



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA UNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL**

**FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE
PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN

PRESENTA:

ING. CIVIL HUGO DANIEL LIVERA VARGAS

DIRECTOR DE TESINA:

ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ



MÉXICO D.F.

JUNIO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



Biblioteca Central

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



JURADO ASIGNADO

Presidente: Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez

Secretario: M.I. Carlos Narcia Morales

Primer Vocal: Ing. Esp. Alejandro Ponce Serrano

Segundo Vocal: Ing. Gregorio Lucio Poncelis Gasca

Tercer Vocal: Ing. Juan José Arriaga Ocaña

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

TUTOR DE TESIS

Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez



AGRADECIMIENTOS

Les dedico este logro a Dios que me dio la vida, a mi familia que con su amor y cariño me dieron la motivación de ser alguien en la vida y del cual se sientan orgullosos, a mis abuelos los que siempre estuvieron motivándome y al pendiente de mí, a mis padres que me apoyaron a continuar mis estudios y seguirme preparando para enfrentarme a la vida, a mis hermanos por estar conmigo siempre brindando su cariño y por aguantar tanto tiempo que no pude dedicarles por completo debido a mis estudios, a todos mis profesores que me han marcado de enseñanzas a lo largo de mi vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de México representada por mis profesores por su apoyo y conocimientos brindados durante la especialidad.



ÍNDICE DEL CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE DEL CONTENIDO	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	15
FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	18
CAPITULO 1. RED DE CARRETERAS	18
1.1 RED NACIONAL DE CAMINOS	18
1.2 RED NACIONAL DE CARRETERAS (MÉXICO).	20
1.2.1 RED NACIONAL DE CARRETERAS	20
1.2.2 PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA (PRESUPUESTO 2022)	23
1.2.3 SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA (SCT)	24
1.3 RED DE CARRETERAS DEL ESTADO DE MORELOS	29
1.3.1 SISTEMA VIAL FEDERAL Y ESTATAL (ZMC)	31
1.4 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.	33
CAPÍTULO 2. ESTADO FISICO DE LAS CARRETERAS DEL ESTADO DE MORELOS.	38
2.1 DEFINICIÓN DE CARRETERA	39
2.2 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA	39
2.3 ESTADO FISICO DE LA RED CARRETERA DEL ESTADO DE MORELOS	41
CAPITULO 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS	59
3.1 SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS VERSIÓN 2.0	59



3.2 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS (SIMAP) 59

3.3 SOFTWARE HDM-4 60

3.4 MÉTODOS PRINCIPALES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA 61

3.3.1 NORMATIVIDAD PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE RODERAS 62

3.3.2 ÍNDICE DE SERVICIO 63

CAPITULO 4. FALLAS PRESENTADAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. 66

4.1 CLASIFICACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTOS 67

4.1.1 FALLAS DEL TIPO FUNCIONALES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. 67

4.1.2 FALLAS DEL TIPO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. 68

CAPITULO 5. ANÁLISIS DE CAUSAS DE FALLAS PRESENTADAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES..... 70

5.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES 70

5.1.1 DISEÑO Y PLANEACIÓN INCORRECTA 70

5.1.2 DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS. 71

5.1.2.1 OMISIÓN DE TIPOS DE VEHÍCULO EN TRANSITO EXISTENTE 72

5.1.2.2 PROYECCIÓN DE TRÁNSITO DE MANERA INSUFICIENTE .74

5.1.2.3 TRÁNSITO DE MAQUINARIA AGRICOLA Y MAQUINARIA PESADA SOBRE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES..... 75

