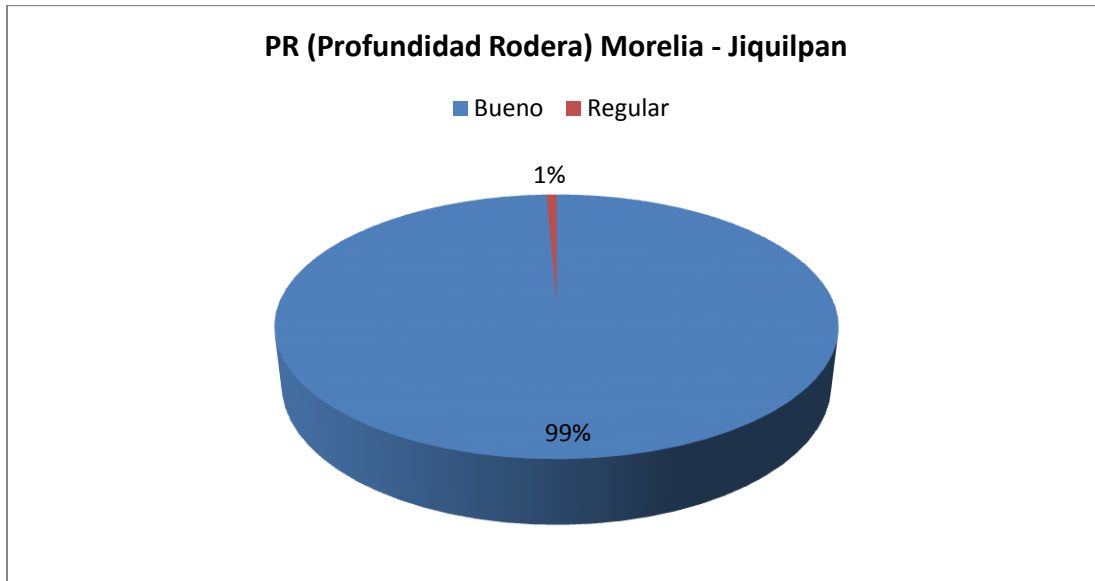
4.1.2.4. Subtramo 4 Zamora - Jiquilpan (Del Km 152 + 000 al Km 201 + 300)

En lo que respecta al subtramo Zamora - Jiquilpan a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de PR por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. [Consultar: Anexo B. Mediciones Profundidad Rodera]



| Gráfica 10. Perfil Longitudinal Zamora - Jiquilpan. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a PR.



| Gráfica 11. Estado Actual PR (Profundidad Rodera) Morelia - Jiquilpan. Fuente: Elaboración Propia. |



| Imagen 13. Superficie de Rodamiento Subtramo 4 (Zamora - Jiquilpan) Fuente: Elaboración Propia |

4.1.3. Pérdida de Fricción²⁷

La Resistencia a la fricción de un vehículo es la fuerza cortante desarrollada en la interface neumático-pavimento, que asegura una buena adherencia de los neumáticos en todo instante con la superficie de rodamiento, especialmente en zonas de frenado y curvas, cuando el pavimento se encuentra mojado.

Esta adherencia pavimento-neumático o resistencia a la fricción va disminuyendo en el tiempo por efecto del pulimento o desgaste de la superficie de rodamiento, causado por el tránsito, llegando a constituirse en un importante indicador del comportamiento del pavimento, en lo que se refiere a la seguridad del Usuario. Por otra parte, si el coeficiente de fricción es excesivo, puede producirse un desgaste inconveniente de los neumáticos de los vehículos, incrementando los costos de operación del transporte.

La determinación del coeficiente de fricción (μ), para cualquier Tramo de la Red Básica y Red Secundaria, se realizan empleando el equipo de alto rendimiento y tecnología avanzada, de acuerdo con las especificaciones de la Norma ASTM-670, debidamente calibrado y certificado para este trabajo por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

El coeficiente de fricción se mide y determina en forma continua en la totalidad de los carriles de cada tramo carretero, obteniendo resultados a cada 100 m en cada carril. El coeficiente de fricción (μ) se determina como el promedio ponderado para cada kilómetro-carril y, en caso de presentarse variaciones importantes, el intervalo podrá ajustarse para tomar en cuenta dichas variaciones.

Una vez determinados los valores del Coeficiente de fricción (μ) en la corona del Tramo o Subtramo que se trate, se evalúa el resultado para que en caso de que los valores medidos sean cercanos a los valores de 0.40 como mínimo y 0.80 como máximo requeridos, se realicen los Trabajos de Conservación Mayor o Trabajos de Conservación Menor que sean necesarios.

²⁷ Especificaciones Particulares Pérdida de Fricción DGCC SCT 2012.

Indicador	Estándar / Nivel de Servicio	Medición / Detección
Resistencia a la fricción Coefficiente de fricción (μ), promedio ponderado por Km en Corredores, Red Básica y Secundaria	0.40 mín. 0.80 máx.	Mediciones directas con mumímetro (Norma ASTM)

| Tabla 9. Estándares de Desempeño relativos a la Corona (Resistencia a la fricción). Fuente: DGCC, SCT |

Trabajos de Conservación Mayor	Trabajos de Conservación Menor	Límite	Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT
Capas de Rodadura de Granulometría Abierta (Open Grade) con riego de liga de alta adherencia		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-003/10
Carpetas asfálticas de granulometría densa		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-005/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo SMA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-014/10
Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo CASAA		Hasta 5.0 cm de espesor	N-CSV-CAR-3-02-015/10
Fresado de la superficie de rodadura en pavimentos de concreto hidráulico.			N-CSV-CAR-3-02-009/06
	Capas de Rodadura de un Riego		N-CSV-CAR-3-02-002/09
	Capas de Rodadura de un Riego premezclado		N-CSV-CAR-3-02-002/09
	Riego de sello en desprendimiento de agregados		N-CSV-CAR-3-02-002/09
	Capas de Rodadura de Mortero Asfáltico		N-CSV-CAR-3-02-004/10
	Capas de Rodadura de Mortero Asfáltico en desprendimientos o pulimento de agregados		N-CSV-CAR-3-02-004/10

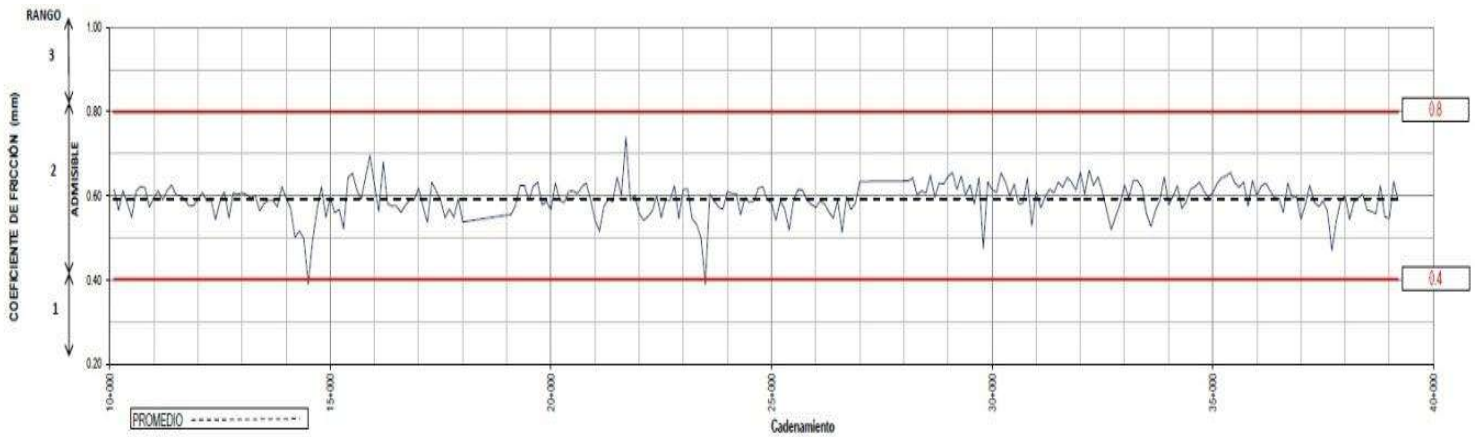
| Tabla 10. Trabajos de conservación mayor y menor (Resistencia a la fricción). Fuente: DGCC, SCT |

A continuación se muestran las mediciones realizadas por parte de la SCT mediante la utilización del equipo NAC Dynamic Friction Tester (DFT) TM

4.1.3.1. Subtramo 1 Morelia – Quiroga (Del Km 10 + 000 al Km 39 + 200)

En lo que respecta al subtramo Morelia – Quiroga a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de

Resistencia a la Fricción por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. [Consultar: Anexo C. Mediciones Coeficiente de Fricción]

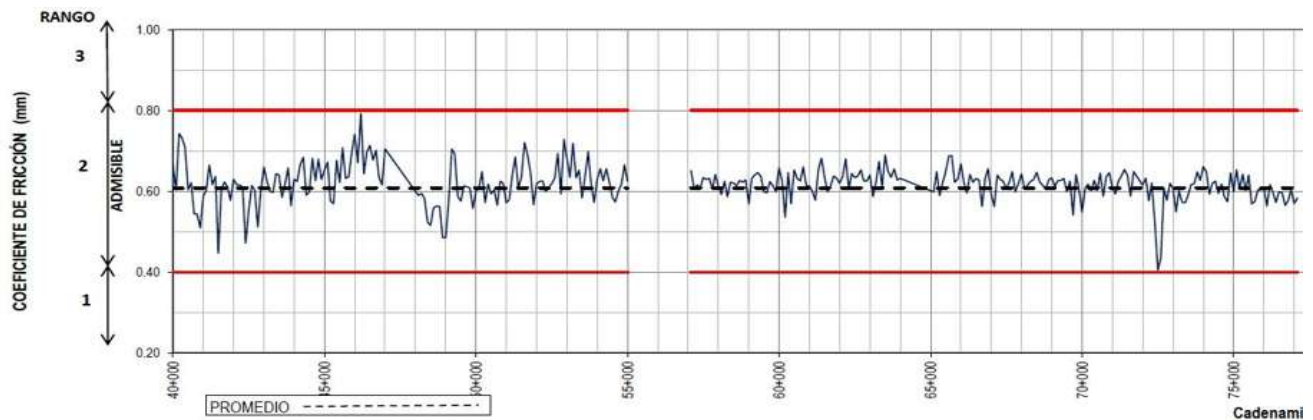


| Gráfica 12. Coeficiente de Fricción Morelia - Quiroga. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a Resistencia a la Fricción.

4.1.3.2. Subtramo Quiroga - Carapan (Del Km 39 + 200 al Km 109 + 300)

De acuerdo con las mediciones obtenidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a continuación se presenta el correspondiente perfil longitudinal. [Consultar: Anexo C. Mediciones Coeficiente de Fricción]

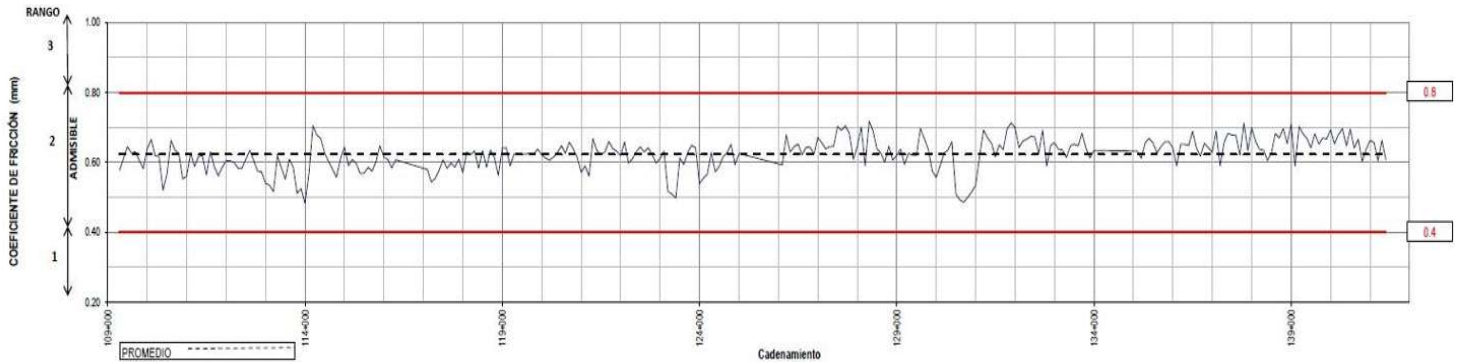


| Gráfica 13. Coeficiente de Fricción Quiroga - Carapan. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a Resistencia a la Fricción.

4.1.3.3. Subtramo Carapan – Zamora (Del Km 109 + 300 al Km 141 + 400)

El siguiente subtramo en analizar es Carapan – Zamora del cuál a continuación se presenta su perfil longitudinal obtenido a fin de identificar sus irregularidades fuera de los límites permisibles por la SCT. [Consultar: Anexo C. Mediciones Coeficiente de Fricción]

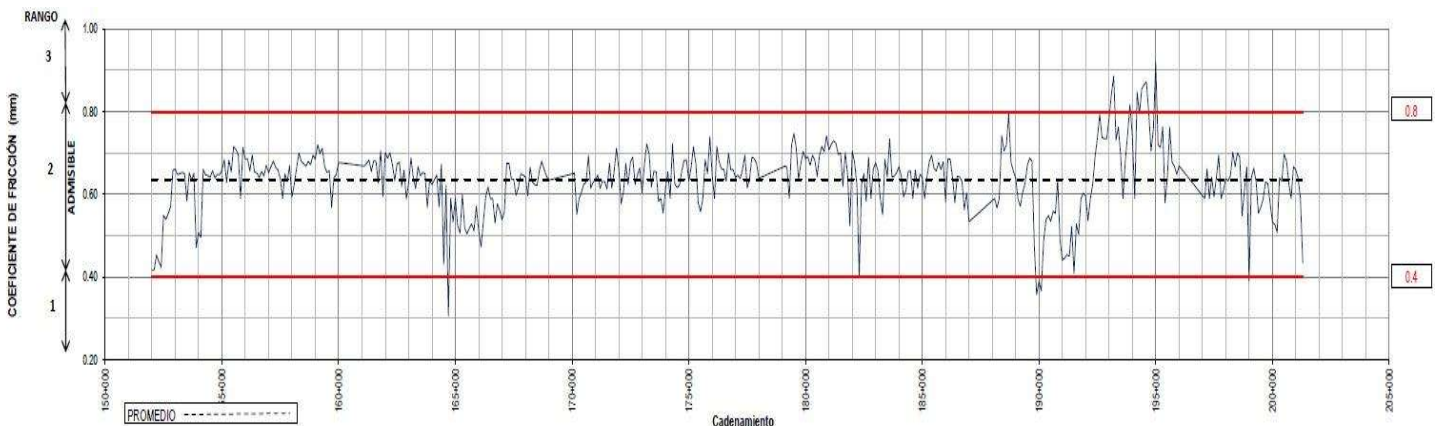


| Gráfica 14. Coeficiente de Fricción Carapan - Zamora. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **100.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** en cuanto a Resistencia a la Fricción.

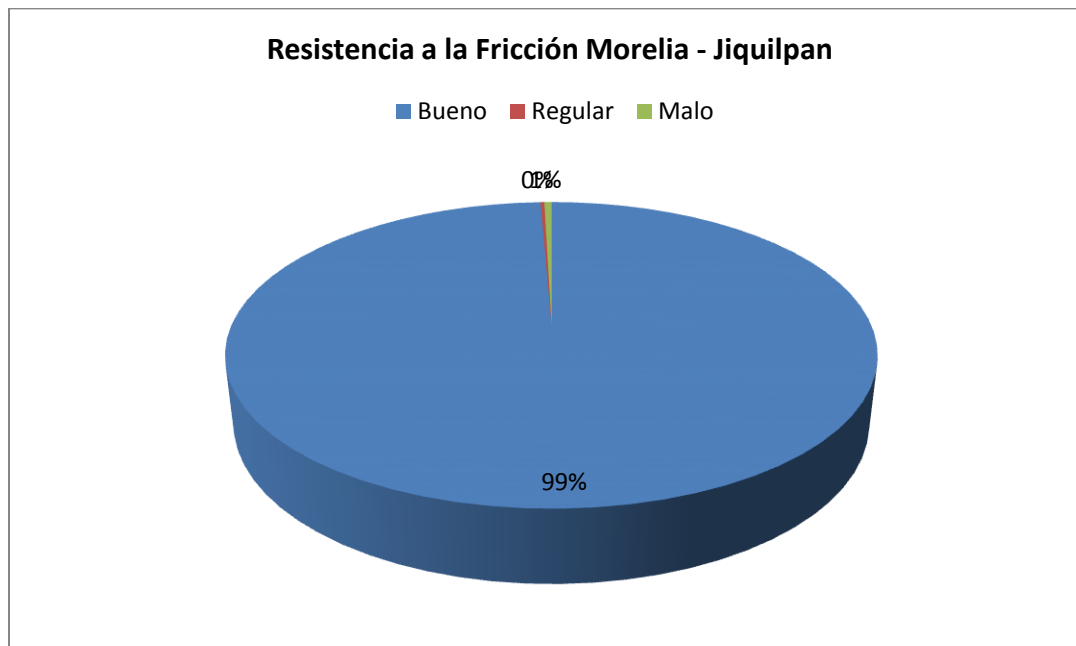
4.1.3.4. Subtramo Zamora - Jiquilpan (Del Km 152 + 000 al Km 201 + 300)

En lo que respecta al subtramo Zamora - Jiquilpan a continuación se muestra el perfil longitudinal y sus correspondientes valores promedio obtenidos en las mediciones de Resistencia a la Fricción por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su correcto análisis. [Consultar: Anexo C. Mediciones Coeficiente de Fricción]



| Gráfica 15. Coeficiente de Fricción Zamora - Jiquilpan. Fuente: DGCC SCT (2010) |

El **97.57%** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Buenas** de Resistencia a la Fricción, el **0.81%** condiciones **Regulares** y el **1.62%** restante presenta condiciones **Malas**.



| Gráfica 16. Estado Actual Resistencia a la Fricción Morelia - Jiquilpan. Fuente: Elaboración Propia. |



| Imagen 14. NAC Dynamic Friction Tester (DFT)™ Fuente: <http://yazicilt.com>. |

4.2. Evaluación Estructural²⁸

La evaluación estructural del pavimento, tiene por objeto la cuantificación de la capacidad estructural remanente del pavimento. La falta de capacidad estructural de un pavimento genera en este un deterioro progresivo que se manifiesta en niveles excesivos de agrietamientos y deformaciones, no recuperables a través de la simple aplicación de acciones de conservación preventivas.

Las razones por las cuales la capacidad estructural de un pavimento requiere ser reforzada puede deberse a una o más de las siguientes causas:

- Pavimento cercano a cumplir su vida de diseño. Los ejes equivalentes acumulados han alcanzado los límites considerados en el diseño original.
- Se proyectó un espesor de diseño insuficiente. Un espesor de proyecto insuficiente se puede relacionar con algunas de las siguientes causas:
 - Tránsito de diseño subestimado.
 - Emplear parámetros de diseño no representativos tales como; resistencia subrasante, resistencia capas estructurales, condiciones de drenaje.
- Calidad de la construcción. Aun estando bien diseñado un pavimento, la mala calidad de la construcción puede minorar substancialmente la capacidad estructural de un pavimento.
- Conservación. Al igual que el punto anterior, aun estando bien diseñado y construido un pavimento con la inadecuada conservación de la estructura y sistema de drenajes del pavimento, pueden provocar el deterioro acelerado de este.
- Fiscalización: La inapropiada fiscalización de una red carretera trae como consecuencia un mal uso de los pavimentos y un aumento de las sobrecargas.

Los tipos de acciones de conservación que permiten restablecer la capacidad estructural de un pavimento son principalmente las siguientes:

²⁸ *Evaluación Técnica del Pavimento y Comparación de Métodos de Diseño de Capas de Refuerzo Asfáltico.* Guillermo Thenoux Z. y Rodrigo Gaete P.

- Remoción del pavimento existente y reconstrucción de un pavimento con mayor capacidad estructural.
- Construcción de una capa de refuerzo sobre el pavimento existente.
- Frezado del espesor parcial o total de la primera capa y reemplazo con un espesor igual o mayor. En algunos casos el material frezado de la primera capa puede reciclarse para ser utilizado en la misma capa estructural.
- Frezado profundo. Este tipo de solución es aplicado en pavimentos asfálticos en donde el frezado alcanza también el material de base. Las dos capas frezadas en forma conjunta permiten construir una base estabilizada para el nuevo pavimento de refuerzo.

Para evaluar la capacidad estructural remanente del pavimento existen diversos procedimientos, los cuales se pueden clasificar según sea la metodología a utilizar.

4.2.1. Método No Destructivo

Se denominan así, debido a que permiten estudiar la capacidad estructural existente de un pavimento sin necesidad de intervenir este en ningún punto. Entre los métodos no destructivos, se reconocen dos clases: Medidas de Deflexión y Evaluaciones Empíricas.²⁹

4.2.1.1. Medidas de Deflexión

Estos métodos se basan en producir deformaciones elásticas o deflexiones en el pavimento mediante dispositivos especiales, los cuales actúan bajo una solicitación estática o dinámica. Estas deflexiones desaparecen una vez que deja de actuar el dispositivo de medición. Existen varios equipos capaces de medir deflexiones, destacándose entre los más importantes los siguientes:

- Viga Benkelman: Es el dispositivo más antiguo desarrollado, el cual ha sido tradicionalmente usado para medir deflexiones. Consiste en una estructura con

²⁹ Evaluación Estructural de los dos primeros Tramos de Prueba con el Protocolo AMAAC. Alfonso Pérez Salazar. Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto (2011).

tres puntos de apoyo, de los cuales dos se apoyan en el pavimento en forma de viga simple y un tercero que pivotea en torno a esta bajo la acción de una carga normalizada (Eje simple de 80 kN), con lo cual se registra la deformación relativa entre estos puntos. Este dispositivo tiene la importancia de que es utilizado como el parámetro base para la evaluación estructural de varias metodologías, como son la del Asphalt Institute (USA), el TRRL (Inglaterra) y el modelo HDM-III.