5.1.3 INTERVENCIÓN DEL CLIMA Y LA NATURALEZA EN EL DESGASTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE..... 76

5.1.4 FALTA DE JUNTAS DE DILATACIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES 78

5.1.5 FALTA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE EN EL PAVIMENTO ... 80

5.1.6 SELECCIÓN DE ASFALTO CON CARACTERISTICAS DIFERENTES A LAS DE LA ZONA..... 81



5.1.7 USO DE MATERIALES DISPONIBLES DE LAS ZONAS	83
5.1.8 BAJA COMPACTACIÓN DE CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	86
5.1.8.1 FALTA DE SUFICIENTES ESTUDIOS GEOTECNICOS	87
5.1.8.2 SELECCIÓN DE EQUIPO DE COMPACTACIÓN NO COMPATIBLE CON EL SUELO.	87
5.1.8.3 FALTA DE CONTROL DEL CONTENIDO DE HÚMEDAD PARA COMPACTACIÓN.	88
5.1.8.4 OTRAS VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPACTACIÓN	89
5.1.9 FALTA DE SUPERVISIÓN Y PERSONAL EXPERIMENTADO ..	89
5.1.10 FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES	90
5.1.10.1 FALTA DE LIMPIEZA EN LA ZONA DE DERECHO DE VÍA .	92
5.1.10.2 FALTA DE SEÑALAMIENTO PARA PREVENIR ACCIDENTES	92
5.1.10 DIMENSIONES MENORES A LAS REQUERIDAS	93
5.1.10.1 ANCHOS DE CALZADA REDUCIDOS	93
5.1.10.2 ESPESORES DE CARPETA ASFALTICA DEFICIENTES	94
5.1.10 EXCESO O FALTA DE CONTENIDO DE ASFALTO	95
5.2 FALLAS PRESENTADAS EN LAS CAPAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	97
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	99
CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Red Nacional de Caminos. Fuente: IMT-SCT-INEGI.....	18
Ilustración 2. Clasificación de la Red Nacional. Fuente: SCT.	21
Ilustración 3. Infraestructura Carretera en México. SCT.	21



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Ilustración 4. Programa Nacional de Conservación de Carreteras. Fuente: SCT..... 29

Ilustración 5. Zona Metropolitana de Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos. 31

Ilustración 6. Clasificación oficial de las carreteras en México. Fuente: IMT. 33

Ilustración 7. Mapa de Carreteras de Morelos 1999. Fuente: SCT. 38

Ilustración 8. Estado Físico de la Red Carretera Federal Libre de Peaje. Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). 41

Ilustración 9. Clasificación de Carreteras colindantes con el Estado de México. Fuente. SCT..... 47

Ilustración 10. Estado Físico de la Red Federal de Carreteras 2010 en el Estado de Morelos. Fuente SCT. 57

Ilustración 11. Índice de rugosidad internacional (IRI). Fuente: Apuntes de Diseño de Pavimentos Ing. Jose Santos Arriaga. 65

Ilustración 12. Clasificación de Fallas de Pavimentos Flexibles. Fuente: Propia. 66

Ilustración 13. Camión de Carga afecta obra por no respetar restricciones. Fuente: Infobae. 73

Ilustración 14. Tránsito de maquinaria sobre carretera. Fuente: Jorge Mancha. 75

Ilustración 15. Ruta de Evacuación de Morelos en mal estado. Fuente: Propia. 77

Ilustración 16. Colocación de juntas de dilatación en Pavimentos Flexibles. Fuente: DENSO. 80

Ilustración 17. Alternativa usada en carreteras de Morelos que no cuentan con obras de drenaje. Fuente: Propia. 81

Ilustración 18. Temperaturas máximas superiores a 40°C en Morelos. Fuente: CONAGUA. 82

Ilustración 19. Banco de Materiales Pétreos clausurado en el municipio de Tetela del Volcán, Estado de Morelos. Fuente: Informador.mx 85

Ilustración 20. Falta de limpieza en derecho de vía de Carreteras del Estado de Morelos. Fuente: Propia. 92

Ilustración 21. Carreteras en el Estado de Morelos con anchos de calzada reducidos..... 93

Ilustración 22. Construcción de Carretera con espesores deficientes. Fuente: Propia..... 94

Ilustración 23. Prueba de contenido de asfalto mediante extracción por centrifugado. Fuente: Ing. Darwin Castillo. 96



Ilustración 24. Capas de materiales que forman un pavimento flexible. Fuente: Propia..... 98

Ilustración 25. Zonas Operativas en el Estado de Morelos. Fuente: SSP..... 99

Ilustración 26. Carretera Federal Libre 113 México - Oaxtepec. Fuente: Propia. 100

Ilustración 27. Carretera Federal Libre 113 México - Oaxtepec. Fuente: Waze. 100

Ilustración 28. Carretera Federal 95 de Cuota. Fuente: Propia..... 101

Ilustración 29. Carretera Federal 95 de Cuota. Fuente: Waze. 101

Ilustración 30. Carretera Federal 115. Fuente: Propia. 102

Ilustración 31. Carretera Federal 115. Fuente: Waze 102

Ilustración 32. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal Libre 113, México - Oaxtepec. Fuente: Propia..... 103