- Deflectómetro: Consiste en utilizar una viga de deflexión similar a la Viga Benkelman, pero montada en el chasis de un vehículo especialmente adaptado para tales fines. Los deflectómetros más conocidos, son el Lacroix del LCPC (Francia) y una versión modificada por el TRRL (Inglaterra), y el desarrollado en California. La ventaja de este equipo respecto de la viga Benkelman, es que permite realizar las mediciones en forma continua, pudiendo auscultar un número mayor de kilómetros al día. Además, esta correlacionado con la viga Benkelman, por lo cual los valores entregados son fácilmente convertibles a esta última, de acuerdo al método del TRRL.
- Dynaflect: Este dispositivo desarrollado y usado en los Estados Unidos, opera bajo el principio de fuerzas vibratorias, la cual es aplicada en el pavimento por medio de dos pequeñas ruedas metálicas. La magnitud de estas deformaciones, son captadas por medio de cinco geófonos colocados en el centro del eje de las dos ruedas y espaciados a intervalos de 30 cm desde el punto de aplicación. La ventaja respecto a los anteriores métodos, es que puede registrar además de la deflexión máxima, deflexiones en otros puntos alejados, permitiendo estimar por retro análisis las características estructurales de las capas del pavimento. Estas mediciones pueden ser correlacionadas además con las medidas por otros equipos. Este tipo de equipos ha quedado paulatinamente en desuso debido al extensivo empleo del Falling Weight Deflectometer.
- Falling Weight Deflectometer (FWD): El principio de operación es similar al Dynaflect, con la diferencia de que la sollicitación se produce mediante el impacto producido por la caída libre de un peso sobre unos mecanismos con amortiguadores, los que se apoyan en una placa de goma sobre el pavimento. También en este caso, las vibraciones son captadas por medio de sensores sísmicos ubicados a distintas distancias del punto de aplicación. Esto hace posible

generar una onda de deflexiones a distintas distancias, las cuales son parámetros de evaluación estructural para algunos métodos de diseño, en particular los métodos AASHTO y Shell. Las deflexiones medidas con un FWD pueden ser incorporadas en cualquier modelo mecanicista para la determinación de los espesores de capas de refuerzo. El FWD permite medir además la deflexión relativa entre juntas de una losa de concreto.

Existen en el mercado varios modelos de FWD, de los cuales los más conocidos son el Dynatest y el KUAB (USA), y el Phoenix (Dinamarca). Entre los modelos FWD también se incluye el HWD (Heavy Weight Deflectometer, modelos de cargas más pesadas que se emplea principalmente en aeropuertos).



| Imagen 15. Falling Weight Deflectometer – FWD DYNATEST Fuente: <http://dynatest.com> |

4.2.1.2. Evaluaciones Empíricas (Vida Remanente)

Este método de evaluación no constituye en sí un ensayo, corresponde más bien a una evaluación la cual está basada en relacionar directamente la pérdida de capacidad estructural del pavimento con las solicitaciones de tránsito reales acumuladas. Para estimar esta vida remanente se deben determinar, el tránsito solicitante que ha soportado el pavimento desde la última puesta en servicio a la fecha, y el tránsito total que produce la falla total del pavimento.

4.2.2. Método Destructivo

La ejecución de estos ensayos, requiere alterar el pavimento existente en algún punto. Entre los ensayos destructivos más utilizados para la evaluación de la capacidad de soporte de la estructura existente, se encuentran:

- Sondeos para determinar propiedades de los materiales de capas: Esta técnica corresponde al procedimiento tradicional de recolectar información de diseño y tiene como objetivo la determinación de distintas propiedades de los materiales de las capas que conforman el pavimento, para el diseño y/o evaluación estructural. Entre los parámetros a considerar, se encuentran: espesores de capas, CBR de las capas granulares, clasificación (SUCS), densidades y humedades. Como complemento de este procedimiento, se debe realizar una inspección visual de la superficie, de modo de detectar posibles fallas (en especial grietas) que puedan determinar un menor aporte estructural de las capas.
- Extracción de Testigos: Mediante una extractora de testigos, se obtiene una probeta cilíndrica de las capas superficiales del pavimento. En general solo es aplicable a la extracción de materiales de capas de asfalto y concreto. Permite medir los espesores y propiedades mecánicas de resistencia de capas cementadas.

4.2.3. Cuantificación de la Capacidad Estructural Remanente del Pavimento

Inicialmente es importante dividir el tramo carretero en estudio, en Subtramos representativos a cada zona debido a que dichas zonas obedecen naturalmente a distintas características, como lo son: Climáticas, composición del suelo y tránsito vehicular por mencionar las más sobresalientes, tomando en cuenta que los Subtramos elegidos fueron influenciados por los puntos de aforo del tránsito vehicular.

Tramo	Subtramo	Tipo de Red	Ruta	Cadenamiento		Punto de Aforo
				Del Km	Al Km	
Morelia - Jiquilpan	1	B	Méx - 15	10 + 000	203 + 400	T. Izq. Lagunillas 24 + 900
	2					T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100
	3					T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200
	4					Tangamandapio 163 + 000

| Tabla 11. División de los Subtramos carreteros a evaluar. Fuente: Elaboración Propia. |

4.2.3.1. Estudios de Tránsito³⁰

Se consideran dos etapas en la elaboración de este estudio. La primera es el monitoreo constante de los volúmenes y clasificación del tránsito en toda la red federal de carreteras, y la segunda que consiste en la identificación de una demanda de servicios, con base a la información de la primera etapa así como las necesidades regionales o nacionales derivadas de desarrollos económicos, industriales, de crecimiento de ciudades, migraciones, tanto actuales como a futuro.

Respecto a la primera etapa, consistente en el monitoreo de los volúmenes y clasificación del tránsito efectuada por la SCT, a través de su Dirección General de Servicios Técnicos (DGST).

Reconociendo que el valor de esta información trasciende el ámbito de la propia Secretaría, anualmente a través de la DGST se edita la información presentada a través de la página web de la Dirección, cuya dirección es: www.dgst.sct.gob.mx. Para facilidad de consulta, la información se presenta organizada por estados de la república. *[Consultar: Anexo D. TDPA Morelia - Jiquilpan DGST SCT]*

El conocimiento del flujo vehicular en una red de carreteras permite conocer el grado de ocupación y las condiciones en que cada segmento opera; el análisis de su evolución histórica permite definir las tendencias de crecimiento [Tasa de Crecimiento (i)] y el momento a partir del cual ciertos segmentos dejarán de prestar un servicio adecuado, convirtiéndose en el cuello de botella del transporte que entorpece el desarrollo en lugar de seguir propiciándolo.

Una adecuada auscultación del tránsito en una red resulta fundamental para su adecuada operación, conservación y desarrollo; es por lo tanto un insumo indispensable para la gestión de todas las actividades a realizar en la red carretera. En lo que a diseño respecta, permite apoyar la asignación de tránsito a los nuevos segmentos propuestos, así como definir sus características geométricas y estructurales. En los segmentos existentes permite priorizar las necesidades de conservación, definir el momento de las modernizaciones o reconstrucciones y señalar la necesidad de rutas alternas.

³⁰ *Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras. Estudios de Tránsito DGST SCT/ Congreso Mundial de Carreteras 2011.*

Tramo	Subtramo	Tipo de Red	Ruta	Cadenamiento		Tránsito		
				Del Km	Al Km	Punto de Aforo	TDPA	Tasa de Crecimiento (i)
Morelia - Jiquilpan	1	B	Méx - 15	10 + 000	200 + 000	T. Izq. Lagunillas 24 + 900	5970	0.77%
	2					T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100	9155	1.52%
	3					T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200	12989	8.35%
	4					Tangamandapio 163 + 000	5320	3.53%

| Tabla 12. Resumen Cálculos Tasa de Crecimiento (i). Fuente: Elaboración Propia. |

4.2.3.2. Revisión de la Capacidad Estructural Remanente del Pavimento a través de DISPAV – 5 (UNAM).³¹

Una vez definido el estudio de tránsito, se procede a convertir el tráfico mezclado en ejes uniformes equivalentes a 8.2 toneladas para el periodo de vida útil de proyecto de 12 años. [Consultar: Anexo E. Cálculos Tránsito de Proyecto y Tránsito Previsible]

Tramo	Subtramo	Tipo de Red	Tránsito			Tránsito de Proyecto	
			Punto de Aforo	TDPA (2009)	Tasa de Crecimiento (i)	Fatiga MEE	Deformación MEE
Morelia - Jiquilpan	1	B	T. Izq. Lagunillas 24 + 900	5,826	0.77%	11.20	16.9
	2		T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100	3,929	1.52%	7.90	11.9
	3		T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200	8,669	8.35%	26.50	40.20
	4		Tangamandapio 163 + 000	4,649	3.53%	10.7	16.2

| Tabla 13. Resumen Cálculos Tránsito de Proyecto. Fuente: Elaboración Propia. |

Posteriormente realizados los cálculos correspondientes al tránsito de proyecto, lo siguiente es calcular la capacidad estructural remanente del pavimento utilizando la información correspondiente a los espesores de las capas y módulos de elasticidad respectivamente de cada capa. [Consultar: Anexo F. Espesores y Módulos de Elasticidad]

³¹ Pavimentos Flexibles. Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias. Instituto Mexicano del Transporte IMT. Publicación Técnica 104 (1998).

Tramo	Subtramo	Tipo de Red	Tránsito			Tránsito de Proyecto		Transito Previsible	
			Punto de Aforo	TDPA	Tasa de Crecimiento (i)	Fatiga MEE	Deformación MEE	Fatiga MEE	Deformación MEE
Morelia - Jiquilpan	1	B	T. Izq. Lagunillas 24 + 900	5970	0.77%	11.20	16.9	24.0	2.2
	2		T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100	9155	1.52%	7.90	11.9	20.3	57.4
	3		T. Izq. Tangancicuaro 131 + 200	12989	8.35%	26.50	40.20	69.4	> 150
	4		Tangamandapio 163 + 000	5320	3.53%	10.7	16.2	7.0	23.7

| Tabla 14. Resumen Cálculos Capacidad Estructural Remanente del Pavimento. Fuente: Elaboración Propia. |

La evaluación estructural determinó que el estado actual del pavimento (basado en las deflexiones), está presentando un comportamiento adecuado en prácticamente la totalidad del tramo, en el siguiente capítulo se determinara el tipo de refuerzo apropiado (Funcional o Estructural) a fin de resolver la problemática respectivamente para cada subtramo.



| Imagen 16. Bache Superficial Subtramo 4 Zamora – Jiquilpan Fuente: Elaboración Propia |

Capítulo 5. ESTRATEGIAS DE CONSERVACION

5.1. Alternativas de Solución (Corona)

- 5.1.1. Consideraciones Iniciales
- 5.1.2. Propuesta de la Alternativa de Solución
- 5.1.3. Programa Conservación Plurianual

5.1. Alternativas de Solución (Corona)

5.1.1. Consideraciones Iniciales

Los refuerzos sirven para corregir fallas funcionales o estructurales de pavimentos existentes. Es necesario aclarar bien cuando se trata de falla funcional o de falla estructural denominas de acuerdo al método de la UNAM falla por Fatiga (Funcional) y falla por Deformación (Estructural), dado que de esto depende de tipo de refuerzo a proyectar.

Las fallas funcionales son aquellas que afectan al usuario, como puede ser una fricción superficial pobre que ocasione una mala textura (Macrotextura y Microtextura), acuaplaneo en roderas, asentamientos, etc.

Las fallas estructurales son aquellas que afectan la capacidad estructural del pavimento para soportar las cargas. Muchas de estas fallas no son provocadas por la acción del tránsito sino por otras causas como son: malas técnicas de construcción, materiales inapropiados etc. No obstante, la acción del tránsito acelera el proceso de deterioro.

5.1.2. Propuesta de la Alternativa de Solución

Antes de realizar la propuesta correspondiente a la alternativa de solución, es conveniente inicialmente identificar el tipo de falla (Funcional o Estructural) existente en cada subtramo respectivamente, para ello hacemos uso de los resultados obtenidos a través de los cálculos realizados en la revisión de la capacidad estructural remanente del pavimento por medio del método de la UNAM (DISPAV 5), considerando también los estándares de desempeño relativos a la corona (IRI, PR (profundidad de rodera) y Coeficiente de Fricción), con el objetivo de identificar detalladamente la problemática existente en cada subtramo.

Tramo	Subtramo	Tipo de Red	Tránsito	Tránsito de Proyecto		Transito Previsible		Tipo De Falla
			Punto de Aforo	Fatiga MEE	Deformación MEE	Fatiga MEE	Deformación MEE	
Morelia - Jiquilpan	1	B	T. Izq. Lagunillas 24 + 900	11.20	16.9	24.0	2.2	FE
	2		T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100	7.90	11.9	20.3	57.4	NEF
	3		T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200	26.50	40.20	69.4	> 150	NEF
	4		Tangamandapio 163 + 000	10.7	16.2	7.0	23.7	FF

NEF: No Existe Falla /FE: Falla Estructural /FF: Falla Funcional

| Tabla 15. Identificación Tipo de Falla Funcional o Estructural. Fuente: Elaboración Propia. |

5.1.2.1. Subtramo 1 (Morelia – Quiroga)

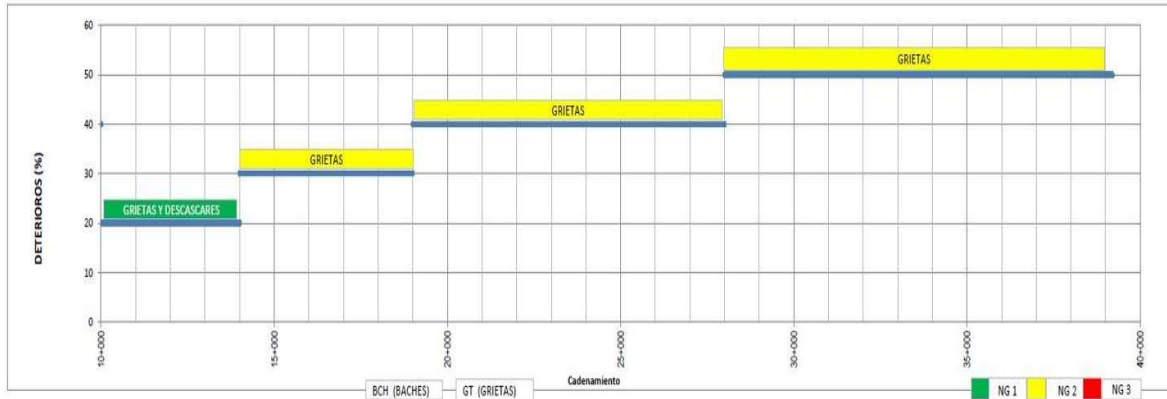
Al estudiar los resultados en la Tabla 24 correspondiente al Subtramo 1, podemos destacar que la estructura del pavimento presenta falla del tipo estructural, ya que, el transito previsible es menor al tránsito de proyecto, lo anterior significa que por deformación permanente, la estructura del pavimento actual es suficiente durante 2 años aproximadamente.

Como se mencionó en el párrafo anterior, solo se requiere refuerzo para el daño por deformación, por lo tanto, se procede a proponer como refuerzo estructural una carpeta asfáltica convencional elaborada con cemento AC-20 y una de alto módulo elaborada con cemento asfáltico tipo PG 76-22³².



| Imagen 17. Presencia de Grietas y Desprendimiento de la última capa de Tratamiento Superficial Subtramo 1 Morelia - Quiroga Fuente: Elaboración Propia |

³² N-CMT-4-05-004/08 Características de los Materiales / Materiales para Pavimentos SCT (2008).



| Gráfica 17. Deterioros Subtramo 1 Morelia - Quiroga. Fuente: DGCC SCT 2010. |

Intensidad del tránsito (ΣL_{10}) ^[1]	Grado PG seleccionado por clima	Ajuste por intensidad del tránsito	Ajuste por velocidad lenta (Entre 10 y 30 km/h)	Ajuste por tránsito detenido (Cruceros)
$\Sigma L_{10} < 10^6$	PG 64	PG 64	PG 70	PG 76
	PG 70	PG 70	PG 76	PG 82
	PG 76	PG 76	PG 82	PG 88
$10^6 \leq \Sigma L_{10} \leq 10^7$	PG 64	PG 70	PG 76	PG 82
	PG 70	PG 76	PG 82	PG 88
	PG 76	PG 82	PG 88	PG 88
$\Sigma L_{10} > 10^7$	PG 64	PG 76	PG 82	PG 88
	PG 70	PG 82	PG 88	PG 88
	PG 76	PG 88	PG 88	PG 88

[1] ΣL_{10} = Número de ejes equivalentes de 8.2 t (ESAL), esperado durante un período de servicio del pavimento de 10 años.

| Tabla 16. Ajustes del grado PG Seleccionado. Fuente: SCT |

La carpeta existente para fines de diseño se considera como base asfáltica, pero con las mismas características mecánicas que actualmente tiene. [Consultar: Anexo G. Cálculo Refuerzo Estructural Subtramo 1 y 4]

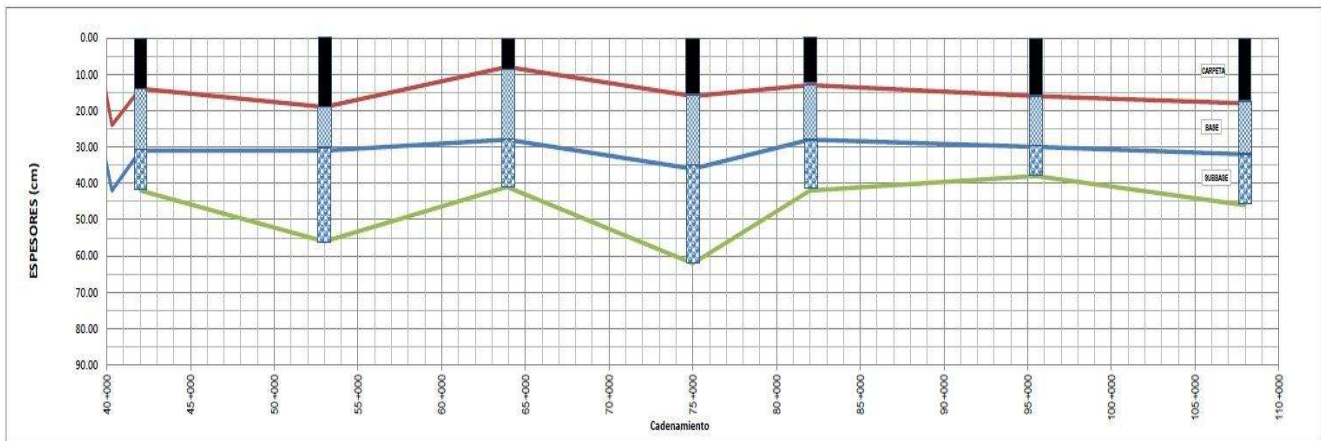
Subtramo	Alternativa	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	P.U.	Costo (ml)
1	Mezcla Asfáltica Convencional AC - 20 (30,000 Kg/cm2)	7,80	1,00	0,08	0,624	\$ 2.463,10	\$ 1.536.97
	Mezcla Asfáltica de Alto Módulo (45,000 kg/cm2)	7,80	1,00	0,07	0,546	\$ 2.972,00	\$ 1.622,71

| Tabla 17. Alternativas de Solución Subtramo 4. Fuente: Elaboración Propia |

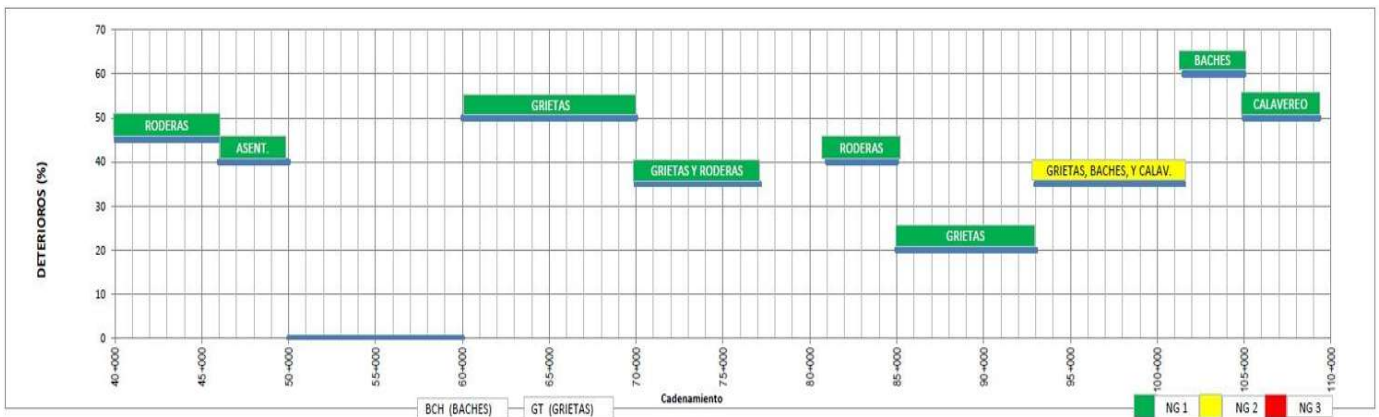
Tal como sobresale en la Tabla 29 recuadro rojo ante la comparativa económica, se define la Mezcla Asfáltica de Alto Módulo PG 76 -22 como la alternativa más económica, por consiguiente, se destinará para determinar los trabajos de conservación a ejecutar. [Consultar: Anexo H. Precios Unitarios y Catalogo de Conceptos]

5.1.2.2. Subtramo 2 (Quiroga - Carapan)

Al observar los resultados en la Tabla 24 correspondiente al Subtramo 2, podemos destacar que la estructura del pavimento no presenta ningún tipo de falla, ya que, el tránsito previsible es mayor al tránsito de proyecto en ambos casos funcional y estructuralmente, esto se debe en gran medida a los espesores de las capas que componen la estructura del pavimento existente, a manera de profundizar y de definir la problemática de Subtramo 2 y establecer la alternativa de solución, se analizan los deterioros existentes y los indicadores de desempeño a continuación:



| Gráfica 18. Espesores Subtramo 2 Quiroga - Carapan. Fuente: DGCC SCT 2010. |



| Gráfica 19. Deterioros Subtramo 2 Quiroga - Carapan. Fuente: DGCC SCT 2010. |

Primeramente antes de realizar la propuesta de la alternativa de solución es importante recordar que dicho Subtramo 2 no se encuentra dentro de los límites permisibles en cuanto a IRI se refiere, de tal manera que, más del **60.00 %** de la longitud del Subtramo

presenta condiciones **Regulares** tal como se evaluó funcionalidad en el capítulo anterior, en consecuencia es necesario restablecer la calidad de la superficie de rodamiento con un tratamiento superficial mediante la construcción de una capa de rodadura.



| Imagen 18. Presencia de Grietas Longitudinales Subtramo 2 Quiroga - Carapan Fuente: Elaboración Propia |

Como se observa en el Gráfico 22 entre los principales deterioros que presenta el Subtramo 2 están los siguientes con un Nivel de Gravedad 1 (Ligero) Roderas, Asentamientos, Grietas, Baches y Calavereo, y en un Nivel de Gravedad 2 (Moderado) se presentan deterioros como Grietas, Baches y Calavereo, por consiguiente se presenta la siguiente alternativa de solución:³³

Capa	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	P.U.	Costo
Capa de Rodadura de Alto Desempeño de Granulometría Discontinua Tipo SMA	7,80	1,00	0,03	0,23	\$2.784,21	\$640,37

| Tabla 18. Alternativa de Solución Subtramo 2 Quiroga - Carapan. Fuente: Elaboración Propia. |

Como se especifica en la Tabla 26 se tomó la decisión de utilizar una Capa de Rodadura de Alto Desempeño de 3 cm de espesor de granulometría discontinua tipo SMA³⁴ a fin de cumplir principalmente con los siguientes objetivos:

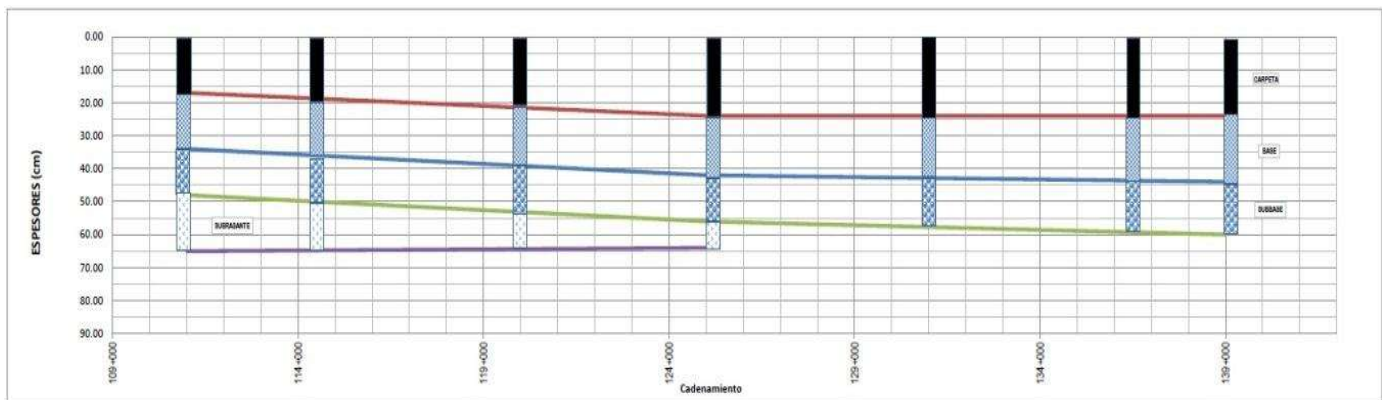
³³ Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. 2002.

³⁴ Capas Delgadas de Rodadura en Caliente, Experiencia en México: el Reto del Cambio del Estado de la Práctica Actual al Estado del Arte. Victor M. Cincire Romero / Séptimo Congreso Mexicano del Asfalto 2011.

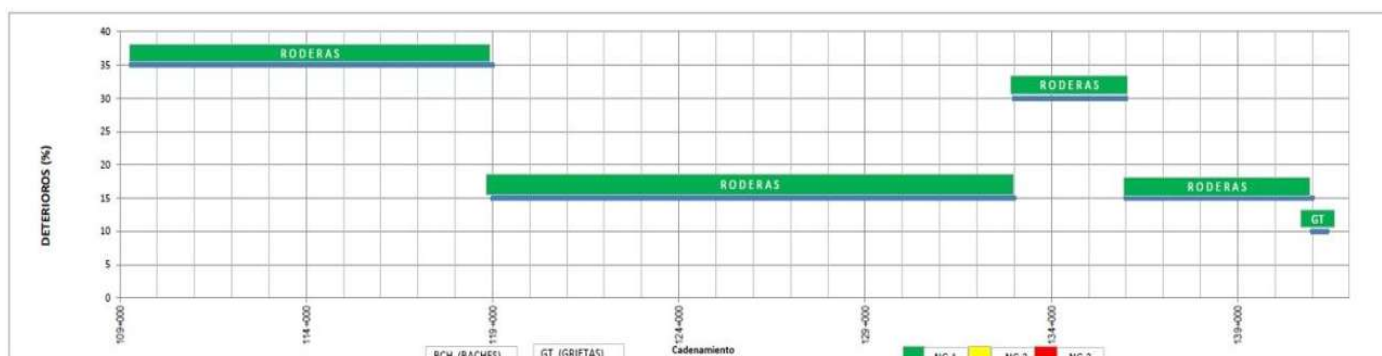
1. Proporcionar una superficie de rodamiento durable de la más alta calidad en términos de confort y seguridad para el usuario al restablecerse el IRI, ya que dicha capa de rodadura, provee una excelente macrotextura y capacidad drenante, que proporciona una fricción adecuada reduciendo el nivel de ruido y pulverización de agua durante la presencia de humedad, así como, una pronta apertura al tránsito al tratarse de una aplicación rápida.
2. Al estar compuesta por dos elementos importantes un esqueleto mineral de agregados gruesos y un mortero con alto contenido de cemento asfáltico, aportan resistencia a deformaciones y agrietamiento reflexivo aunado a una mayor durabilidad, además el alto contenido de ligante reduce el envejecimiento.

5.1.2.3. Subtramo 3 (Carapan - Zamora)

Una vez analizados los resultados en la Tabla 24 correspondiente al Subtramo 3, podemos destacar que la estructura del pavimento no presenta ningún tipo de falla, ya que, el tránsito previsible es mayor al tránsito de proyecto en ambos casos funcional y estructuralmente como ocurrió de igual manera con el Subtramo 2 , esto se debe en gran medida a los espesores de las capas que componen la estructura del pavimento existente, a manera de profundizar y de definir la problemática de Subtramo 3 y establecer la alternativa de solución, se analizan los deterioros existentes y los indicadores de desempeño a continuación:



| Gráfica 20. Espesores Subtramo 3 Carapan - Zamora. Fuente: DGCC SCT 2010. |



| Gráfica 21. Deterioros Subtramo 3 Carapan - Zamora. Fuente: DGCC SCT 2010. |

Preliminarmente antes de realizar la propuesta de la alternativa de solución es importante recordar que dicho Subtramo 3 no se encuentra dentro de los límites permisibles en cuanto a IRI se refiere, de tal manera que, más del **80.00 %** de la longitud del Subtramo presenta condiciones **Regulares** tal como se evaluó funcionalidad en el capítulo anterior, en consecuencia es necesario restablecer la calidad de la superficie de rodadura con un tratamiento superficial mediante la construcción de una capa de rodadura.



| Imagen 19. Presencia de Exudación Asfalto Subtramo 3 Carapan - Zamora Fuente: Elaboración Propia |

Como se especifica en la Gráfica 22 entre los principales deterioros que presenta el Subtramo 3 están los siguientes con un Nivel de Gravedad 1 (Ligero) Roderas, Asentamientos y Porcentaje mínimo de Grietas, por consiguiente se presenta la siguiente alternativa de solución:³⁵

³⁵ Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles de Carreteras Mexicanas. Instituto Mexicano del Transporte 1991.

Capa	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	P.U.	Costo
Capa de Rodadura de Alto Desempeño de Granulometría Discontinua Tipo SMA	7,30	1,00	0,03	0,21	\$2.784,21	\$584,69

| Tabla 19. Alternativa de Solución Subtramo 2 Quiroga - Carapan. Fuente: Elaboración Propia. |

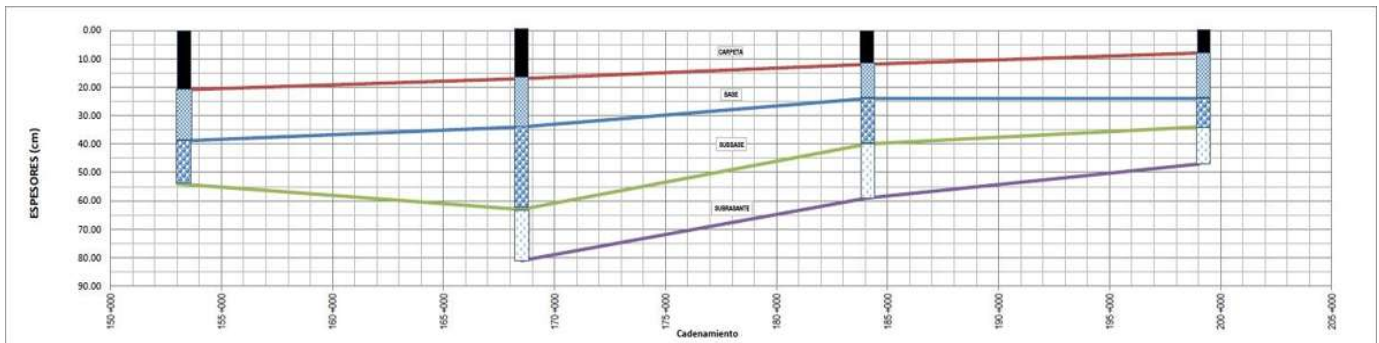
Tal como lo muestra la Tabla 27 se optó por la utilización de una capa de rodadura de alto desempeño de 3cm de espesor de granulometría discontinua tipo SMA³⁶, a fin de cumplir con principalmente el siguiente objetivo:

- Resistir Deformaciones debido a que el subtramo en cuestión presenta principalmente roderas.

5.1.2.4. Subtramo 4 (Zamora - Jiquilpan)

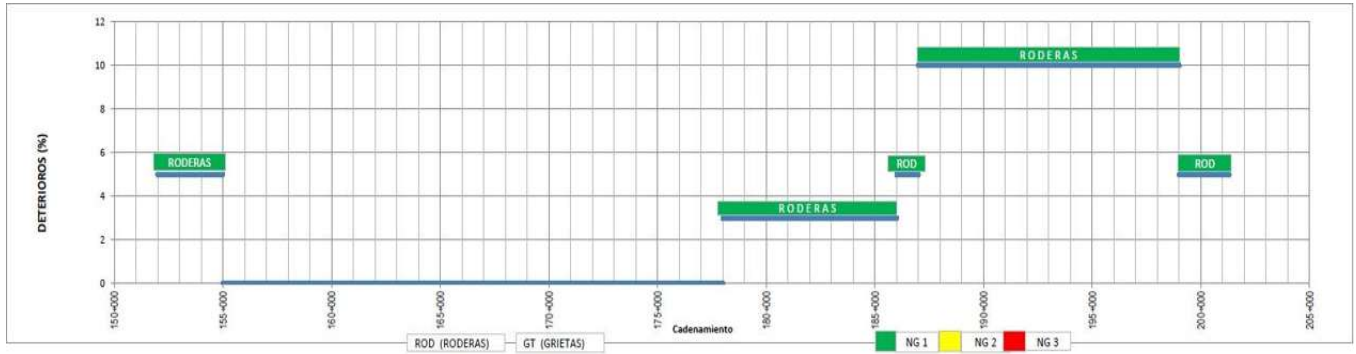
Al analizar los resultados en la Tabla 24 correspondiente al Subtramo 4, podemos resaltar que la estructura del pavimento presenta falla del tipo funcional, ya que, el tránsito previsible es menor al tránsito de proyecto, lo anterior significa que por fatiga, la estructura del pavimento actual es suficiente durante 8 años aproximadamente.

Como se mencionó en el párrafo anterior, solo se requiere refuerzo para el daño por fatiga, por lo tanto, se procede a proponer como refuerzo funcional una carpeta asfáltica convencional elaborada con cemento AC-20 y una de alto módulo elaborada con cemento asfáltico tipo PG 76-22. [Consultar: Anexo G. Cálculo Refuerzo Estructural Subtramo 1 y 4]



| Gráfica 22. Espesores Subtramo 4 Zamora - Jiquilpan. Fuente: DGCC SCT 2010. |

³⁶ N-CSV-CAR-3-02-014/10 Libro Conservación Carreteras Trabajos de Conservación Periódica SCT.



| Gráfica 23. Deterioros Subtramo 4 Zamora - Jiquilpan. Fuente: DGCC SCT 2010. |

Subtramo	Alternativa	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	P.U.	Costo (ml)
4	Mezcla Asfáltica Convencional AC - 20 (30,000 Kg/cm2)	7,40	1,00	0,05	0,370	\$ 2.463,10	\$ 911,35
	Mezcla Asfáltica de Alto Módulo (45,000 kg/cm2) ³⁷	7,40	1,00	0,05	0,370	\$ 2.972,15	\$ 1.099,64

| Tabla 20. Alternativas de Solución Subtramo 4. Fuente: Elaboración Propia |

Tal como sobresale en la Tabla 20 recuadro rojo ante la comparativa económica, se define la Mezcla Asfáltica Convencional AC – 20 como la alternativa más económica, por consiguiente, se destinará para determinar los trabajos de conservación a ejecutar.

[Consultar: Anexo H. Precios Unitarios y Catalogo de Conceptos]



| Imagen 20. Trabajos de Conservación Menor Renivelación Subtramo 4 Zamora - Jiquilpan Fuente: Elaboración Propia |

³⁷ N-CSV-CAR-3-02-005/10 Carpetas Asfálticas de Granulometría Densa SCT (2010).

5.1.3. Programa de Conservación Plurianual

5.1.3.1. Subtramo 1 (Morelia – Quiroga)

Conocido el espesor (7 cm) de refuerzo estructural determinado para el periodo de diseño de 12 años para el subtramo 1, se definen los intervalos de tiempo apropiados para su construcción, tomando en cuenta el criterio técnico en el cuál un refuerzo estructural debe poseer como mínimo un espesor de (4cm) para catalogarse así.

Una vez garantizado el comportamiento estructural adecuado al periodo de ejecución determinado por tiempo de contratación, se realiza la propuesta de conservación siguiente:

Concepto	Espesor (cm)	Tipo de Mezcla Asfáltica	Periodo de Ejecución	Tipo de Tratamiento
Carpeta Asfáltica	7	Mezcla Asfáltica Densa, Elaborada con Cemento Asfáltico Tipo PG 76 - 22	1er. Año	Estructural
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	3er. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	5to. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal) ³⁸	7mo. Año	Superficial

| Tabla 21. Programa de Conservación Subtramos 1. Fuente: Elaboración Propia |

5.1.3.2. Subtramo 2 (Quiroga – Carapan) y Subtramo 3 (Carapan – Zamora)

A continuación se presenta la propuesta de conservación correspondiente a los Subtramos 2 y 3, ya que, los Subtramos mencionados solo requieren de un tratamiento superficial a fin de restablecer la calidad del IRI, únicamente se difieren las reparaciones previas a ejecutar debido a que, cada subtramo posee distintos deterioros superficiales, es por ello, que se procedió a manejar el mismo programa de conservación plurianual.

³⁸ N-CSV-CAR-3-02-004/10 Capas de Rodadura Mortero Asfáltico SCT (2010).

Concepto	Espesor (cm)	Tipo de Mezcla Asfáltica	Periodo de Ejecución	Tipo de Tratamiento
Capa de Rodadura De Alto Desempeño	3	Mezcla Asfáltica de Granulometría Discontinua Tipo SMA	1er. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	4to. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	6to. Año	Superficial

| Tabla 22.Programa de Conservación Subtramos 2 y 3. Fuente: Elaboración Propia |

5.1.3.3. Subtramo 4 (Zamora – Jiquilpan)

Seguidamente en lo que respecta al Subtramo 4, garantizado el comportamiento estructural adecuado al periodo de ejecución determinado por tiempo de contratación se realiza la propuesta de conservación siguiente:

Concepto	Espesor (cm)	Tipo de Mezcla Asfáltica	Periodo de Ejecución	Tipo de Tratamiento
Carpeta Asfáltica	5	Mezcla Asfáltica Densa, Elaborada con Cemento Asfáltico Tipo AC- 20	1er. Año	Estructural
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	3er. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	5to. Año	Superficial
Capa de Rodadura	1	Mortero Asfáltico (Slurry Seal)	7mo. Año	Superficial

| Tabla 23.Programa de Conservación Subtramos 4.Fuente: Elaboración Propia |

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. *Conclusiones*

6.2. *Recomendaciones*

6.1. Conclusiones

Sin duda alguna la reciente estrategia de Conservación Carretera de la Red Federal a través de la contratación plurianual (CPCC) por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, trae consigo un beneficio directo a los usuarios primordialmente, al mejorar sustancialmente la calidad de serviciabilidad, al obligar a los contratistas a efectuar trabajos con base en el cumplimiento de estándares de desempeño, por otro lado la SCT en consecuencia obtiene una mayor eficiencia en la gestión del programa nacional de conservación al reducir drásticamente el número de contratos y de contratistas, esto se logra al permitir a pequeñas y medianas empresas (Empresas Regionales) asociarse, por consiguiente se desarrolla una mayor certidumbre presupuestal para la conservación de los principales tramos federales del país al contar con un presupuesto inmodificable.

Sin embargo, recordemos que, a nivel internacional se han desarrollado estrategias de conservación similares a los CPCC en países como: Estados Unidos, Francia, Sudáfrica y Australia, en los que se hace énfasis en el mantenimiento preventivo, para evitar un mantenimiento correctivo y que por cada peso gastado en este tipo de mantenimiento se ahorran entre 4 y 10 pesos en la reconstrucción o mantenimiento correctivo, por ende el desarrollo o implementación de dicho esquema de conservación en nuestro país es prácticamente nuevo, ya que, a partir del 2010 se comenzó la implementación del esquema ya mencionado al realizarse la primer licitación e inició en el mismo año del primer paquete carretero denominado San Luís Potosí, en consecuencia es evidente ante la novedad de dicho esquema que la SCT está adentrándose a una problemática al no contar con la experiencia necesaria, que ocasiona retrasos en la asignación de los paquetes carreteros al no lograr integrar debidamente los expedientes, llegando a faltar en algunos casos el registro ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Finalmente, aún existen muchos cabos sueltos en los cuales seguramente la SCT está trabajando empezando por la capacitación de los recursos humanos a fin de evitar el fracaso del esquema de conservación, a pesar de los aspectos perjudiciales es posible rescatar puntos muy importantes, como el concientizar al gremio constructor respecto al mantenimiento preventivo y sobre todo en el desarrollo permitir a las empresas la oportunidad de realizar aportaciones importantes en materia de desarrollo de metodologías y el uso de nuevas tecnologías que finalmente tienen un impacto positivo para la sociedad.

6.2. Recomendaciones

- Es importante identificar con exactitud los trabajos previos al refuerzo, con base al análisis de los deterioros presentes, que de acuerdo al subtramo 1 los principales deterioros corresponden a Grietas de Nivel de Gravedad 1 (Ligero) en las cuales no se presenta desgranamiento ni expulsión de finos, de tal manera que las grietas no requieren ser selladas por lo que se recomienda trabajar sobre la superficie. Respecto a los deterioros restantes se identifican tanto descascos de Nivel de Gravedad 1 y Grietas de Nivel de Gravedad 2 (Moderado) para los cuales se requiere un tratamiento aislado con el objetivo de evitar posibles desgranamientos y expulsión de finos como lo establece la norma N-CSV-CAR-2-02-002/00.
- Para que una superficie de Rodadura sea susceptible de corregirse mediante trabajos de renivelación, no existirá insuficiencia estructural del pavimento y las deformaciones máximas estarán comprendidas entre 1 y 3,5 centímetros, medidas con una regla rígida, con longitud mínima de 3 metros, colocada en cualquier dirección; tampoco presentará agrietamientos por fatiga, para evitar la reflexión en la superficie tal como lo establece la norma N-CSV-CAR-3-02-001/10.
- Las Capas de Rodadura de Alto Desempeño se limitan a mantener un espesor como mínimo de 3 cm, a su vez serán construidas con granulometría discontinua elaborada en caliente, con cemento asfáltico AC – 20 (144 kg por m³). El diseño se será responsabilidad del contratista de obra, aplicando el método de diseño que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Norma N-CSV-CAR-3-02-015/10.
- La carpeta asfáltica estructural deberá poseer un espesor mayor a 4cm, así mismo, se construirá con una mezcla asfáltica de granulometría densa elaborada en caliente, con cemento asfáltico PG 76 – 22 (120 kg/ m³ suelto, que equivale al 6% en peso del material pétreo, que se considera de 2,400 kg/ m³). Su diseño deberá realizarse mediante el protocolo AMAAC Nivel II. Norma N-CSV-CAR-3-02-005/10.

- Las capas de rodadura tipo mortero asfáltico, serán construida con mezcla asfáltica elaborada en frío, con emulsión asfáltica de rompimiento lento tipo EAL-60 (165 litros por m³ suelto). Norma N-CSV-CAR-3-02-004/10.