Ilustración 33. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal Cuota 95. Fuente: Propia. 103

Ilustración 34. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal 115. Fuente: Propia. 104

Ilustración 35. Carretera Estatal Tlalnepantla - Tlayacapan. Fuente: Propia. 105

Ilustración 36. Carretera Estatal Tlalnepantla - Tlayacapan. Fuente: Waze. 105

Ilustración 37. Carretera Lateral México 160 D. Fuente: Propia..... 106

Ilustración 38. Carretera Lateral México 160 D. Fuente: Waze..... 106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitudes de Clasificación de Red Carretera. Fuente: IMT-SCT-INEGI. 19

Tabla 2. Niveles de Servicio en la Red Carretera en 2012. SCT. 22

Tabla 3. Programa Nacional de Conservación de Carreteras 2022. Subsecretaría de Infraestructura. 26

Tabla 4. Catálogo de Carreteras. Fuente: Red Nacional de Caminos 2019. 30

Tabla 5. Longitud de la Red Carretera por Entidad Federativa (Estado de Morelos). Fuente SCT - INEGI. 32

Tabla 6. Clasificación de carreteras por sus secciones transversales. Fuente: DOF. 34



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Tabla 7. Clasificación de Red Carretera (Red Federal Libre | Ruta). Fuente: SCT..... 44

Tabla 8. Clasificación de Red Carretera (Red Federal de Cuota | Ruta). Fuente: SCT..... 44

Tabla 9. Clasificación de Red Carretera (Red Estatal Libre | Ruta). Fuente: SCT..... 45

Tabla 10. Clasificación de Red Carretera (Continuación de Red Estatal Libre | Ruta). Fuente: SCT..... 46

Tabla 11. Clasificación de Red Carretera (Red Estatal de Cuota | Ruta). Fuente: SCT..... 47

Tabla 12. Clasificación de Red Carretera (Carreteras integradas por Tramos Federales y Estatales | Ruta). Fuente: SCT..... 47

Tabla 13. Clasificación de vehículos. Fuente: SCT..... 75

Tabla 14. Recomendación para selección de equipo para compactación. Fuente: Apuntes COSC. 88

Tabla 15. Condición de cada elemento de la autopista respecto a la calificación ISA. Fuente: SCT..... 108

Tabla 16. Valor relativo de los elementos de la autopista a calificar. Fuente: IMT..... 109

Tabla 17. Calificaciones respecto al estado físico de la autopista. Fuente: SCT..... 109

Tabla 18. Índice de Servicio obtenido en la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan. Fuente: Propia. 110

Tabla 19. Índice de Servicio obtenido en la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan. Fuente: Propia. 110



INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la publicación de Omaña en el año 2019 el Estado de Morelos contaba con aproximadamente 1,250 kilómetros de carreteras que tenían como función principal tener conectados los 33 municipios del Estado, que actualmente se cuenta con 36 municipios en el Estado, de los cuales se tiene cifras estadísticas que muestran que el 80% de las carreteras se encuentra en malas o pésimas condiciones. (Omaña, 2019).

Una carretera con la presencia de fallas desencadena varias problemáticas al contar con mal estado de funcionalidad, lo peor es que se ven reflejados los problemas en tan poco tiempo de servicio, generando malestar entre los usuarios, provocando como resultado una obra en mal estado de servicio. El tener carreteras en condiciones de mal estado puede causar siniestralidad vial y grandes problemas de comunicación.

Sin embargo, la dependencia de Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) detectó un importante rezago en los servicios de mantenimiento y conservación de la red de autopistas federales. De acuerdo al estudio realizado por Juan Luis Ramos en el 2020 en CAPUFE, donde se diagnosticó que casi una tercera parte de la red de autopistas concesionadas al Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) se encuentra en condiciones menores a las mínimas aceptables, esto quiere decir que, cerca de mil 145 kilómetros tienen un estado físico considerado en mal estado.

El problema se delimita a que cuando se culminan los trabajos y se entrega la obra para el servicio de la población empiezan a generarse fallas en la vía debido a diversos problemas que no fueron contemplados en el expediente técnico o por lo menos no con la debida importancia. Otro factor es durante la ejecución de los procesos constructivos, donde comúnmente no son bien controlados o supervisados y se generan fallas como consecuencia.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



La presencia en la calzada de grietas, baches, socavones, u otro tipo de deformaciones incrementan el riesgo de sufrir un siniestro, bien por una pérdida de control del vehículo, por una mayor fatiga del conductor e inclemencias meteorológicas que incrementen la posibilidad de desprendimientos o acumulación de agua en aquellos tramos de vía en malas condiciones.



PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El sistema carretero con el que cuenta el país es bastante extenso, por lo tanto, es difícil tener control sobre la condición en que se encuentra cada carretera que forma parte de la red. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Subsecretaría de Infraestructura son las dependencias encargadas de construcción, modernización y mantenimiento de la red carretera, pero no cuenta con la suficiente información de las carreteras que se encuentran en mal estado.

Actualmente la mayoría de la red carretera presenta problemas en su estructura la cual es derivada por diversos factores, entre ellos el clima, la calidad de materiales de la zona, presencia de sismos, intemperismo, erosión, entre otros.

El Estado de Morelos debería contar con carreteras de calidad, ya que es un punto estratégico de turismo y comercio, que al tener incomunicada esta región podría producirse desabasto de comida por la gran cantidad de toneladas de productos agrícolas que se cosechan y donde cruzan productos acuícolas del Estado de Guerrero. En el área de turismo el Estado cuenta con visitas de viajeros de diversas regiones del país y hasta internacionales.

Además, en el Estado de Morelos la mayoría de las carreteras consideradas como rutas de evacuación para problemas que se presentan como es el caso de la erupción del volcán Popocatepetl se encuentran con una mala o pésima condición, debido a la inconsistencia en el mantenimiento y otros factores.

El desarrollo de infraestructura carretera de calidad permite el avance y que la economía se mantenga en buenas cifras, las dependencias encargadas en realizar este tipo de trabajos se han involucrado, pero aún hay poco avance



en cuanto a sus investigaciones de fallas en pavimentos flexibles y porque la carretera se encuentra en mal estado.

Existen pocas investigaciones con respecto al estado en que se encuentran las carreteras del Estado de Morelos, se han hecho pocos trabajos de investigación y se ha puesto poco empeño en analizar las probables causas de las fallas presentadas en los pavimentos flexibles del Estado de Morelos.

La presente investigación servirá como base para analizar y tener un panorama más amplio de la situación en la que se encuentra la red carretera y darles solución a las fallas presentadas, proponiendo soluciones y posibles causas.

Con la presente investigación se pretende analizar las fallas presentadas en las Carreteras de Pavimento Flexible del Estado de Morelos. Este estudio es factible de realizar ya que una parte de las carreteras de Morelos se encuentran en mal estado y una de las posibles causas es que las empresas contratistas, los superintendentes de obra, los supervisores y el personal encargado del control de calidad llegan a cometer errores en la planeación y ejecución de obras de infraestructura carretera, con esto se busca analizar las posibles fallas o errores para que sean tomadas en cuenta cuando se realice la rehabilitación de las carreteras.

Por lo anterior, surge la presente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las fallas presentadas en las Carreteras de Pavimento Flexible del Estado de Morelos?



JUSTIFICACIÓN

Las carreteras son vías de transporte terrestre las cuales están construidas objetivamente para la circulación de automóviles. Estas permiten conectar a ciudades, pueblos y poblaciones a través de una estructura la cual debe soportar grandes cantidades de vehículos y conectar todo el país a través de grandes rutas que se conecten entre sí, para que esto pueda realizarse es necesario que las carreteras se encuentren en condiciones óptimas de transitabilidad, que no provoquen accidentes, que permita el flujo de vehículos, que se encuentre en buen estado y que cumplan con una larga vida útil.

En algunas de las carreteras se cumple con la función de conectar dos lugares, pero su tiempo de vida útil se ve afectado debido a diferentes causas, algunas de estas pueden ser: la mala calidad de materiales empleados, manejo de espesor en las capas menor al necesario, una mala consideración del tráfico y los tipos de vehículos que llegan a circular sobre ella, malas prácticas del contratista, construcción durante mal tiempo, no tener una planeación o un anteproyecto, además no se les brinda mantenimiento preventivo y solamente se realiza un mantenimiento correctivo cuando son intransitables.

Por lo tanto, con esta investigación se identificarán las causas por las cuales se generan carreteras de mala calidad y así realizar un diagnóstico de las condiciones en que se encuentran las carreteras del Estado de Morelos.