ANEXOS

Anexo A. Mediciones de Índice de Rugosidad Internacional IRI



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

ÍNDICE de RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
Subtramo 1: **Morelia - Quiroga**
Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Único**
Km Inicio **10+000** Km Final **39+200**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio IRI (m/Km)	ISI
INICIO	FINAL		
0+000	1+000	5,5	1,84
1+000	2+000	4,6	2,15
2+000	3+000	3,8	2,52
3+000	3+400	5,5	1,86
3+400	4+000	4,8	2,10
4+000	5+000	4,6	2,18
5+000	6+000	4,1	2,39
6+000	7+000	3,9	2,45
7+000	8+000	4,7	2,15
8+000	9+000	3,2	2,77
9+000	10+000	3,9	2,47
10+000	11+000	3,4	2,71
11+000	12+000	3,4	2,69
12+000	13+000	3,4	2,69
13+000	14+000	3,3	2,73
14+000	15+000	3,5	2,66
15+000	16+000	3,0	2,92
16+000	17+000	2,2	3,36
17+000	18+000	2,3	3,30
18+000	19+000	2,3	3,29
19+000	20+000	2,5	3,17
20+000	21+000	1,9	3,53
21+000	22+000	2,7	3,08
22+000	23+000	2,6	3,10
23+000	24+000	2,7	3,08
24+000	25+000	2,9	2,94
25+000	26+000	2,8	2,98
26+000	27+000	3,1	2,86

27+000	28+000	2,6	3,14
28+000	29+000	2,3	3,27
29+000	30+000	2,5	3,19
30+000	31+000	2,6	3,14
31+000	32+000	3,0	2,91
32+000	33+000	3,3	2,74
33+000	34+000	2,9	2,97
34+000	35+000	2,8	3,00
35+000	36+000	2,8	3,01
36+000	37+000	2,9	2,95
37+000	38+000	3,2	2,77
38+000	38+900	4,8	2,11



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **2 Quiroga - Carapan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Único**
 Km Inicio **39+200** Km Final **109+300**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio IRI (m/Km)	ISI
INICIO	FINAL		
39+200	40+000	5,1	1,97
40+000	40+400	4,3	2,30
40+400	41+000	3,8	2,50
41+000	42+000	3,0	2,91
42+000	43+000	2,7	3,07
43+000	44+000	2,8	3,03
44+000	45+000	3,3	2,75
45+000	46+000	3,8	2,50
46+000	47+000	4,0	2,42
47+000	48+000	4,5	2,22
48+000	49+000	4,8	2,10
49+000	50+000	4,2	2,34
50+000	51+000	2,2	3,35
51+000	52+000	2,2	3,36
52+000	53+000	2,1	3,43
53+000	54+000	2,0	3,46
54+000	55+000	2,2	3,38

55+000	56+000	2,1	3,41
56+000	57+000	2,0	3,48
57+000	58+000	2,3	3,32
58+000	59+000	2,0	3,45
59+000	60+000	2,1	3,44
60+000	61+000	4,1	2,37
61+000	62+000	4,1	2,38
62+000	63+000	3,5	2,64
63+000	64+000	3,4	2,71
64+000	65+000	3,2	2,79
65+000	66+000	3,1	2,85
66+000	67+000	3,2	2,82
67+000	68+000	3,6	2,59
68+000	69+000	3,0	2,90
69+000	70+000	4,6	2,16
70+000	71+000	4,0	2,43
71+000	72+000	3,7	2,53
72+000	73+000	2,8	3,01
73+000	74+000	3,6	2,59
74+000	75+000	2,8	3,02
75+000	76+000	2,4	3,25
76+000	77+000	2,6	3,13
77+000	77+300	3,7	2,53
77+300	78+000	Del km 77+100 al 81+000 fue entregado al municipio.	
78+000	79+000		
79+000	80+000		
80+000	81+000		
81+000	82+000	3,5	2,64
82+000	83+000	3,6	2,58
83+000	84+000	3,0	2,92
84+000	85+000	2,4	3,23
81+000	86+000	2,7	3,04
86+000	87+000	1,9	3,52
87+000	88+000	1,7	3,68
88+000	89+000	1,6	3,74
89+000	90+000	1,9	3,57
90+000	91+000	1,7	3,64
91+000	92+000	1,7	3,68
92+000	93+000	2,0	3,49
93+000	94+000	2,0	3,48
94+000	95+000	3,8	2,49
95+000	96+000	4,3	2,31
96+000	97+000	2,7	3,08
97+000	98+000	3,0	2,91
98+000	99+000	3,9	2,46
99+000	100+000	3,1	2,83
100+000	101+000	3,2	2,81
101+000	102+000	2,8	2,99
102+000	103+000	3,5	2,66

103+000	104+000	3,5	2,66
104+000	105+000	3,0	2,92
105+000	106+000	3,1	2,84
106+000	107+000	3,3	2,73
107+000	108+000	2,8	3,02
108+000	109+000	3,0	2,89
109+000	110+000	2,5	3,16
110+000	110+500	3,3	2,75



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **3 Carapan - Zamora**
 Tipo de Red: **Corredor**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Único**
 Km Inicio **109+300** Km Final **141+400**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio IRI (m/Km)	ISI
INICIO	FINAL		
109+300	110+000	2,5	3,19
110+000	111+000	2,5	3,19
111+000	112+000	2,2	3,35
112+000	113+000	2,0	3,51
113+000	114+000	2,2	3,37
114+000	115+000	2,8	2,99
115+000	116+000	2,7	3,05
116+000	117+000	2,3	3,30
117+000	118+000	2,7	3,09
118+000	119+000	3,8	2,50
119+000	120+000	3,0	2,90
120+000	121+000	2,6	3,12
121+000	122+000	2,5	3,19
122+000	123+000	3,3	2,75
123+000	124+000	3,5	2,66
124+000	125+000	3,9	2,45
125+000	126+000	2,5	3,19
126+000	127+000	2,4	3,26
127+000	128+000	2,5	3,19
128+000	129+000	2,4	3,23
129+000	130+000	2,6	3,14

130+000	131+000	2,5	3,15
131+000	132+000	2,8	3,01
132+000	133+000	3,6	2,62
133+000	134+000	3,0	2,90
134+000	135+000	3,7	2,54
135+000	136+000	3,4	2,68
136+000	137+000	3,0	2,88
137+000	138+000	2,9	2,98
138+000	139+000	2,7	3,06
139+000	140+000	2,4	3,25
140+000	141+000	2,5	3,19
141+000	141+300	2,7	3,05



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **4 Zamora - Jiquilpan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Unico**
 Km Inicio **152+000** Km Final **201+300**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio IRI (m/Km)	ISI
INICIO	FINAL		
152+000	153+000	2,3	3,31
153+000	154+000	2,2	3,34
154+000	155+000	2,2	3,33
155+000	156+000	2,6	3,12
156+000	157+000	2,4	3,24
157+000	158+000	2,6	3,13
158+000	159+000	2,4	3,26
159+000	160+000	2,2	3,33
160+000	161+000	2,5	3,19
161+000	162+000	2,6	3,13
162+000	163+000	2,4	3,24
163+000	164+000	1,8	3,60
164+000	165+000	2,4	3,23
165+000	166+000	1,9	3,56
166+000	167+000	1,8	3,62
167+000	168+000	2,0	3,50
168+000	169+000	2,2	3,33
169+000	170+000	2,2	3,36
170+000	171+000	1,6	3,71

171+000	172+000	2,0	3,46
172+000	173+000	2,5	3,18
173+000	174+000	2,7	3,04
174+000	175+000	2,9	2,98
175+000	176+000	2,4	3,26
176+000	177+000	2,5	3,20
177+000	178+000	3,2	2,82
178+000	179+000	3,3	2,77
179+000	180+000	2,9	2,93
180+000	181+000	3,4	2,71
181+000	182+000	3,1	2,83
182+000	183+000	2,8	3,03
183+000	184+000	3,0	2,92
184+000	185+000	3,2	2,79
185+000	186+000	3,1	2,84
186+000	187+000	3,3	2,73
187+000	188+000	3,3	2,75
188+000	189+000	3,0	2,91
189+000	190+000	3,2	2,80
190+000	191+000	3,2	2,82
191+000	192+000	3,0	2,92
192+000	193+000	2,8	3,03
193+000	194+000	3,0	2,91
194+000	195+000	3,2	2,79
195+000	196+000	3,2	2,77
196+000	197+000	2,9	2,98
197+000	198+000	2,4	3,23
198+000	199+000	2,8	2,98
199+000	200+000	4,0	2,42
200+000	201+000	4,0	2,41
201+000	201+300	5,0	2,02

Anexo B. Mediciones Profundidad de Rodera



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

PROFUNDIDAD DE RODERA (PR)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
Subtramo: **1 Morelia - Quiroga**
Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Km Inicio **10+000** Km Final **39+200**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio PR (mm)
INICIO	FINAL	
0+000	1+000	
1+000	2+000	
2+000	3+000	
3+000	3+400	
3+400	4+000	5,2
4+000	5+000	6,8
5+000	6+000	5,4
6+000	7+000	5,1
7+000	8+000	7,1
8+000	9+000	6,3
9+000	10+000	7,9
10+000	11+000	6,3
11+000	12+000	6,2
12+000	13+000	7,0
13+000	14+000	6,5
14+000	15+000	4,5
15+000	16+000	4,1
16+000	17+000	3,4
17+000	18+000	3,5
18+000	19+000	4,0
19+000	20+000	3,4
20+000	21+000	3,1
21+000	22+000	3,9
22+000	23+000	4,6
23+000	24+000	5,8
24+000	25+000	5,4
25+000	26+000	4,5
26+000	27+000	5,3
27+000	28+000	4,3
28+000	29+000	4,6
29+000	30+000	3,6
30+000	31+000	4,3
31+000	32+000	6,5
32+000	33+000	7,8
33+000	34+000	5,4
34+000	35+000	5,9
35+000	36+000	5,7
36+000	37+000	4,3
37+000	38+000	6,1
38+000	38+900	8,8



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

PROFUNDIDAD DE RODERA (PR)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **2 Quiroga - Carapan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Único**
 Km Inicio **39+200** Km Final **109+300**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio PR (mm)
INICIO	FINAL	
39+200	40+000	21,7
40+000	40+400	21,7
40+400	41+000	6,2
41+000	42+000	5,2
42+000	43+000	5,0
43+000	44+000	5,0
44+000	45+000	5,2
45+000	46+000	5,5
46+000	47+000	6,0
47+000	48+000	9,5
48+000	49+000	6,8
49+000	50+000	7,4
50+000	51+000	3,4
51+000	52+000	2,9
52+000	53+000	3,1
53+000	54+000	3,2
54+000	55+000	2,9
55+000	56+000	3,1
56+000	57+000	2,9
57+000	58+000	3,2
58+000	59+000	3,4
59+000	60+000	2,7
60+000	61+000	7,8
61+000	62+000	6,9
62+000	63+000	4,9
63+000	64+000	7,1
64+000	65+000	8,5
65+000	66+000	5,9
66+000	67+000	5,7
67+000	68+000	5,5
68+000	69+000	5,5

69+000	70+000	9,4
70+000	71+000	7,4
71+000	72+000	6,5
72+000	73+000	4,6
73+000	74+000	5,1
74+000	75+000	4,3
75+000	76+000	5,0
76+000	77+000	5,4
77+000	77+300	5,2
77+300	78+000	Del km 77+100 al 81+000 fue entregado al municipio.
78+000	79+000	
79+000	80+000	
80+000	81+000	
81+000	82+000	7,5
82+000	83+000	8,1
83+000	84+000	7,0
84+000	85+000	5,0
81+000	86+000	5,8
86+000	87+000	3,9
87+000	88+000	3,3
88+000	89+000	4,0
89+000	90+000	4,7
90+000	91+000	3,3
91+000	92+000	3,2
92+000	93+000	3,2
93+000	94+000	5,9
94+000	95+000	9,7
95+000	96+000	6,3
96+000	97+000	6,0
97+000	98+000	7,3
98+000	99+000	7,2
99+000	100+000	6,3
100+000	101+000	5,2
101+000	102+000	4,6
102+000	103+000	5,7
103+000	104+000	5,2
104+000	105+000	5,2
105+000	106+000	5,7
106+000	107+000	7,7
107+000	108+000	5,6
108+000	109+000	4,8
109+000	110+000	4,3
110+000	110+500	6,2



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

PROFUNDIDAD DE RODERA (PR)

Carretera: Morelia - Guadalajara
Subtramo: 3 Carapan - Zamora
Tipo de Red: Corredor

Mediciones: Año 2010

Cuerpo: Único
Km Inicio K109+300 Km Final K141+400

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio PR (mm)
INICIO	FINAL	
109+300	110+000	7,4
110+000	111+000	5,5
111+000	112+000	7,0
112+000	113+000	5,1
113+000	114+000	4,6
114+000	115+000	6,7
115+000	116+000	4,7
116+000	117+000	5,9
117+000	118+000	8,9
118+000	119+000	9,0
119+000	120+000	5,9
120+000	121+000	6,0
121+000	122+000	4,5
122+000	123+000	6,5
123+000	124+000	6,6
124+000	125+000	11,0
125+000	126+000	9,6
126+000	127+000	6,0
127+000	128+000	5,4
128+000	129+000	4,4
129+000	130+000	5,7
130+000	131+000	5,1
131+000	132+000	4,9
132+000	133+000	6,7
133+000	134+000	6,3
134+000	135+000	7,8
135+000	136+000	6,6
136+000	137+000	5,2
137+000	138+000	4,5
138+000	139+000	6,5
139+000	140+000	4,2

140+000	141+000	4,1
141+000	141+500	3,9



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

PROFUNDIDAD DE RODERA (PR)

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **4 Zamora - Jiquilpan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Año 2010**

Cuerpo: **Único**
 Km Inicio **152+000** Km Final **201+300**

CADENAMIENTO (Km)		Valor Medio PR (mm)
INICIO	FINAL	
152+000	153+000	3,8
153+000	154+000	4,6
154+000	155+000	4,5
155+000	156+000	4,5
156+000	157+000	5,5
157+000	158+000	4,7
158+000	159+000	3,4
159+000	160+000	3,6
160+000	161+000	6,0
161+000	162+000	6,1
162+000	163+000	3,8
163+000	164+000	4,1
164+000	165+000	4,0
165+000	166+000	4,8
166+000	167+000	3,8
167+000	168+000	3,7
168+000	169+000	3,8
169+000	170+000	4,2
170+000	171+000	3,9
171+000	172+000	6,0
172+000	173+000	4,9
173+000	174+000	4,8
174+000	175+000	5,3
175+000	176+000	4,7
176+000	177+000	4,6
177+000	178+000	6,2
178+000	179+000	4,9
179+000	180+000	4,3

180+000	181+000	5,0
181+000	182+000	5,0
182+000	183+000	6,8
183+000	184+000	7,1
184+000	185+000	7,3
185+000	186+000	6,2
186+000	187+000	5,5
187+000	188+000	4,5
188+000	189+000	5,3
189+000	190+000	5,1
190+000	191+000	4,9
191+000	192+000	6,0
192+000	193+000	4,1
193+000	194+000	4,1
194+000	195+000	7,6
195+000	196+000	5,6
196+000	197+000	6,3
197+000	198+000	6,0
198+000	199+000	5,3
199+000	200+000	8,1
200+000	201+000	6,5
201+000	201+300	6,7

Anexo C. Mediciones Coeficiente de Fricción



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
Subtramo: **1 Morelia - Quiroga**
Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Septiembre de 2010**
Equipo Utilizado: **DFT NAC DYNAMICS**

Km Inicio **10+000** Km Final **39+200**

CADENAMIENTO (Km)		Temperatura del terreno	Fricción promedio
INICIO	FINAL		
10+000	10+100	27,0	0,62
10+100	10+200	25,9	0,57
10+200	10+300	26,8	0,61
10+300	10+400	27,0	0,58
10+400	10+500	27,0	0,55

10+500	10+600	27,0	0,61
10+600	10+700	27,0	0,62
10+700	10+800	26,0	0,62
10+800	10+900	26,0	0,57
10+900	11+000	26,0	0,60
11+000	11+100	25,4	0,61
11+100	11+200	26,0	0,59
11+200	11+300	26,0	0,61
11+300	11+400	26,5	0,63
11+400	11+500	26,4	0,60
11+500	11+600	26,0	0,60
11+600	11+700	26,2	0,59
11+700	11+800	27,0	0,58
11+800	11+900	27,0	0,58
11+900	12+000	27,7	0,59
12+000	12+100	27,9	0,61
12+100	12+200	28,2	0,59
12+200	12+300	28,0	0,59
12+300	12+400	28,8	0,54
12+400	12+500	29,0	0,59
12+500	12+600	28,2	0,61
12+600	12+700	27,6	0,55
12+700	12+800	28,0	0,61
12+800	12+900	28,0	0,60
12+900	13+000	28,0	0,61
13+000	13+100	26,9	0,60
13+100	13+200	27,0	0,59
13+200	13+300	27,0	0,60
13+300	13+400	26,4	0,56
13+400	13+500	26,4	0,58
13+500	13+600	26,4	0,59
13+600	13+700	26,1	0,59
13+700	13+800	26,4	0,57
13+800	13+900	28,1	0,62
13+900	14+000	29,0	0,59
14+000	14+100	26,6	0,57
14+100	14+200	23,2	0,50
14+200	14+300	26,0	0,52
14+300	14+400	23,3	0,50
14+400	14+500	25,7	0,39
14+500	14+600	28,4	0,50
14+600	14+700	23,1	0,57
14+700	14+800	24,4	0,62
14+800	14+900	28,9	0,55
14+900	15+000	29,1	0,60
15+000	15+100	30,7	0,56
15+100	15+200	28,6	0,57
15+200	15+300	26,3	0,52
15+300	15+400	27,7	0,64

15+400	15+500	27,2	0,65
15+500	15+600	29,0	0,61
15+600	15+700	27,6	0,59
15+700	15+800	27,9	0,65
15+800	15+900	26,6	0,70
15+900	16+000	30,2	0,63
16+000	16+100	24,0	0,56
16+100	16+200	25,0	0,68
16+200	16+300	27,3	0,58
16+300	16+400	26,1	0,58
16+400	16+500	26,4	0,58
16+500	16+600	24,5	0,56
16+600	16+700	24,0	0,58
16+700	16+800	25,0	0,59
16+800	16+900	24,9	0,59
16+900	17+000	24,8	0,62
17+000	17+100	21,6	0,58
17+100	17+200	18,1	0,54
17+200	17+300	22,9	0,63
17+300	17+400	24,8	0,61
17+400	17+500	22,9	0,59
17+500	17+600	23,8	0,55
17+600	17+700	25,8	0,57
17+700	17+800	21,3	0,55
17+800	17+900	23,7	0,59
17+900	18+000	22,9	0,54
19+000	19+100	24,8	0,56
19+100	19+200	31,0	0,58
19+200	19+300	32,4	0,63
19+300	19+400	30,3	0,62
19+400	19+500	32,2	0,59
19+500	19+600	31,2	0,62
19+600	19+700	30,8	0,63
19+700	19+800	31,8	0,58
19+800	19+900	31,0	0,59
19+900	20+000	31,7	0,57
20+000	20+100	31,0	0,63
20+100	20+200	31,0	0,59
20+200	20+300	30,4	0,58
20+300	20+400	31,9	0,61
20+400	20+500	33,0	0,61
20+500	20+600	30,6	0,61
20+600	20+700	30,7	0,62
20+700	20+800	31,9	0,63
20+800	20+900	31,0	0,59
20+900	21+000	31,4	0,54
21+000	21+100	32,0	0,52
21+100	21+200	32,0	0,57
21+200	21+300	32,8	0,59

21+300	21+400	32,8	0,59
21+400	21+500	31,5	0,64
21+500	21+600	30,8	0,60
21+600	21+700	33,0	0,74
21+700	21+800	31,7	0,59
21+800	21+900	30,6	0,60
21+900	22+000	30,8	0,56
22+000	22+100	30,1	0,54
22+100	22+200	31,6	0,55
22+200	22+300	32,2	0,56
22+300	22+400	31,6	0,60
22+400	22+500	32,0	0,55
22+500	22+600	31,9	0,59
22+600	22+700	31,5	0,59
22+700	22+800	32,5	0,62
22+800	22+900	30,0	0,55
22+900	23+000	29,7	0,61
23+000	23+100	31,5	0,62
23+100	23+200	32,7	0,55
23+200	23+300	30,6	0,53
23+300	23+400	32,0	0,50
23+400	23+500	31,3	0,39
23+500	23+600	31,4	0,60
23+600	23+700	30,8	0,59
23+700	23+800	27,3	0,57
23+800	23+900	20,3	0,57
23+900	24+000	21,8	0,61
24+000	24+100	20,5	0,61
24+100	24+200	29,1	0,60
24+200	24+300	22,8	0,55
24+300	24+400	27,8	0,60
24+400	24+500	25,2	0,58
24+500	24+600	24,4	0,59
24+600	24+700	25,2	0,62
24+700	24+800	21,8	0,62
24+800	24+900	22,4	0,59
24+900	25+000	27,3	0,58
25+000	25+100	32,3	0,54
25+100	25+200	27,8	0,59
25+200	25+300	30,0	0,57
25+300	25+400	31,8	0,52
25+400	25+500	30,7	0,59
25+500	25+600	32,8	0,61
25+600	25+700	31,3	0,61
25+700	25+800	33,5	0,59
25+800	25+900	32,6	0,58
25+900	26+000	33,0	0,57
26+000	26+100	32,8	0,59
26+100	26+200	33,0	0,58

26+200	26+300	33,3	0,56
26+300	26+400	34,8	0,55
26+400	26+500	31,2	0,59
26+500	26+600	30,7	0,51
26+600	26+700	29,2	0,60
26+700	26+800	33,3	0,57
26+800	26+900	36,0	0,58
26+900	27+000	33,5	0,63
28+000	28+100	33,5	0,64
28+100	28+200	34,6	0,64
28+200	28+300	35,2	0,60
28+300	28+400	36,7	0,61
28+400	28+500	30,3	0,61
28+500	28+600	33,2	0,65
28+600	28+700	32,8	0,60
28+700	28+800	32,6	0,63
28+800	28+900	32,6	0,63
28+900	29+000	31,0	0,65
29+000	29+100	30,8	0,66
29+100	29+200	30,5	0,62
29+200	29+300	30,7	0,65
29+300	29+400	25,7	0,60
29+400	29+500	25,5	0,63
29+500	29+600	24,9	0,58
29+600	29+700	23,5	0,64
29+700	29+800	21,7	0,47
29+800	29+900	22,7	0,63
29+900	30+000	21,8	0,61
30+000	30+100	18,0	0,61
30+100	30+200	18,8	0,65
30+200	30+300	19,9	0,63
30+300	30+400	25,4	0,60
30+400	30+500	25,4	0,63
30+500	30+600	25,1	0,58
30+600	30+700	30,0	0,58
30+700	30+800	20,1	0,64
30+800	30+900	20,4	0,53
30+900	31+000	25,9	0,61
31+000	31+100	23,5	0,57
31+100	31+200	29,3	0,60
31+200	31+300	30,6	0,62
31+300	31+400	31,0	0,61
31+400	31+500	31,9	0,63
31+500	31+600	31,5	0,62
31+600	31+700	31,5	0,64
31+700	31+800	31,9	0,63
31+800	31+900	31,4	0,61
31+900	32+000	31,6	0,66
32+000	32+100	32,4	0,60

32+100	32+200	31,8	0,66
32+200	32+300	31,4	0,63
32+300	32+400	31,8	0,65
32+400	32+500	30,8	0,61
32+500	32+600	30,0	0,56
32+600	32+700	30,9	0,52
32+700	32+800	25,6	0,55
32+800	32+900	30,5	0,58
32+900	33+000	29,9	0,63
33+000	33+100	30,0	0,60
33+100	33+200	30,3	0,64
33+200	33+300	28,4	0,64
33+300	33+400	32,2	0,62
33+400	33+500	31,6	0,56
33+500	33+600	31,6	0,53
33+600	33+700	32,0	0,56
33+700	33+800	32,5	0,59
33+800	33+900	30,9	0,64
33+900	34+000	32,0	0,58
34+000	34+100	32,3	0,60
34+100	34+200	32,7	0,62
34+200	34+300	32,4	0,57
34+300	34+400	32,2	0,59
34+400	34+500	31,0	0,62
34+500	34+600	31,5	0,62
34+600	34+700	31,8	0,63
34+700	34+800	31,4	0,61
34+800	34+900	32,7	0,60
34+900	35+000	32,5	0,61
35+000	35+100	31,9	0,63
35+100	35+200	30,0	0,64
35+200	35+300	31,8	0,65
35+300	35+400	31,5	0,66
35+400	35+500	32,7	0,63
35+500	35+600	33,8	0,62
35+600	35+700	34,6	0,63
35+700	35+800	34,1	0,58
35+800	35+900	33,6	0,64
35+900	36+000	31,6	0,60
36+000	36+100	36,5	0,62
36+100	36+200	37,3	0,63
36+200	36+300	39,3	0,61
36+300	36+400	38,4	0,60
36+400	36+500	38,2	0,59
36+500	36+600	33,6	0,56
36+600	36+700	39,3	0,63
36+700	36+800	38,1	0,60
36+800	36+900	37,3	0,60
36+900	37+000	37,9	0,54