Además, se determinará cuáles son los errores cometidos en las etapas de administración que provocan las fallas, los errores en procedimientos constructivos y el análisis de las consecuencias generadas por la problemática de un mal manejo de control de calidad. Se puede evaluar el estado físico de las carreteras en Morelos mediante el diagnóstico de CAPUFE y a partir de estas determinar las causas por las cuales se encuentra en malas condiciones



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



o no cumplen con la vida útil proyectada en su diseño, para mejorar en años futuros la calidad de estas carreteras.



FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las Fallas presentadas en las Carreteras de Pavimento Flexible del Estado de Morelos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el Estado Físico en que se encuentran las carreteras del Estado de Morelos.
- Mencionar las causas por las que las carreteras no cumplen con el tiempo de vida útil.
- Determinar las consecuencias generadas por el mal manejo de control de calidad en Carreteras.
- Explicar las metodologías existentes para la evaluación de pavimentos.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

CAPITULO 1. RED DE CARRETERAS

1.1 RED NACIONAL DE CAMINOS



Ilustración 1. Red Nacional de Caminos. Fuente: IMT-SCT-INEGI.

De acuerdo con el Gobierno de México, la Red Nacional de Caminos (RNC), es una recopilación de la infraestructura carretera presentada de manera digital, la cual es resultado de la colaboración entre dependencias, el SICT-IMT y el INEGI, que podemos considerar como una representación cartográfica digital y georreferenciada de la infraestructura carretera del país que cuenta con gran precisión y una escala detallada; además esta modelada y estructurada con el objetivo de facilitar el cálculo de rutas, cumpliendo con estándares internacionales y el estricto marco normativo aplicable del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) mismo que le



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



permite trascender a niveles superiores de interoperabilidad con alcances multitemático y plurisectorial. (IMT, 2022).

La RNC contempla en su totalidad de la red pavimentada y la mayor parte de los caminos que no están pavimentados de México, así como también las vialidades tanto de las localidades urbanas como las rurales con las que se conectan, además las vías fluviales y marítimas donde se transbordan vehículos y, adicionalmente, servicios de interconexión de transporte como aeropuertos, puertos, estaciones de ferrocarril, aduanas, puentes y túneles, sitios de esparcimiento y recreativos, sitios de interés para el turismo, entre otros.

Las dependencias de gobierno CEI-INEGI modelaron los elementos que integran la RNC en sus entidades correspondientes, por su parte las Direcciones Regionales realizaron la validación consiguiente, mientras que el INEGI (Oficinas Centrales) integró y certificó la versión 2021 de la RNC, para que finalmente, el IMT y la SICT realizaran la validación final de la misma y aprobación para su liberación. ((IMT), 2020)

El resultado obtenido finalmente dio las siguientes cifras:

Tipo de Camino	Longitud (Km)
Carreteras Pavimentadas*	175,526 Km
Carreteras Federales	50,743 Km
Carreteras Estatales	102,715 Km
Otros (Municipales, Particulares)	22,067 Km
Carreteras de Cuota	10,845 Km
Plazas de cobro	1,298 Plazas
Vialidades Urbanas e Infraestructura de Enlace	80,301 Km
Caminos No Pavimentados	529,358 Km
Veredas	21,936 Km
Longitud total de la RNC:	807,121 Km*

Tabla 1. Longitudes de Clasificación de Red Carretera. Fuente: IMT-SCT-INEGI.



De los datos proporcionados por el Instituto Mexicano del Transporte en las cifras de la Red Nacional de Caminos podemos notar que se tiene un incremento de 4,701 kilómetros en la RNC en el año 2021 con respecto a la versión de la RNC en el año 2020; de este incremento, 746 kilómetros corresponden a carreteras pavimentadas y donde 2,013 km son caminos rurales.

Además de las cifras obtenidas, la mayor longitud de carreteras y caminos, por entidad federativa, le corresponde en orden decreciente a: Chihuahua, Sonora, Veracruz, Jalisco, Chiapas, Oaxaca, Durango, Michoacán, Tamaulipas y Guerrero. ((IMT), 2020)

De acuerdo con las cifras de SCT, también podemos notar que las entidades federativas que cuentan con mayor incremento con respecto al 2020 son los siguientes: Chihuahua, Sonora, Baja California, Puebla, Baja California Sur, Chiapas, Hidalgo y Oaxaca. (SCT, 2020).