37+000	37+100	37,6	0,58
37+100	37+200	36,6	0,62
37+200	37+300	37,9	0,59
37+300	37+400	37,8	0,57
37+400	37+500	39,2	0,59
37+500	37+600	37,2	0,56
37+600	37+700	37,2	0,47
37+700	37+800	36,0	0,54
37+800	37+900	37,4	0,59
37+900	38+000	38,1	0,60
38+000	38+100	29,8	0,54
38+100	38+200	30,3	0,59
38+200	38+300	36,1	0,59
38+300	38+400	37,9	0,60
38+400	38+500	41,2	0,57
38+500	38+600	42,0	0,56
38+600	38+700	38,0	0,56
38+700	38+800	40,1	0,62
38+800	38+900	40,5	0,55
38+900	39+000	40,4	0,55
39+000	39+100	39,0	0,63
39+100	39+200	39,4	0,59



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **2 Quiroga - Carapan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Septiembre de 2010**
 Equipo Utilizado: **DFT NAC DYNAMICS**

Km Inicio **39+200** Km Final **109+300**

CADENAMIENTO (Km)		Temperatura del terreno	Fricción promedio
INICIO	FINAL		
39+200	39+300	41,0	0,68
39+300	39+400	40,6	0,66
39+400	39+500	39,3	0,59
39+500	39+600	39,4	0,79
39+600	39+700	42,4	0,50
39+700	39+800	43,4	0,56
39+800	39+900	44,4	0,51
39+900	40+000	42,7	0,67

40+000	40+100	39,7	0,60
40+100	40+200	33,8	0,74
40+200	40+300	37,5	0,73
40+300	40+400	39,6	0,71
40+400	40+500	44,1	0,60
40+500	40+600	42,1	0,62
40+600	40+700	39,7	0,54
40+700	40+800	41,9	0,54
40+800	40+900	43,5	0,51
40+900	41+000	44,8	0,59
41+000	41+100	43,3	0,60
41+100	41+200	42,2	0,67
41+200	41+300	41,2	0,62
41+300	41+400	40,7	0,64
41+400	41+500	35,4	0,45
41+500	41+600	40,2	0,61
41+600	41+700	41,6	0,62
41+700	41+800	42,9	0,61
41+800	41+900	42,1	0,58
41+900	42+000	42,5	0,63
42+000	42+100	44,5	0,62
42+100	42+200	43,8	0,62
42+200	42+300	42,9	0,61
42+300	42+400	44,3	0,47
42+400	42+500	43,3	0,55
42+500	42+600	36,6	0,61
42+600	42+700	43,4	0,60
42+700	42+800	46,0	0,51
42+800	42+900	43,7	0,60
42+900	43+000	46,1	0,66
43+000	43+100	44,9	0,63
43+100	43+200	43,8	0,60
43+200	43+300	44,5	0,60
43+300	43+400	44,2	0,64
43+400	43+500	43,3	0,64
43+500	43+600	43,4	0,59
43+600	43+700	43,1	0,62
43+700	43+800	42,7	0,66
43+800	43+900	42,1	0,56
43+900	44+000	33,8	0,63
44+000	44+100	41,5	0,62
44+100	44+200	36,5	0,67
44+200	44+300	41,0	0,68
44+300	44+400	41,7	0,59
44+400	44+500	44,6	0,60
44+500	44+600	41,6	0,68
44+600	44+700	41,7	0,63
44+700	44+800	41,6	0,68
44+800	44+900	41,5	0,63

44+900	45+000	39,3	0,65
45+000	45+100	32,1	0,67
45+100	45+200	42,2	0,58
45+200	45+300	40,8	0,57
45+300	45+400	42,5	0,68
45+400	45+500	41,9	0,62
45+500	45+600	37,2	0,71
45+600	45+700	37,9	0,63
45+700	45+800	40,8	0,64
45+800	45+900	37,8	0,70
45+900	46+000	36,8	0,74
46+000	46+100	37,2	0,67
46+100	46+200	37,2	0,79
46+200	46+300	37,8	0,64
46+300	46+400	35,4	0,70
46+400	46+500	39,3	0,71
46+500	46+600	38,0	0,68
46+600	46+700	32,8	0,70
46+700	46+800	41,7	0,64
46+800	46+900	42,4	0,62
46+900	47+000	42,0	0,71
48+000	48+100	33,1	0,59
48+100	48+200	33,3	0,59
48+200	48+300	33,0	0,58
48+300	48+400	33,2	0,52
48+400	48+500	34,0	0,52
48+500	48+600	35,0	0,56
48+600	48+700	34,3	0,56
48+700	48+800	34,3	0,56
48+800	48+900	36,1	0,49
48+900	49+000	35,6	0,49
49+000	49+100	35,0	0,58
49+100	49+200	34,2	0,70
49+200	49+300	36,1	0,69
49+300	49+400	36,6	0,59
49+400	49+500	36,6	0,58
49+500	49+600	36,2	0,61
49+600	49+700	36,8	0,61
49+700	49+800	38,1	0,61
49+800	49+900	40,5	0,56
49+900	50+000	39,8	0,60
50+000	50+100	38,8	0,61
50+100	50+200	38,3	0,65
50+200	50+300	37,8	0,57
50+300	50+400	39,8	0,62
50+400	50+500	38,6	0,59
50+500	50+600	35,7	0,60
50+600	50+700	34,7	0,57
50+700	50+800	37,9	0,63

50+800	50+900	37,4	0,62
50+900	51+000	37,4	0,57
51+000	51+100	36,7	0,58
51+100	51+200	39,0	0,64
51+200	51+300	40,8	0,68
51+300	51+400	40,1	0,61
51+400	51+500	40,2	0,64
51+500	51+600	40,4	0,72
51+600	51+700	37,3	0,69
51+700	51+800	41,2	0,65
51+800	51+900	43,1	0,57
51+900	52+000	43,0	0,62
52+000	52+100	42,2	0,62
52+100	52+200	40,5	0,63
52+200	52+300	37,7	0,60
52+300	52+400	39,0	0,61
52+400	52+500	35,0	0,62
52+500	52+600	32,6	0,63
52+600	52+700	34,4	0,69
52+700	52+800	29,5	0,59
52+800	52+900	28,0	0,73
52+900	53+000	34,2	0,68
53+000	53+100	35,0	0,63
53+100	53+200	33,2	0,72
53+200	53+300	32,7	0,63
53+300	53+400	33,3	0,65
53+400	53+500	34,6	0,58
53+500	53+600	32,1	0,64
53+600	53+700	31,3	0,70
53+700	53+800	32,0	0,62
53+800	53+900	30,1	0,57
53+900	54+000	33,7	0,63
54+000	54+100	31,5	0,66
54+100	54+200	31,7	0,63
54+200	54+300	32,2	0,66
54+300	54+400	31,7	0,62
54+400	54+500	31,7	0,59
54+500	54+600	30,8	0,57
54+600	54+700	30,6	0,60
54+700	54+800	31,4	0,62
54+800	54+900	28,0	0,67
54+900	55+000	29,4	0,63
57+000	57+100	28,4	0,65
57+100	57+200	26,1	0,61
57+200	57+300	28,8	0,62
57+300	57+400	30,5	0,61
57+400	57+500	34,8	0,63
57+500	57+600	36,5	0,63
57+600	57+700	37,3	0,63

57+700	57+800	33,3	0,61
57+800	57+900	28,7	0,64
57+900	58+000	28,5	0,61
58+000	58+100	32,3	0,59
58+100	58+200	36,3	0,63
58+200	58+300	41,8	0,59
58+300	58+400	41,0	0,62
58+400	58+500	37,3	0,62
58+500	58+600	33,7	0,61
58+600	58+700	34,6	0,63
58+700	58+800	32,7	0,62
58+800	58+900	33,5	0,63
58+900	59+000	33,2	0,57
59+000	59+100	36,2	0,63
59+100	59+200	37,7	0,64
59+200	59+300	34,3	0,65
59+300	59+400	40,2	0,64
59+400	59+500	39,2	0,60
59+500	59+600	41,2	0,60
59+600	59+700	32,6	0,62
59+700	59+800	31,6	0,61
59+800	59+900	32,4	0,60
59+900	60+000	39,9	0,66
60+000	60+100	39,9	0,63
60+100	60+200	30,3	0,54
60+200	60+300	36,7	0,65
60+300	60+400	36,3	0,57
60+400	60+500	36,9	0,65
60+500	60+600	31,5	0,63
60+600	60+700	39,2	0,63
60+700	60+800	38,7	0,66
60+800	60+900	26,2	0,61
60+900	61+000	39,2	0,61
61+000	61+100	31,3	0,60
61+100	61+200	33,9	0,58
61+200	61+300	40,3	0,65
61+300	61+400	33,1	0,68
61+400	61+500	28,0	0,64
61+500	61+600	38,3	0,60
61+600	61+700	40,3	0,61
61+700	61+800	41,0	0,64
61+800	61+900	40,5	0,63
61+900	62+000	40,2	0,62
62+000	62+100	41,7	0,64
62+100	62+200	40,6	0,68
62+200	62+300	43,4	0,61
62+300	62+400	43,9	0,64
62+400	62+500	42,9	0,63
62+500	62+600	43,4	0,64

62+600	62+700	40,4	0,65
62+700	62+800	41,5	0,63
62+800	62+900	41,1	0,63
62+900	63+000	37,8	0,64
63+000	63+100	43,2	0,59
63+100	63+200	37,4	0,62
63+200	63+300	36,9	0,67
63+300	63+400	32,0	0,61
63+400	63+500	43,0	0,69
63+500	63+600	39,0	0,65
63+600	63+700	34,8	0,63
63+700	63+800	41,0	0,66
63+800	63+900	39,1	0,63
63+900	64+000	40,0	0,63
65+000	65+100	46,0	0,60
65+100	65+200	45,1	0,65
65+200	65+300	46,0	0,59
65+300	65+400	42,0	0,62
65+400	65+500	44,0	0,65
65+500	65+600	36,8	0,69
65+600	65+700	44,4	0,69
65+700	65+800	44,4	0,62
65+800	65+900	43,6	0,63
65+900	66+000	46,1	0,67
66+000	66+100	46,7	0,62
66+100	66+200	46,1	0,60
66+200	66+300	43,4	0,64
66+300	66+400	41,5	0,62
66+400	66+500	42,1	0,63
66+500	66+600	44,3	0,63
66+600	66+700	43,7	0,56
66+700	66+800	45,2	0,63
66+800	66+900	46,9	0,66
66+900	67+000	45,8	0,59
67+000	67+100	45,3	0,56
67+100	67+200	45,6	0,64
67+200	67+300	45,6	0,63
67+300	67+400	45,0	0,63
67+400	67+500	45,4	0,61
67+500	67+600	45,0	0,62
67+600	67+700	45,4	0,65
67+700	67+800	45,1	0,60
67+800	67+900	45,4	0,62
67+900	68+000	45,8	0,64
68+000	68+100	44,7	0,61
68+100	68+200	45,0	0,61
68+200	68+300	46,7	0,62
68+300	68+400	44,1	0,63
68+400	68+500	45,0	0,65

68+500	68+600	45,0	0,62
68+600	68+700	43,3	0,62
68+700	68+800	43,3	0,61
68+800	68+900	43,8	0,63
68+900	69+000	44,3	0,63
69+000	69+100	45,8	0,61
69+100	69+200	46,0	0,63
69+200	69+300	45,8	0,63
69+300	69+400	44,1	0,63
69+400	69+500	45,5	0,60
69+500	69+600	44,2	0,63
69+600	69+700	45,3	0,54
69+700	69+800	45,7	0,64
69+800	69+900	45,0	0,60
69+900	70+000	45,0	0,55
70+000	70+100	45,0	0,61
70+100	70+200	44,8	0,62
70+200	70+300	44,7	0,60
70+300	70+400	43,3	0,63
70+400	70+500	42,9	0,60
70+500	70+600	44,0	0,65
70+600	70+700	44,0	0,59
70+700	70+800	44,3	0,64
70+800	70+900	44,0	0,65
70+900	71+000	42,7	0,61
71+000	71+100	42,0	0,59
71+100	71+200	45,1	0,63
71+200	71+300	44,8	0,64
71+300	71+400	44,2	0,65
71+400	71+500	43,9	0,64
71+500	71+600	44,9	0,59
71+600	71+700	44,6	0,65
71+700	71+800	42,9	0,64
71+800	71+900	42,0	0,63
71+900	72+000	43,5	0,62
72+000	72+100	36,9	0,63
72+100	72+200	44,3	0,58
72+200	72+300	45,4	0,62
72+300	72+400	44,4	0,53
72+400	72+500	44,8	0,41
72+500	72+600	45,1	0,44
72+600	72+700	44,8	0,61
72+700	72+800	41,5	0,58
72+800	72+900	39,2	0,62
72+900	73+000	39,6	0,61
73+000	73+100	40,3	0,55
73+100	73+200	39,8	0,60
73+200	73+300	43,8	0,57
73+300	73+400	43,9	0,57

73+400	73+500	41,9	0,59
73+500	73+600	41,7	0,62
73+600	73+700	38,1	0,62
73+700	73+800	38,5	0,65
73+800	73+900	35,6	0,63
73+900	74+000	35,5	0,66
74+000	74+100	37,7	0,65
74+100	74+200	40,7	0,59
74+200	74+300	40,9	0,62
74+300	74+400	41,7	0,63
74+400	74+500	41,2	0,59
74+500	74+600	40,4	0,62
74+600	74+700	42,5	0,59
74+700	74+800	41,0	0,57
74+800	74+900	39,6	0,65
74+900	75+000	41,1	0,60
75+000	75+100	39,8	0,65
75+100	75+200	41,7	0,61
75+200	75+300	42,4	0,64
75+300	75+400	42,5	0,60
75+400	75+500	41,8	0,64
75+500	75+600	41,7	0,57
75+600	75+700	42,5	0,58
75+700	75+800	42,0	0,60
75+800	75+900	35,3	0,60
75+900	76+000	35,8	0,61
76+000	76+100	31,5	0,56
76+100	76+200	36,8	0,62
76+200	76+300	40,4	0,60
76+300	76+400	42,1	0,57
76+400	76+500	41,8	0,60
76+500	76+600	39,7	0,60
76+600	76+700	33,4	0,57
76+700	76+800	25,7	0,58
76+800	76+900	28,9	0,60
76+900	77+000	29,8	0,57
77+000	77+100	31,4	0,58
90+000	90+100	30,1	0,57
90+100	90+200	28,3	0,64
90+200	90+300	26,1	0,58
90+300	90+400	26,9	0,68
90+400	90+500	26,8	0,65
90+500	90+600	26,3	0,62
90+600	90+700	30,9	0,60
90+700	90+800	30,0	0,58
90+800	90+900	31,5	0,64
90+900	91+000	31,6	0,66
91+000	91+100	30,4	0,66
91+100	91+200	30,6	0,65

91+200	91+300	30,6	0,67
91+300	91+400	28,0	0,62
91+400	91+500	27,9	0,56
91+500	91+600	26,8	0,59
91+600	91+700	30,8	0,56
91+700	91+800	30,1	0,58
91+800	91+900	30,1	0,61
91+900	92+000	30,0	0,57
92+000	92+100	28,9	0,59
92+100	92+200	30,8	0,61
92+200	92+300	30,3	0,62
92+300	92+400	29,5	0,57
92+400	92+500	28,6	0,58
92+500	92+600	25,5	0,63
92+600	92+700	27,5	0,63
92+700	92+800	29,8	0,61
92+800	92+900	30,5	0,54
92+900	93+000	30,8	0,63
93+000	93+100	29,1	0,59
93+100	93+200	30,1	0,59
93+200	93+300	31,0	0,61
93+300	93+400	30,1	0,60
93+400	93+500	29,4	0,57
93+500	93+600	28,9	0,56
93+600	93+700	29,0	0,59
93+700	93+800	27,8	0,58
93+800	93+900	26,9	0,59
93+900	94+000	29,0	0,60
94+000	94+100	28,0	0,64
94+100	94+200	27,7	0,58
94+200	94+300	28,4	0,55
94+300	94+400	28,0	0,59
94+400	94+500	25,9	0,59
94+500	94+600	26,5	0,64
94+600	94+700	28,1	0,57
94+700	94+800	27,6	0,54
94+800	94+900	27,0	0,58
94+900	95+000	28,0	0,58
95+000	95+100	28,6	0,58
95+100	95+200	28,0	0,59
95+200	95+300	29,0	0,59
95+300	95+400	28,3	0,59
95+400	95+500	28,5	0,53
95+500	95+600	29,0	0,60
95+600	95+700	28,9	0,61
95+700	95+800	28,3	0,59
95+800	95+900	28,2	0,59
95+900	96+000	28,3	0,67
96+000	96+100	26,3	0,56

96+100	96+200	24,6	0,59
96+200	96+300	25,4	0,55
96+300	96+400	25,0	0,57
96+400	96+500	26,6	0,57
96+500	96+600	26,7	0,58
96+600	96+700	27,1	0,61
96+700	96+800	28,0	0,52
96+800	96+900	26,7	0,62
96+900	97+000	27,6	0,58
98+000	98+100	31,5	0,63
98+100	98+200	32,0	0,61
98+200	98+300	32,9	0,61
98+300	98+400	31,9	0,62
98+400	98+500	28,9	0,64
98+500	98+600	33,0	0,62
98+600	98+700	32,3	0,62
98+700	98+800	31,9	0,61
98+800	98+900	28,7	0,56
98+900	99+000	31,1	0,58
99+000	99+100	31,7	0,57
99+100	99+200	32,5	0,61
99+200	99+300	32,8	0,62
99+300	99+400	33,0	0,62
99+400	99+500	33,0	0,59
99+500	99+600	33,0	0,57
99+600	99+700	32,7	0,59
99+700	99+800	32,7	0,58
99+800	99+900	32,7	0,58
99+900	100+000	33,0	0,63
100+000	100+100	33,2	0,60
100+100	100+200	33,3	0,58
100+200	100+300	33,0	0,60
100+300	100+400	32,0	0,55
100+400	100+500	32,0	0,56
100+500	100+600	32,8	0,63
100+600	100+700	33,6	0,65
100+700	100+800	32,3	0,59
100+800	100+900	32,3	0,56
100+900	101+000	32,2	0,54
101+000	101+100	30,8	0,62
101+100	101+200	30,1	0,60
101+200	101+300	30,8	0,61
101+300	101+400	30,2	0,58
101+400	101+500	30,3	0,60
101+500	101+600	29,1	0,59
101+600	101+700	29,1	0,61
101+700	101+800	29,6	0,62
101+800	101+900	29,2	0,64
101+900	102+000	28,0	0,57

102+000	102+100	27,8	0,55
102+100	102+200	27,1	0,62
102+200	102+300	28,7	0,55
102+300	102+400	28,4	0,59
102+400	102+500	27,8	0,61
102+500	102+600	28,2	0,58
102+600	102+700	26,8	0,58
102+700	102+800	26,5	0,58
102+800	102+900	27,9	0,58
102+900	103+000	26,0	0,60
103+000	103+100	26,0	0,59
103+100	103+200	27,6	0,60
103+200	103+300	24,8	0,52
103+300	103+400	26,1	0,61
103+400	103+500	22,6	0,59
103+500	103+600	24,1	0,63
103+600	103+700	23,8	0,61
103+700	103+800	26,9	0,55
103+800	103+900	23,7	0,55
103+900	104+000	24,8	0,58
104+000	104+100	27,7	0,56
104+100	104+200	28,3	0,51
104+200	104+300	28,7	0,54
104+300	104+400	27,7	0,47
104+400	104+500	27,0	0,44
104+500	104+600	27,2	0,50
104+600	104+700	27,6	0,59
104+700	104+800	26,9	0,59
104+800	104+900	26,3	0,58
104+900	105+000	25,8	0,58
106+000	106+100	28,2	0,59
106+100	106+200	28,0	0,60
106+200	106+300	27,4	0,55
106+300	106+400	27,2	0,61
106+400	106+500	25,5	0,58
106+500	106+600	27,5	0,57
106+600	106+700	27,8	0,62
106+700	106+800	28,9	0,61
106+800	106+900	28,9	0,62
106+900	107+000	27,5	0,63
107+000	107+100	26,4	0,59
107+100	107+200	26,5	0,61
107+200	107+300	26,6	0,57
107+300	107+400	28,8	0,57
107+400	107+500	29,0	0,60
107+500	107+600	29,1	0,57
107+600	107+700	28,4	0,57
107+700	107+800	30,0	0,58
107+800	107+900	28,4	0,58

107+900	108+000	29,3	0,57
108+000	108+100	27,4	0,58
108+100	108+200	27,4	0,57
108+200	108+300	29,2	0,58
108+300	108+400	25,3	0,57
108+400	108+500	22,6	0,57
108+500	108+600	22,1	0,59
108+600	108+700	23,8	0,58
108+700	108+800	23,6	0,59
108+800	108+900	24,3	0,57
108+900	109+000	23,8	0,59
109+000	109+100	24,0	0,57
109+100	109+200	22,5	0,54
109+200	109+300	24,6	0,52



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **3 Carapan - Zamora**
 Tipo de Red: **Corredor**

Mediciones: **Septiembre de 2010**
 Equipo Utilizado: **DFT NAC DYNAMICS**

Km Inicio **109+300** Km Final **141+400**

CADENAMIENTO (Km)		Temperatura del terreno	Fricción promedio
INICIO	FINAL		
109+300	109+400	26,3	0,58
109+400	109+500	26,4	0,64
109+500	109+600	28,3	0,63
109+600	109+700	28,6	0,63
109+700	109+800	29,4	0,61
109+800	109+900	28,8	0,58
109+900	110+000	27,4	0,64
110+000	110+100	27,4	0,67
110+100	110+200	26,8	0,62
110+200	110+300	27,5	0,62
110+300	110+400	27,3	0,52
110+400	110+500	27,3	0,57
110+500	110+600	27,2	0,66
110+600	110+700	27,1	0,64
110+700	110+800	27,4	0,63
110+800	110+900	28,0	0,55

110+900	111+000	28,0	0,56
111+000	111+100	28,1	0,63
111+100	111+200	28,0	0,59
111+200	111+300	28,0	0,62
111+300	111+400	27,7	0,62
111+400	111+500	27,8	0,56
111+500	111+600	28,4	0,63
111+600	111+700	28,6	0,59
111+700	111+800	28,0	0,56
111+800	111+900	28,6	0,59
111+900	112+000	28,1	0,61
112+000	112+100	29,2	0,60
112+100	112+200	29,4	0,60
112+200	112+300	29,3	0,58
112+300	112+400	29,6	0,58
112+400	112+500	28,9	0,61
112+500	112+600	28,7	0,63
112+600	112+700	25,5	0,60
112+700	112+800	26,9	0,57
112+800	112+900	28,7	0,57
112+900	113+000	28,2	0,54
113+000	113+100	29,2	0,53
113+100	113+200	29,4	0,52
113+200	113+300	26,0	0,62
113+300	113+400	27,6	0,58
113+400	113+500	27,2	0,55
113+500	113+600	25,7	0,61
113+600	113+700	26,2	0,59
113+700	113+800	26,1	0,51
113+800	113+900	26,1	0,53
113+900	114+000	27,3	0,48
114+000	114+100	27,7	0,57
114+100	114+200	29,3	0,71
114+200	114+300	28,5	0,68
114+300	114+400	27,5	0,67
114+400	114+500	26,2	0,63
114+500	114+600	27,4	0,60
114+600	114+700	29,0	0,58
114+700	114+800	26,7	0,56
114+800	114+900	27,2	0,61
114+900	115+000	29,1	0,64
115+000	115+100	26,1	0,59
115+100	115+200	27,1	0,61
115+200	115+300	26,7	0,60
115+300	115+400	27,2	0,57
115+400	115+500	26,4	0,57
115+500	115+600	27,2	0,59
115+600	115+700	30,3	0,57
115+700	115+800	27,8	0,60

115+800	115+900	28,3	0,65
115+900	116+000	29,6	0,61
116+000	116+100	30,0	0,61
116+100	116+200	29,7	0,58
116+200	116+300	28,7	0,61
117+000	117+100	31,0	0,58
117+100	117+200	30,9	0,54
117+200	117+300	29,4	0,55
117+300	117+400	29,6	0,58
117+400	117+500	27,7	0,61
117+500	117+600	29,1	0,58
117+600	117+700	30,2	0,60
117+700	117+800	31,0	0,59
117+800	117+900	30,4	0,61
117+900	118+000	31,0	0,57
118+000	118+100	31,3	0,63
118+100	118+200	29,7	0,62
118+200	118+300	28,6	0,63
118+300	118+400	30,5	0,58
118+400	118+500	31,2	0,63
118+500	118+600	30,9	0,59
118+600	118+700	29,5	0,64
118+700	118+800	29,8	0,62
118+800	118+900	31,6	0,56
118+900	119+000	31,3	0,64
119+000	119+100	31,0	0,64
119+100	119+200	30,9	0,59
119+200	119+300	31,5	0,62
119+300	119+400	32,0	0,62
119+400	119+500	31,2	0,62
119+500	119+600	30,5	0,62
119+600	119+700	29,8	0,63
119+700	119+800	31,0	0,62
119+800	119+900	28,1	0,64
119+900	120+000	30,8	0,62
120+000	120+100	31,0	0,61
120+100	120+200	29,5	0,61
120+200	120+300	31,0	0,62
120+300	120+400	31,6	0,63
120+400	120+500	31,8	0,65
120+500	120+600	32,7	0,63
120+600	120+700	32,2	0,66
120+700	120+800	32,9	0,64
120+800	120+900	32,2	0,61
120+900	121+000	31,4	0,57
121+000	121+100	31,7	0,59
121+100	121+200	32,0	0,56
121+200	121+300	32,2	0,67
121+300	121+400	32,6	0,63

121+400	121+500	31,3	0,62
121+500	121+600	31,9	0,63
121+600	121+700	31,0	0,66
121+700	121+800	30,4	0,64
121+800	121+900	29,8	0,63
121+900	122+000	30,0	0,62
122+000	122+100	30,0	0,66
122+100	122+200	30,0	0,60
122+200	122+300	30,2	0,61
122+300	122+400	31,0	0,63
122+400	122+500	31,0	0,64
122+500	122+600	31,0	0,63
122+600	122+700	31,2	0,64
122+700	122+800	31,2	0,62
122+800	122+900	31,0	0,60
122+900	123+000	31,3	0,61
123+000	123+100	31,9	0,63
123+100	123+200	31,0	0,52
123+200	123+300	31,0	0,51
123+300	123+400	31,0	0,50
123+400	123+500	31,9	0,61
123+500	123+600	32,0	0,59
123+600	123+700	32,1	0,63
123+700	123+800	31,3	0,65
123+800	123+900	31,0	0,64
123+900	124+000	31,1	0,54
124+000	124+100	30,0	0,56
124+100	124+200	27,4	0,57
124+200	124+300	27,9	0,63
124+300	124+400	30,6	0,57
124+400	124+500	30,0	0,59
124+500	124+600	30,0	0,62
124+600	124+700	29,4	0,63
124+700	124+800	29,3	0,65
124+800	124+900	28,7	0,59
124+900	125+000	28,9	0,63
126+000	126+100	39,0	0,59
126+100	126+200	38,0	0,68
126+200	126+300	37,6	0,63
126+300	126+400	36,2	0,64
126+400	126+500	38,0	0,65
126+500	126+600	38,0	0,62
126+600	126+700	37,0	0,64
126+700	126+800	37,2	0,64
126+800	126+900	38,5	0,62
126+900	127+000	36,7	0,67
127+000	127+100	39,0	0,66
127+100	127+200	39,0	0,64
127+200	127+300	39,0	0,65

127+300	127+400	39,0	0,65
127+400	127+500	39,0	0,70
127+500	127+600	38,6	0,69
127+600	127+700	39,0	0,70
127+700	127+800	39,0	0,68
127+800	127+900	38,8	0,61
127+900	128+000	39,0	0,65
128+000	128+100	39,0	0,70
128+100	128+200	39,8	0,59
128+200	128+300	40,0	0,72
128+300	128+400	40,0	0,69
128+400	128+500	39,6	0,64
128+500	128+600	40,0	0,63
128+600	128+700	39,4	0,60
128+700	128+800	40,0	0,65
128+800	128+900	39,5	0,61
128+900	129+000	39,6	0,62
129+000	129+100	41,6	0,64
129+100	129+200	42,2	0,59
129+200	129+300	41,9	0,63
129+300	129+400	41,6	0,62
129+400	129+500	41,5	0,62
129+500	129+600	41,0	0,70
129+600	129+700	40,7	0,67
129+700	129+800	38,6	0,64
129+800	129+900	39,3	0,58
129+900	130+000	40,7	0,56
130+000	130+100	40,8	0,59
130+100	130+200	40,7	0,63
130+200	130+300	40,8	0,64
130+300	130+400	39,3	0,66
130+400	130+500	40,4	0,51
130+500	130+600	41,0	0,49
130+600	130+700	41,0	0,49
130+700	130+800	41,8	0,50
130+800	130+900	40,8	0,52
130+900	131+000	40,0	0,53
131+000	131+100	41,7	0,62
131+100	131+200	42,6	0,69
131+200	131+300	41,9	0,67
131+300	131+400	40,8	0,65
131+400	131+500	40,7	0,62
131+500	131+600	40,3	0,65
131+600	131+700	40,5	0,64
131+700	131+800	40,0	0,70
131+800	131+900	39,9	0,71
131+900	132+000	38,9	0,70
132+000	132+100	38,0	0,64
132+100	132+200	37,9	0,66

132+200	132+300	38,0	0,67
132+300	132+400	37,8	0,67
132+400	132+500	38,5	0,67
132+500	132+600	39,0	0,63
132+600	132+700	38,4	0,69
132+700	132+800	38,2	0,59
132+800	132+900	39,3	0,65
132+900	133+000	39,6	0,66
133+000	133+100	38,9	0,64
133+100	133+200	39,0	0,64
133+200	133+300	38,4	0,61
133+300	133+400	38,6	0,65
133+400	133+500	39,2	0,65
133+500	133+600	40,0	0,65
133+600	133+700	38,9	0,68
133+700	133+800	38,0	0,64
133+800	133+900	38,6	0,61
133+900	134+000	38,8	0,63
135+000	135+100	40,0	0,63
135+100	135+200	39,0	0,61
135+200	135+300	38,0	0,66
135+300	135+400	37,6	0,67
135+400	135+500	37,1	0,66
135+500	135+600	37,2	0,63
135+600	135+700	37,3	0,64
135+700	135+800	37,0	0,66
135+800	135+900	37,5	0,66
135+900	136+000	36,4	0,64
136+000	136+100	36,4	0,59
136+100	136+200	36,3	0,65
136+200	136+300	36,8	0,65
136+300	136+400	36,4	0,65
136+400	136+500	35,1	0,69
136+500	136+600	35,5	0,64
136+600	136+700	35,0	0,62
136+700	136+800	35,0	0,65
136+800	136+900	36,1	0,64
136+900	137+000	36,9	0,63
137+000	137+100	36,4	0,69
137+100	137+200	36,3	0,59
137+200	137+300	37,0	0,66
137+300	137+400	37,1	0,68
137+400	137+500	38,2	0,68
137+500	137+600	38,0	0,68
137+600	137+700	38,4	0,62
137+700	137+800	38,4	0,71
137+800	137+900	38,0	0,63
137+900	138+000	38,0	0,70
138+000	138+100	38,5	0,66

138+100	138+200	39,0	0,64
138+200	138+300	39,0	0,63
138+300	138+400	39,0	0,61
138+400	138+500	38,7	0,63
138+500	138+600	36,6	0,68
138+600	138+700	38,8	0,67
138+700	138+800	38,2	0,70
138+800	138+900	37,9	0,65
138+900	139+000	37,5	0,71
139+000	139+100	38,0	0,59
139+100	139+200	38,0	0,70
139+200	139+300	38,0	0,68
139+300	139+400	38,0	0,67
139+400	139+500	38,5	0,64
139+500	139+600	39,7	0,68
139+600	139+700	39,7	0,65
139+700	139+800	39,5	0,67
139+800	139+900	39,1	0,67
139+900	140+000	40,0	0,69
140+000	140+100	40,0	0,65
140+100	140+200	39,9	0,68
140+200	140+300	40,0	0,70
140+300	140+400	40,0	0,65
140+400	140+500	40,0	0,69
140+500	140+600	39,7	0,64
140+600	140+700	40,0	0,67
140+700	140+800	40,0	0,60
140+800	140+900	40,0	0,64
140+900	141+000	40,0	0,66
141+000	141+100	40,6	0,66
141+100	141+200	42,8	0,60
141+200	141+300	44,9	0,66
141+300	141+400	46,0	0,61



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Carretera: **Morelia - Guadalajara**
 Subtramo: **4 Zamora - Jiquilpan**
 Tipo de Red: **Básica**

Mediciones: **Septiembre de 2010**
 Equipo Utilizado: **DFT NAC DYNAMICS**

Km Inicio **152+000** Km Final **201+300**

CADENAMIENTO (Km)		Temperatura del terreno	Fricción promedio
INICIO	FINAL		
152+000	152+100	32,1	0,42
152+100	152+200	33,1	0,45
152+200	152+300	34,0	0,44
152+300	152+400	33,6	0,42
152+400	152+500	33,3	0,55
152+500	152+600	33,4	0,54
152+600	152+700	33,1	0,55
152+700	152+800	33,0	0,57
152+800	152+900	33,0	0,66
152+900	153+000	33,0	0,66
153+000	153+100	32,5	0,65
153+100	153+200	32,5	0,65
153+200	153+300	32,5	0,65
153+300	153+400	31,8	0,65
153+400	153+500	31,1	0,58
153+500	153+600	32,4	0,65
153+600	153+700	31,6	0,63
153+700	153+800	31,1	0,65
153+800	153+900	32,6	0,47
153+900	154+000	31,9	0,51
154+000	154+100	33,3	0,50
154+100	154+200	32,5	0,66
154+200	154+300	31,9	0,65
154+300	154+400	31,8	0,65
154+400	154+500	32,0	0,64
154+500	154+600	32,3	0,66
154+600	154+700	31,2	0,64
154+700	154+800	31,8	0,65
154+800	154+900	33,0	0,65
154+900	155+000	33,5	0,66
155+000	155+100	33,4	0,68
155+100	155+200	33,0	0,63
155+200	155+300	32,7	0,68
155+300	155+400	31,3	0,65
155+400	155+500	33,0	0,72
155+500	155+600	33,0	0,71
155+600	155+700	33,0	0,70
155+700	155+800	33,0	0,59
155+800	155+900	33,3	0,71
155+900	156+000	33,7	0,69
156+000	156+100	33,0	0,69
156+100	156+200	33,0	0,66
156+200	156+300	33,8	0,70
156+300	156+400	33,7	0,65
156+400	156+500	34,0	0,65
156+500	156+600	33,5	0,64

156+600	156+700	33,0	0,66
156+700	156+800	33,0	0,64
156+800	156+900	33,6	0,67
156+900	157+000	33,9	0,65
157+000	157+100	33,3	0,67
157+100	157+200	33,1	0,68
157+200	157+300	33,1	0,67
157+300	157+400	33,2	0,66
157+400	157+500	33,2	0,64
157+500	157+600	33,9	0,59
157+600	157+700	32,4	0,65
157+700	157+800	33,2	0,63
157+800	157+900	32,0	0,67
157+900	158+000	32,1	0,59
158+000	158+100	31,5	0,62
158+100	158+200	31,0	0,66
158+200	158+300	30,7	0,70
158+300	158+400	30,0	0,68
158+400	158+500	29,4	0,67
158+500	158+600	28,2	0,67
158+600	158+700	28,6	0,68
158+700	158+800	29,2	0,67
158+800	158+900	31,8	0,69
158+900	159+000	33,2	0,69
159+000	159+100	31,7	0,72
159+100	159+200	30,9	0,70
159+200	159+300	32,1	0,71
159+300	159+400	30,5	0,67
159+400	159+500	32,0	0,65
159+500	159+600	30,6	0,66
159+600	159+700	30,8	0,57
159+700	159+800	30,7	0,64
159+800	159+900	31,3	0,65
159+900	160+000	31,1	0,68
161+000	161+100	32,0	0,67
161+100	161+200	31,3	0,68
161+200	161+300	31,0	0,68
161+300	161+400	31,4	0,66
161+400	161+500	31,2	0,68
161+500	161+600	31,0	0,68
161+600	161+700	31,0	0,63
161+700	161+800	31,0	0,71
161+800	161+900	30,6	0,59
161+900	162+000	31,0	0,70
162+000	162+100	31,0	0,69
162+100	162+200	31,0	0,70
162+200	162+300	30,6	0,67
162+300	162+400	30,9	0,63
162+400	162+500	30,7	0,67

162+500	162+600	30,2	0,68
162+600	162+700	31,0	0,62
162+700	162+800	31,0	0,66
162+800	162+900	31,8	0,59
162+900	163+000	31,2	0,63
163+000	163+100	30,7	0,69
163+100	163+200	31,0	0,64
163+200	163+300	31,0	0,61
163+300	163+400	31,1	0,67
163+400	163+500	31,1	0,64
163+500	163+600	31,3	0,65
163+600	163+700	31,6	0,65
163+700	163+800	32,0	0,57
163+800	163+900	32,2	0,63
163+900	164+000	32,0	0,62
164+000	164+100	32,7	0,64
164+100	164+200	31,5	0,65
164+200	164+300	32,8	0,57
164+300	164+400	32,6	0,67
164+400	164+500	32,2	0,43
164+500	164+600	31,3	0,62
164+600	164+700	30,8	0,31
164+700	164+800	32,6	0,59
164+800	164+900	31,5	0,53
164+900	165+000	31,8	0,59
165+000	165+100	32,0	0,52
165+100	165+200	32,0	0,51
165+200	165+300	31,9	0,60
165+300	165+400	30,9	0,52
165+400	165+500	32,1	0,50
165+500	165+600	32,0	0,52
165+600	165+700	32,2	0,53
165+700	165+800	32,8	0,51
165+800	165+900	30,3	0,57
165+900	166+000	31,2	0,51
166+000	166+100	30,8	0,47
166+100	166+200	31,9	0,54
166+200	166+300	31,6	0,59
166+300	166+400	31,7	0,62
166+400	166+500	32,4	0,59
166+500	166+600	31,8	0,59
166+600	166+700	31,5	0,53
166+700	166+800	32,0	0,58
166+800	166+900	32,0	0,56
166+900	167+000	31,7	0,54
167+000	167+100	31,8	0,56
167+100	167+200	31,8	0,67
167+200	167+300	30,2	0,67
167+300	167+400	30,5	0,64

167+400	167+500	31,4	0,64
167+500	167+600	31,9	0,60
167+600	167+700	32,2	0,62
167+700	167+800	32,4	0,65
167+800	167+900	31,9	0,65
167+900	168+000	31,4	0,64
168+000	168+100	31,0	0,60
168+100	168+200	31,0	0,67
168+200	168+300	32,0	0,63
168+300	168+400	30,6	0,62
168+400	168+500	31,1	0,62
168+500	168+600	30,5	0,66
168+600	168+700	31,9	0,68
168+700	168+800	31,7	0,66
168+800	168+900	31,0	0,65
168+900	169+000	30,7	0,63
170+000	170+100	30,7	0,65
170+100	170+200	31,0	0,55
170+001	170+300	31,0	0,59
170+100	170+400	30,7	0,61
170+002	170+500	30,6	0,62
170+100	170+600	30,0	0,63
170+003	170+700	29,8	0,69
170+100	170+800	30,0	0,62
170+004	170+900	29,1	0,63
170+100	171+000	29,0	0,63
170+005	171+100	28,9	0,65
170+100	171+200	28,8	0,61
170+006	171+300	28,5	0,63
170+100	171+400	28,2	0,63
170+007	171+500	28,3	0,61
170+100	171+600	27,8	0,67
170+008	171+700	28,5	0,62
170+100	171+800	29,5	0,66
170+009	171+900	30,3	0,71
170+100	172+000	30,8	0,66
170+010	172+100	30,5	0,58
170+100	172+200	30,0	0,61
170+011	172+300	30,0	0,67
170+100	172+400	30,0	0,62
170+012	172+500	30,0	0,68
170+100	172+600	30,0	0,69
170+013	172+700	29,9	0,62
170+100	172+800	28,5	0,65
170+014	172+900	29,5	0,66
170+100	173+000	30,1	0,60
170+015	173+100	30,0	0,67
170+100	173+200	30,0	0,72
170+016	173+300	30,0	0,70

170+100	173+400	29,7	0,62
170+017	173+500	29,6	0,66
170+100	173+600	29,0	0,65
170+018	173+700	29,0	0,58
170+100	173+800	29,0	0,59
170+019	173+900	29,0	0,55
170+100	174+000	29,2	0,61
170+020	174+100	29,0	0,65
170+100	174+200	28,4	0,59
170+021	174+300	29,0	0,72
170+100	174+400	28,5	0,62
170+022	174+500	27,8	0,62
170+100	174+600	27,3	0,62
170+023	174+700	27,0	0,66
170+100	174+800	26,4	0,68
170+024	174+900	27,4	0,68
170+100	175+000	27,4	0,63
170+025	175+100	27,8	0,66
170+100	175+200	28,0	0,71
170+026	175+300	28,1	0,67
170+100	175+400	28,9	0,58
170+027	175+500	29,8	0,56
170+100	175+600	30,4	0,59
170+028	175+700	31,0	0,68
170+100	175+800	30,6	0,65
170+029	175+900	30,0	0,74
170+100	176+000	30,4	0,65
170+030	176+100	30,1	0,59
170+100	176+200	30,0	0,72
170+031	176+300	30,0	0,68
170+100	176+400	30,0	0,66
170+032	176+500	30,0	0,66
170+100	176+600	30,0	0,63
170+033	176+700	29,1	0,70
170+100	176+800	29,1	0,66
170+034	176+900	30,0	0,66
170+100	177+000	29,7	0,64
170+035	177+100	30,0	0,65
170+100	177+200	30,0	0,64
170+036	177+300	30,0	0,66
170+100	177+400	30,4	0,69
170+037	177+500	30,0	0,62
170+100	177+600	29,7	0,64
170+038	177+700	30,0	0,69
170+100	177+800	30,0	0,69
170+039	177+900	30,0	0,68
170+100	178+000	29,9	0,64
179+000	179+100	28,7	0,67
179+100	179+200	29,0	0,67

179+200	179+300	29,2	0,59
179+300	179+400	29,0	0,72
179+400	179+500	29,0	0,75
179+500	179+600	28,7	0,71
179+600	179+700	28,7	0,64
179+700	179+800	28,4	0,67
179+800	179+900	28,8	0,70
179+900	180+000	29,0	0,69
180+000	180+100	28,4	0,69
180+100	180+200	28,9	0,67
180+200	180+300	28,6	0,69
180+300	180+400	28,3	0,68
180+400	180+500	28,5	0,64
180+500	180+600	28,0	0,69
180+600	180+700	28,0	0,72
180+700	180+800	28,0	0,70
180+800	180+900	28,0	0,74
180+900	181+000	28,0	0,71
181+000	181+100	28,0	0,72
181+100	181+200	28,0	0,73
181+200	181+300	28,7	0,72
181+300	181+400	28,5	0,70
181+400	181+500	28,8	0,70
181+500	181+600	28,5	0,62
181+600	181+700	29,0	0,70
181+700	181+800	29,0	0,65
181+800	181+900	28,9	0,52
181+900	182+000	29,2	0,71
182+000	182+100	29,0	0,68
182+100	182+200	28,7	0,62
182+200	182+300	29,1	0,40
182+300	182+400	29,9	0,62
182+400	182+500	30,0	0,65
182+500	182+600	28,3	0,58
182+600	182+700	28,2	0,69
182+700	182+800	28,0	0,59
182+800	182+900	29,0	0,66
182+900	183+000	29,0	0,68
183+000	183+100	29,0	0,66
183+100	183+200	29,8	0,59
183+200	183+300	29,2	0,55
183+300	183+400	29,0	0,68
183+400	183+500	28,0	0,64
183+500	183+600	29,0	0,73
183+600	183+700	29,0	0,64
183+700	183+800	28,4	0,64
183+800	183+900	29,0	0,65
183+900	184+000	29,0	0,67
184+000	184+100	27,7	0,64