1.2 RED NACIONAL DE CARRETERAS (MÉXICO).

1.2.1 RED NACIONAL DE CARRETERAS

“Aunque que el país maneja una red carretera de aproximadamente 366 mil kilómetros de carreteras, la red se enfrenta a una gran cantidad de problemáticas en cuanto a cobertura y competitividad, de las cuales a continuación, se presentan algunos análisis realizados por diversos autores a la red carretera:

- ❖ La red presenta baja competitividad en materia de infraestructura se ocupa el lugar 66 de 142 países. (Datos del Foro Económico Global 2011 WEF).
- ❖ Cobertura insuficiente (0.18 kilómetros de carreteras / km² de territorio).

- ❖ Alta dependencia del transporte carretero (67% del movimiento doméstico de carga y 99% del de pasajeros)". (Hung, 2011)

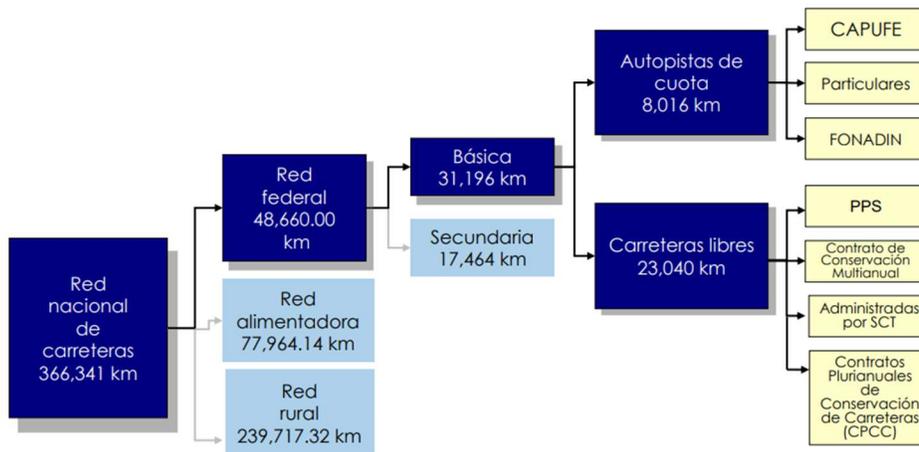


Ilustración 2. Clasificación de la Red Nacional. Fuente: SCT.

Los corredores más importantes que conforman la red carretera, lo conforman 15 corredores carreteros principales que interconectan las cinco mesoregiones en que se divide el país con una longitud total de 19,245.3 kilómetros (DG SCT, 2012).



Ilustración 3. Infraestructura Carretera en México. SCT.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS

NIVEL DE SERVICIO	LONGITUD	%
A	5,658.44	13.33
B	16,638.14	39.19
C	11,846.45	27.90
D	4,851.90	11.43
E	2,695.49	6.35
F	767.86	1.80
TOTAL	42,458.28	100%

Tabla 2. Niveles de Servicio en la Red Carretera en 2012. SCT.

“Tomando en cuenta los datos presentados por la DGST en el periodo de 2007 – 2012 se encontraron los siguientes análisis de las estadísticas presentadas:

- ❖ El nivel de servicio podemos considerarlo dentro de la categoría “estable” a través de un 80.42% de la red carretera.
- ❖ En el 11.43% de la red, el flujo vehicular tiende a presentar inestabilidad y la velocidad de operación aun tiende a ser satisfactoria.
- ❖ En el 8.15% restante de la red, se tiene la característica de que el flujo vehicular ya se presenta inestabilidad, y se cuenta con problemas de saturación y congestiónamiento”.

En el año 2022, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dispondrá de un presupuesto total de 65 mil 553.6 millones de pesos (mdp) que serán destinados a proyectos aéreos, ferroviarios y carreteras”. (Rivera, 2021).



1.2.2 PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA (PRESUPUESTO 2022)

Ante la problemática que presenta la red carretera se pretende dar soluciones por parte del Gobierno de México, para esto se tienen las presentes estadísticas y los montos de inversión que se tienen destinados a la construcción y mejora de la infraestructura carretera.

De acuerdo con las cifras de Alicia Rivera presentadas en una nota de EXPOCIHAC se prevé tener las siguientes perspectivas de desarrollo de Infraestructura Carretera en México para el presupuesto del año 2022. (Rivera, 2021).

“Se tiene como conocimiento que la cifra de 12, 740.7 millones de pesos serán invertidos en Infraestructura Carretera, contemplando actividades como construcción y modernización de aproximadamente 141.1 kilómetros de la red federal, también se tiene contemplada la liberación del derecho de vía, realización de estudios de preinversión, desarrollo de proyectos para prestación de servicios y un proyecto de Asociación Pública Privada (APP).