184+100	184+200	27,4	0,59
184+200	184+300	29,0	0,61
184+300	184+400	29,2	0,66
184+400	184+500	29,3	0,66
184+500	184+600	29,8	0,59
184+600	184+700	29,2	0,66
184+700	184+800	28,6	0,61
184+800	184+900	28,3	0,65
184+900	185+000	27,1	0,64
185+000	185+100	27,3	0,59
185+100	185+200	28,0	0,64
185+200	185+300	28,3	0,68
185+300	185+400	29,3	0,69
185+400	185+500	29,3	0,66
185+500	185+600	29,6	0,66
185+600	185+700	29,9	0,68
185+700	185+800	29,1	0,66
185+800	185+900	29,3	0,68
185+900	186+000	29,3	0,58
186+000	186+100	29,2	0,69
186+100	186+200	29,1	0,68
186+200	186+300	29,3	0,64
186+300	186+400	29,6	0,58
186+400	186+500	28,7	0,64
186+500	186+600	29,5	0,64
186+600	186+700	29,1	0,63
186+700	186+800	29,0	0,56
186+800	186+900	29,0	0,60
186+900	187+000	29,3	0,53
188+000	188+100	27,9	0,59
188+100	188+200	28,0	0,57
188+200	188+300	28,0	0,59
188+300	188+400	28,0	0,74
188+400	188+500	28,0	0,71
188+500	188+600	28,0	0,72
188+600	188+700	28,0	0,79
188+700	188+800	28,1	0,68
188+800	188+900	28,0	0,66
188+900	189+000	28,0	0,64
189+000	189+100	28,0	0,59
189+100	189+200	28,0	0,57
189+200	189+300	28,0	0,60
189+300	189+400	27,9	0,63
189+400	189+500	28,0	0,67
189+500	189+600	28,0	0,69
189+600	189+700	28,2	0,68
189+700	189+800	28,9	0,48
189+800	189+900	28,8	0,36
189+900	190+000	28,9	0,39

190+000	190+100	28,8	0,37
190+100	190+200	28,3	0,49
190+200	190+300	28,8	0,54
190+300	190+400	28,6	0,55
190+400	190+500	28,2	0,54
190+500	190+600	28,0	0,56
190+600	190+700	28,7	0,55
190+700	190+800	29,0	0,64
190+800	190+900	28,2	0,49
190+900	191+000	28,0	0,44
191+000	191+100	28,0	0,45
191+100	191+200	27,9	0,45
191+200	191+300	28,5	0,45
191+300	191+400	29,4	0,52
191+400	191+500	29,1	0,41
191+500	191+600	28,2	0,53
191+600	191+700	27,2	0,50
191+700	191+800	27,0	0,59
191+800	191+900	26,9	0,60
191+900	192+000	27,0	0,59
192+000	192+100	27,0	0,54
192+100	192+200	27,0	0,59
192+200	192+300	26,6	0,63
192+300	192+400	26,0	0,69
192+400	192+500	26,0	0,74
192+500	192+600	26,0	0,79
192+600	192+700	27,0	0,74
192+700	192+800	27,0	0,73
192+800	192+900	27,0	0,73
192+900	193+000	27,0	0,78
193+000	193+100	27,7	0,84
193+100	193+200	27,2	0,89
193+200	193+300	27,8	0,73
193+300	193+400	27,3	0,76
193+400	193+500	26,9	0,69
193+500	193+600	27,0	0,59
193+600	193+700	27,0	0,68
193+700	193+800	27,0	0,75
193+800	193+900	27,0	0,82
193+900	194+000	27,8	0,74
194+000	194+100	27,4	0,59
194+100	194+200	26,3	0,85
194+200	194+300	27,1	0,79
194+300	194+400	26,4	0,85
194+400	194+500	26,6	0,87
194+500	194+600	26,2	0,87
194+600	194+700	26,1	0,80
194+700	194+800	27,0	0,70
194+800	194+900	26,5	0,76

194+900	195+000	26,9	0,92
195+000	195+100	26,4	0,72
195+100	195+200	26,4	0,71
195+200	195+300	26,7	0,76
195+300	195+400	27,0	0,58
195+400	195+500	27,0	0,64
195+500	195+600	27,0	0,76
195+600	195+700	27,0	0,68
195+700	195+800	26,0	0,67
195+800	195+900	24,6	0,65
195+900	196+000	25,7	0,67
197+000	197+100	26,5	0,59
197+100	197+200	27,0	0,66
197+200	197+300	27,0	0,59
197+300	197+400	26,8	0,64
197+400	197+500	26,0	0,59
197+500	197+600	26,0	0,64
197+600	197+700	26,0	0,69
197+700	197+800	26,0	0,59
197+800	197+900	26,0	0,61
197+900	198+000	26,0	0,64
198+000	198+100	26,0	0,63
198+100	198+200	26,0	0,65
198+200	198+300	26,0	0,70
198+300	198+400	25,0	0,67
198+400	198+500	25,2	0,70
198+500	198+600	25,4	0,69
198+600	198+700	25,7	0,55
198+700	198+800	25,3	0,61
198+800	198+900	26,1	0,67
198+900	199+000	26,1	0,39
199+000	199+100	26,8	0,64
199+100	199+200	26,7	0,66
199+200	199+300	26,1	0,63
199+300	199+400	26,9	0,56
199+400	199+500	26,5	0,57
199+500	199+600	26,7	0,59
199+600	199+700	26,8	0,63
199+700	199+800	26,6	0,63
199+800	199+900	26,8	0,58
199+900	200+000	26,4	0,53
200+000	200+100	26,4	0,53
200+100	200+200	26,7	0,51
200+200	200+300	25,8	0,64
200+300	200+400	25,6	0,63
200+400	200+500	25,3	0,70
200+500	200+600	26,0	0,68
200+600	200+700	25,1	0,63
200+700	200+800	26,6	0,59

200+800	200+900	26,2	0,67
200+900	201+000	26,3	0,66
201+000	201+100	26,9	0,64
201+100	201+200	28,3	0,59
201+200	201+300	26,9	0,43

Anexo D. TDPA Morelia – Jiquilpan DGST SCT



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

TRÁNSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA)

DIRECCIÓN GENERAL DE
FUEN SERVICIOS TÉCNICOS, DATOS
TE: VIALES

Tramo:
MORELIA - JIQUILPAN

Subtramo:
1 MORELIA - QUIROGA

KM INICIAL	KM FINAL	TDPA						CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN PORCIENTO (AÑO 2009)											K'	Fact or Direccional
		2010	2009	2008	2007	2006	2005	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C		
10+000	41+000	5.809	5.826	6.050	5.269	5.343	5.902	85,9	4,0	4,4	3,2	1,3	1,1	0,0	0,1	85,9	4,0	1,1	0,067	0,504

Tramo:
MORELIA - GUADALAJAR

Subtramo:
2 QUIROGA - CARAPAN

KM INICIAL	KM FINAL	TDPA						CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN PORCIENTO (AÑO 2009)											K'	Fact or Direccional
		2010	2009	2008	2007	2006	2005	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C		
41+000	109+000	5.519	3.929	3.829	3.543	4.623	4.638	85,9	4,0	4,4	3,1	1,3	1,2	0,0	0,1	85,9	4,0	1,1	0,095	0,502

Tramo:

MORELIA - GUADALAJARA

Subtramo:

3 CARAPAN - ZAMORA

KM INICIAL	KM FINAL	TDPA						CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN PORCIENTO (AÑO 2009)											K'	Fact or Direc cion al
		2010	2009	2008	2007	2006	2005	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C		
109+000	141+000	5.886	8.669	8.113	7.961	7.608	7.193	85,4	4,0	4,9	3,2	1,3	1,1	0,0	0,1	85,4	4,0	1,6	0,2	0,527

Tramo:

MORELIA - GUADALAJARA

Subtramo:

4 ZAMORA - JIQUILPAN

KM INICIAL	KM FINAL	TDPA						CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN PORCIENTO (AÑO 2009)											K'	Fact or Direc cion al
		2010	2009	2008	2007	2006	2005	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C		
141+000	201+000	3.811	4.649	4.762	4.444	4.890	4.673	85,6	3,9	4,7	3,1	1,5	1,1	0,0	0,1	85,6	3,9	1,5	0,6	0,501

Anexo E. Cálculos Tránsito de Proyecto y Tránsito Previsible

Subtramo 1.- T. Izq. Lagunillas 24 + 900

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAY-5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAY-5.EXE

Introduzca los siguientes datos :

TDPa en el carril de proyecto (en vehículos) : 5826

Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 0.77

Periodo de proyecto, en años : 12_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAY-5.EXE

Se necesita conocer el tipo de camino

1. Tipo A o B
2. Tipo C
3. Tipo D

Introduzca el número correspondiente : 1_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAY-5.EXE

Se requiere conocer la composición del tránsito, introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

Autonovil	A : 86.0	Tractocanión articulado	T2-S1 :
			T2-S2 :
Autobús	B2 : 4.0		T3-S2 : 1.3
	B3 :		T3-S3 : 1.1
	B4 :	Tractocanión doblemente articulado	T2-S1-B2 :
Canión unitario	C2 : 4.4		T3-S1-B2 :
	C3 : 3.2		T3-S2-B2 :
			T3-S2-B3 :
Canión remolque			T3-S2-B4 :
	C2-R2 :		T3-S3-B2 :
	C3-R2 :		
	C3-R3 :		
	C2-R3 :		
		Total = 0	
		La suma debe ser igual a 100.	
		Repita la entrada de datos.	

Subtramo 1.- T. Izq. Lagunillas 24 + 900

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados.

Los autobuses y vehículos de carga (tipos B, C y T), pueden
circular vacíos en un cierto porcentaje de casos.

Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril
de proyecto.

Se tienen dos opciones:

1. Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los
vehículos comerciales (un porcentaje promedio).

2. Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo de
vehículo.

Introduzca la opción que desea aplicar (1 o 2): 1

En ausencia de información más confiable se sugiere emplear una
proporción de camiones cargados entre 60 y 80%, (entre 40 y 20% de
camiones vacíos).
Introduzca la proporción de camiones cargados que juzgue correcta (x) : 80_
  
```

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Tránsito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de :

Z = 5 cm   Z = 15 cm   Z = 30 cm   Z = 60 cm   Z = 90 cm   Z = 120 cm
11.6       11.2       12.8       16.0       16.9       17.2

Se sugiere emplear el tránsito de proyecto determinado a 15 y 90 cm
para diseño por fatiga y deformación permanente, respectivamente.
Pero usted puede tomar la profundidad más adecuada a su proyecto.

¿Acepta la sugerencia? (s/n) s_
  
```

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar, es :

(a) Por fatiga en las capas estabilizadas :      11.2
(b) Por deformación en capas no estabilizadas :  16.9

¿Quiere imprimir los resultados (s/n)?
  
```

Subtramo 2.- T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de canino.

1. Caninos de altas especificaciones, en los que se desea conservar
un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm
de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

2. Caninos normales en los que se permiten deformaciones del orden
de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final
de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de canino : 1_
  
```

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Introduzca los siguientes datos :

TDPH en el carril de proyecto (en vehículos) : 3929
Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 1.52
Periodo de proyecto, en años : 12_
  
```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE	C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE																																																								
Se necesita conocer el tipo de camión 1. Tipo A o B 2. Tipo C 3. Tipo D Introduzca el número correspondiente : 1_	Se requiere conocer la composición del tránsito, introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo. <table border="0"> <tr> <td>Automovil</td> <td>A : 86.0</td> <td>Tractocamión articulado</td> <td>T2-S1 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>T2-S2 :</td> </tr> <tr> <td>Autobús</td> <td>B2 : 4.0</td> <td></td> <td>T3-S2 : 1.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B3 :</td> <td></td> <td>T3-S3 : 1.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B4 :</td> <td>Tractocamión doblemente articulado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Camión unitario</td> <td></td> <td></td> <td>T2-S1-R2 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C2 : 4.4</td> <td></td> <td>T2-S1-R2 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C3 : 3.1</td> <td></td> <td>T3-S2-R2 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>T3-S2-R3 :</td> </tr> <tr> <td>Camión remolque</td> <td></td> <td></td> <td>T3-S2-R4 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C2-R2 :</td> <td></td> <td>T3-S3-S2 :</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C3-R2 :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>C3-R3 :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>C2-R3 :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Automovil	A : 86.0	Tractocamión articulado	T2-S1 :				T2-S2 :	Autobús	B2 : 4.0		T3-S2 : 1.3		B3 :		T3-S3 : 1.2		B4 :	Tractocamión doblemente articulado		Camión unitario			T2-S1-R2 :		C2 : 4.4		T2-S1-R2 :		C3 : 3.1		T3-S2-R2 :				T3-S2-R3 :	Camión remolque			T3-S2-R4 :		C2-R2 :		T3-S3-S2 :		C3-R2 :				C3-R3 :				C2-R3 :		
Automovil	A : 86.0	Tractocamión articulado	T2-S1 :																																																						
			T2-S2 :																																																						
Autobús	B2 : 4.0		T3-S2 : 1.3																																																						
	B3 :		T3-S3 : 1.2																																																						
	B4 :	Tractocamión doblemente articulado																																																							
Camión unitario			T2-S1-R2 :																																																						
	C2 : 4.4		T2-S1-R2 :																																																						
	C3 : 3.1		T3-S2-R2 :																																																						
			T3-S2-R3 :																																																						
Camión remolque			T3-S2-R4 :																																																						
	C2-R2 :		T3-S3-S2 :																																																						
	C3-R2 :																																																								
	C3-R3 :																																																								
	C2-R3 :																																																								

Subtramo 2.- T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE	C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE												
Los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados. Los autobuses y vehículos de carga (tipos B, C y T), pueden circular vacíos en un cierto porcentaje de casos. Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril de proyecto. Se tienen dos opciones: 1. Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los vehículos comerciales (un porcentaje promedio). 2. Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo de vehículo. Introduzca la opción que desea aplicar (1 o 2): 1 En ausencia de información más confiable se sugiere emplear una proporción de camiones cargados entre 60 y 80%, (entre 40 y 20% de camiones vacíos). Introduzca la proporción de camiones cargados que juzgue correcta (%): 80	Tránsito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de : <table border="0"> <tr> <td>Z = 5 cm</td> <td>Z = 15 cm</td> <td>Z = 30 cm</td> <td>Z = 60 cm</td> <td>Z = 90 cm</td> <td>Z = 120 cm</td> </tr> <tr> <td>8.2</td> <td>7.9</td> <td>9.0</td> <td>11.3</td> <td>11.9</td> <td>12.1</td> </tr> </table> Se sugiere emplear el tránsito de proyecto determinado a 15 y 90 cm para diseño por fatiga y deformación permanente, respectivamente. Pero usted puede tomar la profundidad más adecuada a su proyecto. ¿Acepta la sugerencia? (s/n) s	Z = 5 cm	Z = 15 cm	Z = 30 cm	Z = 60 cm	Z = 90 cm	Z = 120 cm	8.2	7.9	9.0	11.3	11.9	12.1
Z = 5 cm	Z = 15 cm	Z = 30 cm	Z = 60 cm	Z = 90 cm	Z = 120 cm								
8.2	7.9	9.0	11.3	11.9	12.1								

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE
El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar, es : (a) Por fatiga en las capas estabilizadas : 7.9 (b) Por deformación en capas no estabilizadas : 11.9 ¿Quiere imprimir los resultados (s/n)? _

Subtramo 3.- T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caninos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caninos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1

Introduzca los siguientes datos :

TDPa en el carril de proyecto (en vehículos) : 8669

Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 8.35

Periodo de proyecto, en años : 12_

Se necesita conocer el tipo de camino

1. Tipo A o B
2. Tipo C
3. Tipo D

Introduzca el número correspondiente : 1

Se requiere conocer la composición del tránsito, introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

Autonovil	A : 85.5	Tractocamión articulado	T2-S1 :
			T2-S2 :
Autobús	B2 : 4.0		T3-S2 : 1.3
	B3 :		T3-S3 : 1.1
	B4 :	Tractocamión doblemente articulado	T2-S1-R2 :
Camión unitario	C2 : 4.9		T3-S1-R2 :
	C3 : 3.2		T3-S2-R2 :
			T3-S2-R3 :
Camión remolque			T3-S2-R4 :
	C2-R2 :		T3-S3-S2 :
	C3-R2 :		
	C3-R3 :		
	C2-R3 :		

Subtramo 3.- T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200

Los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados.

Los autobuses y vehículos de carga (tipos B, C y I), pueden circular vacíos en un cierto porcentaje de casos.

Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril de proyecto.

Se tienen dos opciones:

1. Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los vehículos comerciales (un porcentaje promedio).
2. Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo de vehículo.

Introduzca la opción que desea aplicar (1 o 2): 1

En ausencia de información más confiable se sugiere emplear una proporción de camiones cargados entre 60 y 80%, (entre 40 y 20% de camiones vacíos).

Introduzca la proporción de camiones cargados que juzgue correcta (%): 80

Tránsito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de :

Z = 5 cm	Z = 15 cm	Z = 30 cm	Z = 60 cm	Z = 90 cm	Z = 120 cm
27.4	26.5	30.4	38.1	40.2	41.1

Se sugiere emplear el tránsito de proyecto determinado a 15 y 90 cm para diseño por fatiga y deformación permanente, respectivamente. Pero usted puede tomar la profundidad más adecuada a su proyecto.

¿Acepta la sugerencia? (s/n) s_

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE

El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar, es :
(a) Por fatiga en las capas estabilizadas :      26.5
(b) Por deformación en capas no estabilizadas :  40.2

¿Quiere imprimir los resultados <s/n>?
    
```

Subtramo 4.- Tangamandapio 163 + 000

```

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE
C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.
1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar
un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm
de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden
de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final
de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1

Introduzca los siguientes datos :
TDPa en el carril de proyecto (en vehículos) : 4649
Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 3.53
Periodo de proyecto, en años : 12
    
```

```

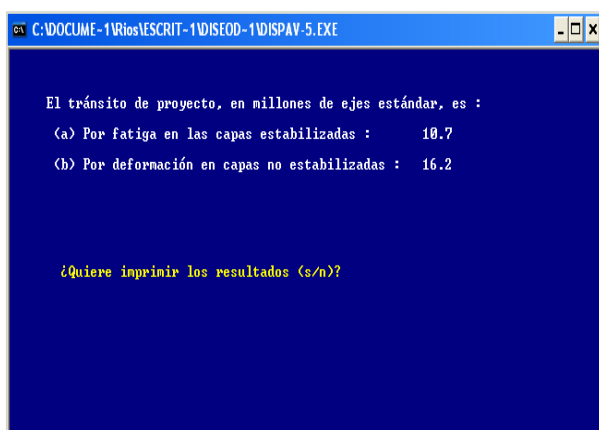
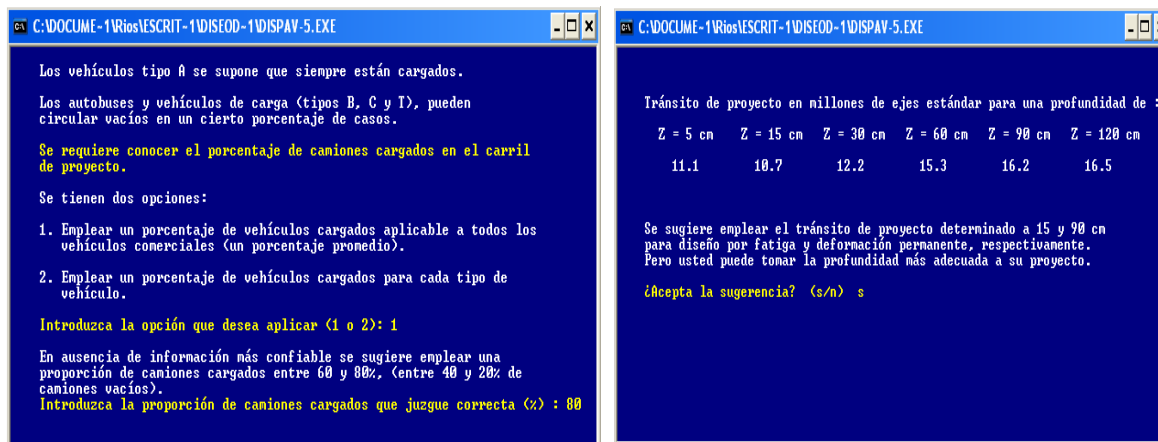
C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE
C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV-5.EXE

Se necesita conocer el tipo de camino
1. Tipo A o B
2. Tipo C
3. Tipo D
Introduzca el número correspondiente : 1_

Se requiere conocer la composición del tránsito,
introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

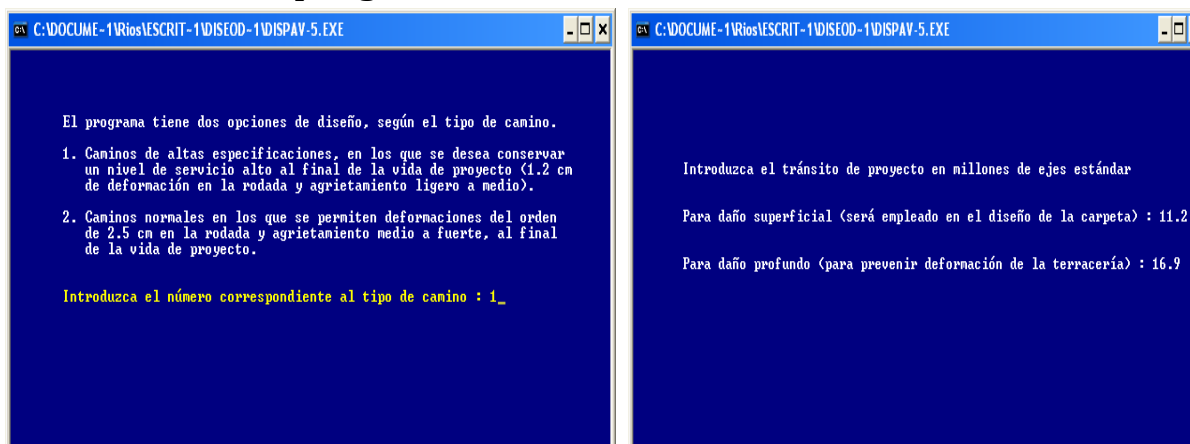
Automovil      Tractocanión articulado
A : 85.7       T2-S1 :
               T2-S2 :
Autobús        T3-S2 : 1.5
B2 : 3.9       T3-S3 : 1.1
B3 :
B4 :           Tractocanión doblemente articulado
               T2-S1-R2 :
Canión unitario T3-S1-R2 :
C2 : 4.7       T3-S2-R2 :
C3 : 3.1       T3-S2-R3 :
               T3-S2-R4 :
Canión remolque T3-S3-S2 :
C2-R2 :
C3-R2 :
C3-R3 :
C2-R3 :
    
```

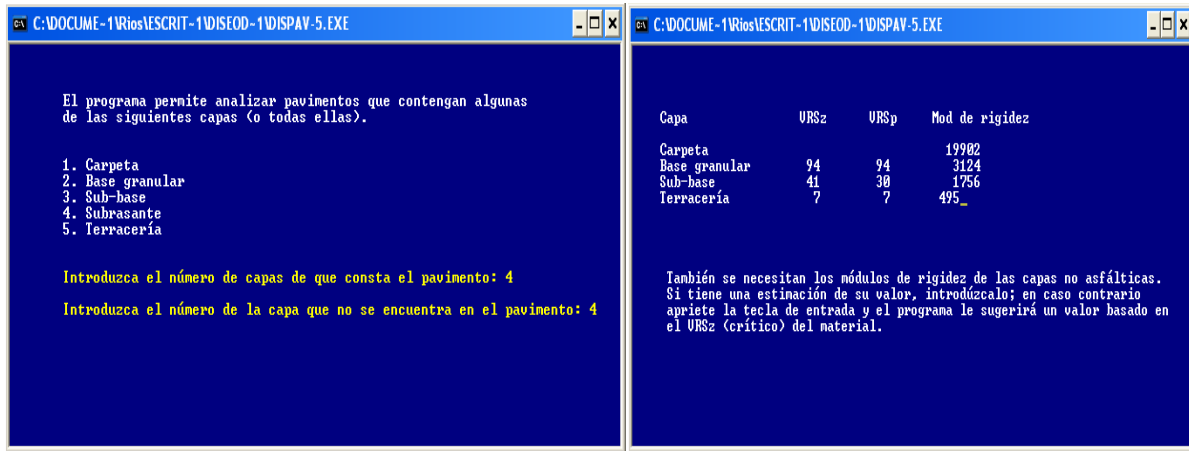
Subtramo 4.- Tangamandapio 163 + 000



Tránsito Previsible

Subtramo 1.- T. Izq. Lagunillas 24 + 900

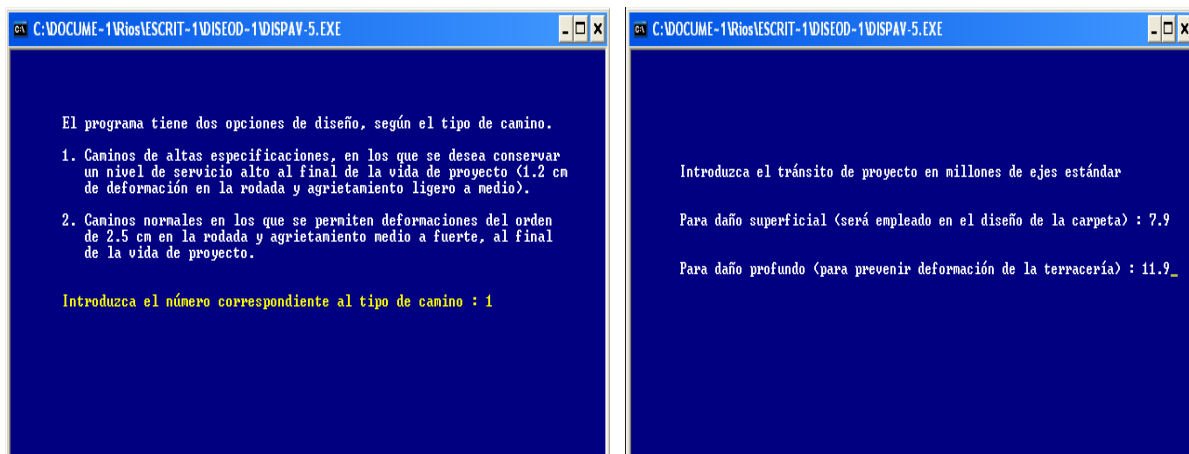




Subtramo 1.- T. Izq. Lagunillas 24 + 900



Subtramo 2.- T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100



Subtramo 2.- T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas).

1. Carpeta
2. Base granular
3. Sub-base
4. Subrasante
5. Terracería

Introduzca el número de capas de que consta el pavimento: 4

Introduzca el número de la capa que no se encuentra en el pavimento: 4

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Capa	URS _z	URS _p	Mod de rigidez
Carpeta			30059
Base granular	163	120	4596
Sub-base	41	30	1766
Terracería	22	20	1129

También se necesitan los módulos de rigidez de las capas no asfálticas. Si tiene una estimación de su valor, introdúzcalo; en caso contrario apriete la tecla de entrada y el programa le sugerirá un valor basado en el URS_z (crítico) del material.

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza de 85%, pero puede emplear otro nivel (entre 50 y 99%).

¿Quiere cambiar el nivel sugerido? (s/n) s

Introduzca el nivel de confianza que prefiere (50 <= NIV <= 99): 95

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 95 %

Capa	H cm	URS _z %	E kg/cm ²	U	Vida previsible Def	Fatiga
Carpeta	16.0		30059	0.35		20.3
Base granular	20.0	163.0	4596	0.35	> 150	
Sub-base	26.0	41.0	1766	0.45	57.4	
Terracería	Semi-inf	22.0	1129	0.45	> 150	

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	57.4	11.9
Fatiga	20.3	7.9

La vida previsible es mayor que el tránsito de proyecto.
Tolerancia = Tránsito de proyecto +/- 10%.

Tiene usted cuatro opciones:

1. cambiar módulo de carpeta
2. cambiar espesores
3. emplear base asfáltica.
4. salir del programa

Introduzca el número que corresponde a su opción:

Subtramo 3.- T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caninos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caninos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

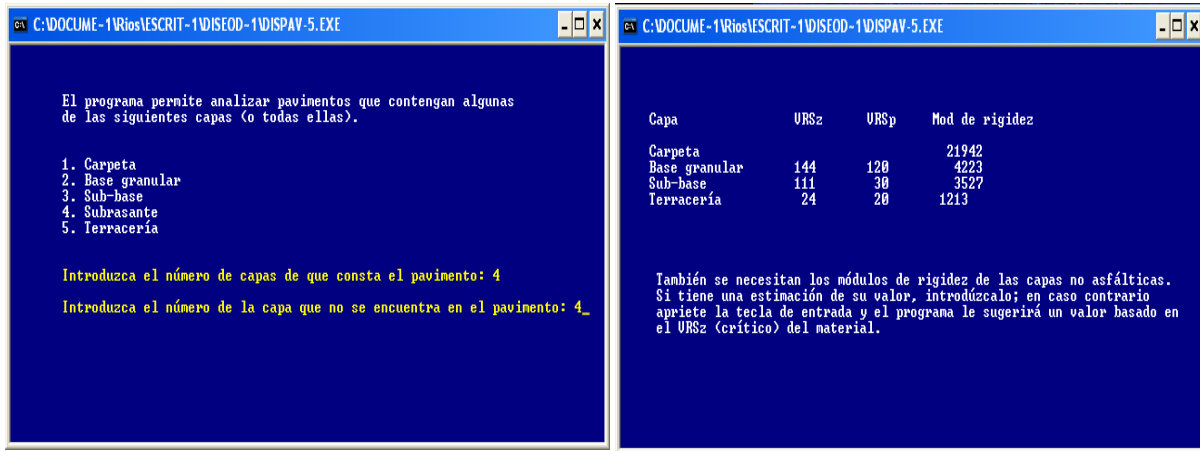
Introduzca el número correspondiente al tipo de canino : 1

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) : 26.5

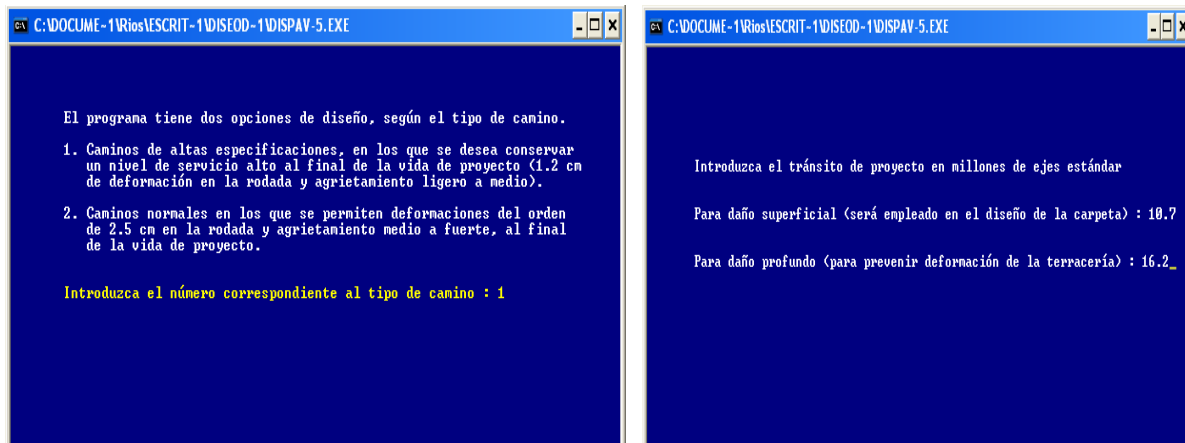
Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) : 40.2



Subtramo 3.- T. Izq. Tangancícuaro 131 + 200



Subtramo 4.- Tangamandapio 163 + 000



Subtramo 4.- Tangamandapio 163 + 000

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas).

1. Carpeta
2. Base granular
3. Sub-base
4. Subrasante
5. Terracería

Introduzca el número de capas de que consta el pavimento: 5_

Capa	URSz	URSp	Mod de rigidez
Carpeta			21984
Base granular	109	109	3466
Sub-base	37	30	1629
Subrasante	32	20	1466
Terracería	12	12	743

También se necesitan los módulos de rigidez de las capas no asfálticas. Si tiene una estimación de su valor, introduzcalo; en caso contrario apriete la tecla de entrada y el programa le sugerirá un valor basado en el URSz (crítico) del material.

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza de 85%, pero puede emplear otro nivel (entre 50 y 99%).

¿Quiere cambiar el nivel sugerido? (s/n) s

Introduzca el nivel de confianza que prefiere (50 <= NIV <= 99) :95_

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 95 %

Capa	H cm	URSz %	E kg/cm²	U	Uida previsible Def	Fatiga
Carpeta	17.0		21984	0.35		7.0
Base granular	17.0	109.0	3466	0.35	> 150	
Sub-base	29.0	37.0	1629	0.45	23.7	
Subrasante	40.0	32.0	1466	0.45	> 150	
Terracería	Seni-inf	12.0	743	0.45	> 150	

	Uida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	23.7	16.2
Fatiga	7.0	10.7

El diseño no es adecuado.

Tiene usted cuatro opciones:

1. cambiar módulo de carpeta
2. cambiar espesores
3. emplear base asfáltica.
4. salir del programa

Introduzca el número que corresponde a su opción:

Anexo F. Espesores y Módulos de Elasticidad

Tra mo	Subt ramo	Tránsito			Carpeta Asfáltica		Base Hidráulica			Subbase Hidráulica			Subrasante			Terreno Natural	
		Punto de Aforo	TD PA (20 09)	Tasa de Creci mient o (i)	Esp eso r (cm)	Mod ulo E. (kg/c m2)	Esp eso r (cm)	Mod ulo E. (kg/ cm2)	C B R	Esp eso r (cm)	Mod ulo E. (kg/ cm2)	C B R	Esp eso r (cm)	Mod ulo E. (kg/ cm2)	C B R	Mod ulo E. (kg/ cm2)	C B R
Mor elia - Jiqui lpan	1	T. Izq. Lagunillas 24 + 900	5.8 26	0,77%	25, 00	19.9 02,0 0	20, 00	3.12 4,00	9 4	20, 00	1.75 6,00	4 1	*** *	****	** **	495, 00	7
	2	T. Der. Zacapu Villachuato 77 + 100	3.9 29	1,52%	16, 00	30.0 59,0 0	20, 00	4.59 6,00	1 6 3	26, 00	1.76 6,00	4 1	*** *	****	** **	1.12 9,00	2 2
	3	T. Izq. Tangancicuaro 131 + 200	8.6 69	8,35%	24, 00	21.9 42,0 0	20, 00	4.22 3,00	1 4 4	16, 00	3.52 7,00	1 1 1	*** *	****	** **	1.21 3,00	2 4
	4	Tangamandapio 163 + 000	4.6 49	3,53%	17, 00	21.9 84,0 0	17, 00	3.46 6,00	1 0 9	29, 00	1.62 9,00	3 7	36, 00	1.46 6,00	32	743, 00	1 2

Formula: CBR UNAM		E= 130*CBR^0,7															

Anexo G. Cálculo Refuerzo Estructural Subtramo 1 y 4

Subtramo 1.- Morelia - Quiroga

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) : 11.2

Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) : 16.9_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas).

1. Carpeta
2. Base granular
3. Sub-base
4. Subrasante
5. Terracería

Introduzca el número de capas de que consta el pavimento: 4

Introduzca el número de la capa que no se encuentra en el pavimento: 4_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT-1\DISEOD-1\DISPAV-5.EXE

Capa	URS ₂	URS _p	Mod de rigidez
Carpeta			19980
Base granular	94	94	3124
Sub-base	41	38	1756
Terracería	7	7	495_

También se necesitan los módulos de rigidez de las capas no asfálticas. Si tiene una estimación de su valor, introduzcalo; en caso contrario apriete la tecla de entrada y el programa le sugerirá un valor basado en el URS₂ (crítico) del material.

Subtramo 1.- Morelia – Quiroga

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV~5.EXE

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza de 85%, pero puede emplear otro nivel (entre 50 y 99%).

¿Quiere cambiar el nivel sugerido? (s/n) s

Introduzca el nivel de confianza que prefiere (50 <= NIU <= 99) :95_

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV~5.EXE Mezcla Asfáltica AC-20

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 95 %

Capa	H cm	URS2 %	E kg/cm ²	U	Vida previsible Def	Fatiga
Carpeta	8.0		30000	0.35		> 150
Base asfáltica	25.0		19902	0.35		146.4
Base granular	20.0	94.0	3124	0.35	> 150	
Sub-base	20.0	41.0	1756	0.45	> 150	
Terracería	Seni-inf	7.0	495	0.45	16.0	

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	16.0	16.9
Fatiga	146.4	11.2

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

¿Quiere explorar otras alternativas? (s/n)

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV~5.EXE Mezcla Asfáltica PG 76 - 22

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 95 %

Capa	H cm	URS2 %	E kg/cm ²	U	Vida previsible Def	Fatiga
Carpeta	7.0		45000	0.35		> 150
Base asfáltica	25.0		19902	0.35		138.4
Base granular	20.0	94.0	3124	0.35	> 150	
Sub-base	20.0	41.0	1756	0.45	> 150	
Terracería	Seni-inf	7.0	495	0.45	16.0	

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	16.0	16.9
Fatiga	138.4	11.2

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

¿Quiere explorar otras alternativas? (s/n) _

Subtramo 4.- Zamora – Jiquilpan

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV~5.EXE

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1

C:\DOCUME~1\Rios\ESCRIT~1\DISEOD~1\DISPAV~5.EXE

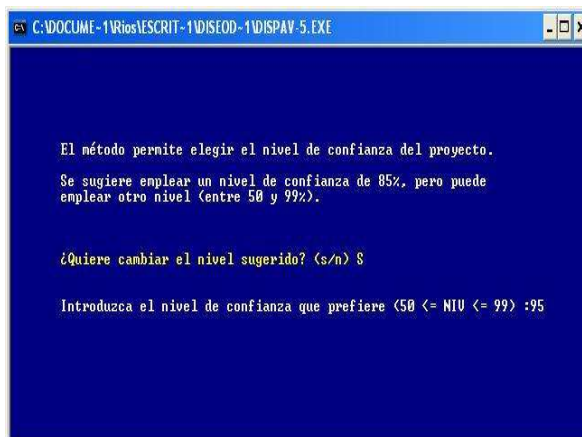
Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) : 10.7

Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) : 16.2_



Subtramo 4.- Zamora – Jiquilpan



Anexo H. Precios Unitarios y Catálogo de Conceptos

Relación de conceptos de trabajo y cantidades de obra, para la expresión de precios unitarios y monto total de la propuesta			Subtramo 1 Morelia - Quiroga			
NO.	NORMATIVA VIGENTE DE SCT	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	I M P O R T E
PAVIMENTOS						
		Construcción				
	N•CTR•CAR•1•04•004/00	Riego de impregnación, P.U.O.T.				
1		Emulsión asfáltica del tipo ECI-60	227.760,00	m ²	\$ 16,29	\$ 3.709.147,52
	N-CSV-CAR-3-02-005/10	Carpetas asfálticas de granulometría densa, P.U.O.T.				
2		Con mezcla asfáltica PG 76 - 22	15.943,20	m ³	\$ 2.972,15	\$ 47.385.607,73
		Conservación rutinaria				
	N-CSV-CAR-2-02-002/00	Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas, P.U.O.T.				
3		Con mezclas asfáltica AC -20	11.400,00	m	\$ 17,79	\$ 202.838,64
		Conservación periódica				
	N-CSV-CAR-3-02-004/10	Capa de Rodadura Mortero Asfáltico				
4			6.832,80	m ³	\$ 2.479,69	\$ 16.943.191,81
ACUMULADO PAVIMENTOS \$ 68.240.785,70						

Esta relación consta de 4 conceptos

SUBTOTAL	\$ 68.240.785,70
I.V.A.	\$ 10.918.525,71
IMPORTE TOTAL	\$ 79.159.311,42

Relación de conceptos de trabajo y cantidades de obra, para la expresión de precios unitarios y monto total de la propuesta			Subtramo 2 Quiroga - Carapan			
NO.	NORMATIVA VIGENTE DE SCT	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	I M P O R T E
PAVIMENTOS						
		Construcción				
	N•CTR•CAR•1•04•004/00	Riego de impregnación, P.U.O.T.				
1		Emulsión asfáltica del tipo ECI-60	546.780,00	m ²	\$ 16,29	\$ 8.904.494,56
		Conservación rutinaria				
	N-CSV-CAR-2-02-002/00	Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas, P.U.O.T.				
2		Con mezclas asfáltica AC -20	11.110,00	m	\$ 17,79	\$ 197.678,71
		Renivelaciones locales en pavimentos asfálticos, P.U.O.T.				
3	N-CSV-CAR-3-02-001/10	Con mezclas asfáltica AC -20	43,00	m ³	\$ 2.873,90	\$ 123.577,59
		Conservación periódica				
	N-CSV-CAR-3-02-004/10	Capa de Rodadura Mortero Asfáltico				
4			10.935,60	m ³	\$ 2.479,69	\$ 27.116.843,52
	N-CSV-CAR-3-02-014/10	Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo SMA, P.U.O.T.				
5			16.403,40		\$ 2.784,21	\$ 45.670.486,39
ACUMULADO PAVIMENTOS \$ 82.013.080,76						

Esta relación consta de 5 conceptos

SUBTOTAL	\$ 82.013.080,76
I.V.A.	\$ 13.122.092,92
IMPORTE TOTAL	\$ 95.135.173,68

Relación de conceptos de trabajo y cantidades de obra, para la expresión de precios unitarios y monto total de la propuesta			Subtramo 3 Carapan - Zamora			
NO.	NORMATIVA VIGENTE DE SCT	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	I M P O R T E
PAVIMENTOS						
Construcción						
	N•CTR•CAR•1•04•004/00	Riego de impregnación, P.U.O.T.				
1		Emulsión asfáltica del tipo ECI-60	234.330,00	m ²	\$ 16,29	\$ 3.816.142,16
Conservación rutinaria						
	N-CSV-CAR-2-02-002/00	Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas, P.U.O.T.				
2		Con mezclas asfáltica AC -20	200,00	m	\$ 17,79	\$ 3.558,57
	N-CSV-CAR-3-02-001/10	Renivelaciones locales en pavimentos asfálticos, P.U.O.T.				
3		Con mezclas asfáltica AC -20	72,50	m ³	\$ 2.873,90	\$ 208.357,56
Conservación periódica						
	N-CSV-CAR-3-02-004/10	Capa de Rodadura Mortero Asfáltico				
4			4.686,60	m ³	\$ 2.479,69	\$ 11.621.291,82
	N-CSV-CAR-3-02-014/10	Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua Tipo SMA, P.U.O.T.				
5			7.029,90	m ³	\$ 2.784,21	\$ 19.572.707,62
ACUMULADO PAVIMENTOS					\$ 35.222.057,73	

Esta relación consta de 5 conceptos

SUBTOTAL	\$ 35.222.057,73
I.V.A.	\$ 5.635.529,24
IMPORTE TOTAL	\$ 40.857.586,97

Relación de conceptos de trabajo y cantidades de obra, para la expresión de precios unitarios y monto total de la propuesta				Subtramo 1 Morelia - Quiroga		
NO.	NORMATIVA VIGENTE DE SCT	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	I M P O R T E
PAVIMENTOS						
Construcción						
	N•CTR•CAR•1•04•004/00	Riego de impregnación, P.U.O.T.				
1		Emulsión asfáltica del tipo ECI-60	364.820,00	m ²	\$ 16,29	\$ 5.941.215,31
	N-CSV-CAR-3-02-005/10	Carpetas asfálticas de granulometría densa, P.U.O.T.				
2		Con mezcla asfáltica AC - 20	18.241,00	m ³	\$ 2.463,10	\$ 44.929.373,19
Conservación rutinaria						
	N-CSV-CAR-3-02-001/10	Renivelaciones locales en pavimentos asfálticos, P.U.O.T.				
3		Con mezclas asfáltica AC -20	17,40	m ³	\$ 2.873,90	\$ 50.005,81
Conservación periódica						
	N-CSV-CAR-3-02-004/10	Capa de Rodadura Mortero Asfáltico				
4			10.944,60	m ³	\$ 2.479,69	\$ 27.139.160,68
ACUMULADO PAVIMENTOS \$ 78.059.755,00						

Esta relación consta de 4 conceptos

SUBTOTAL	\$ 78.059.755,00
-----------------	-------------------------

I.V.A.	\$ 12.489.560,80
---------------	-------------------------

IMPORTE TOTAL	\$ 90.549.315,80
----------------------	-------------------------

Total Tramo Morelia - Jiquilpan	\$ 305.701.387,87
--	--------------------------