En caminos rurales se invertirá el monto de 7,962.9 millones de pesos para la construcción y modernización de 267 kilómetros, conservación y reconstrucción de 230 kilómetros y la realización de estudios técnicos de mil 400 kilómetros.

En el rubro de conservación y mantenimiento de la red carretera nacional se destinarán en total 8 mil 600 mdp y 7 mil 230 mdp para Proyectos de Asociación Pública Privada APP, con una meta estimada de mil 755 kilómetros en los tramos carreteros.

Las cifras anteriormente mencionadas son muy prometedoras y buscan mejorar la infraestructura carretera, con la presente investigación se pretende



proponer puntos a considerar donde se han tenido fallas para mejorar la calidad de las carreteras en Morelos.

1.2.3 SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA (SCT)

Le corresponde a la SCT realizar funciones como la de preservar la infraestructura carretera que se encuentre bajo su cargo, manteniéndola en condiciones óptimas de servicio, además es la dependencia encargada del funcionamiento, desarrollo y administración de la infraestructura vial primaria y de la regulación de las comunicaciones de jurisdicción local, que comprende los sistemas de transporte masivo o de alta capacidad. (SCT, 2016).

La dependencia de Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) a través de la Subsecretaria de Infraestructura tiene la función de mantener la red carretera federal, así como de fomentar el desarrollo de una infraestructura carretera moderna, segura y de calidad para incrementar la competitividad de la economía, mejorar el desarrollo nacional y regional, extender la comunicación, así como también reducir la distancia entre las comunidades rurales a través de la correcta y eficaz aplicación de los recursos presupuestales, así como también con la aplicación de esquemas de asociación público – privada para el financiamiento de esta infraestructura, con objeto de brindar un mejor servicio al usuario de las carreteras del país. (SCT, 2016).

Anualmente se crea un programa el cual pretende satisfacer las necesidades de conservación de la infraestructura carretera y teniendo este como objetivo principal el mejorar el estado físico de la red y mantenerlo en buenas condiciones, incrementar la seguridad, elaborar proyectos y darles seguimiento.

Para satisfacer las necesidades anteriores se destina una parte del presupuesto para cada una de las actividades que se pretenden realizar para



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



mantener las obras de drenaje, obras carreteras y puentes de las redes en condiciones óptimas de servicio.

A continuación, se presenta el Programa Nacional de Conservación de Carreteras para el año 2022 emitido por la Subsecretaría de Infraestructura.

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS
PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS 2022

PROGRAMA	ASIGNACIÓN	META
I.- MEJORAR EL ESTADO FÍSICO DE LA RED	2,822,825,128.95	
- RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS	94,280,292.00	10.19 km
- CONSERVACIÓN PERIÓDICA DE TRAMOS	2,728,544,836.95	1,535.22 km
II.- MANTENER EL ESTADO FÍSICO DE LA RED	3,798,193,139.11	
- CONSERVACIÓN RUTINARIA DE TRAMOS	3,784,674,276.08	38,807.52 km
- CONSERVACIÓN RUTINARIA DE PUENTES	13,518,863.03	818.00 puentes
III.- INCREMENTAR LA SEGURIDAD	1,599,309,353.35	
- RECONSTRUCCIÓN DE PUENTES	690,230,933.38	41.00 puentes
- CONSERVACIÓN PERIÓDICA DE PUENTES	115,564,755.67	195.00 puentes
- ATENCIÓN A PUNTOS DE CONFLICTO Y SEGURIDAD VIAL	155,282,286.57	29.00 ptos.
- MEJORAMIENTO DE CRUCES CON FFCC	7,831,169.27	4.00 falla
- OBRAS DE DRENAJE	67,995,160.02	47.00 pza



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



- SEÑALAMIENTO	562,405,048.44	
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	370,917,835.40	25,612.18 km
SEÑALAMIENTO VERTICAL	118,673,565.90	26,434.00 pza
BARRERAS DE PROTECCIÓN	72,813,647.14	28,166.03 m
IV.- EST, PROY, ING Y SUP	324,672,378.59	
- ESTUDIOS Y/O PROYECTOS	109,830,826.89	
- SEGUIMIENTO	214,841,551.70	

V.- EMERGENCIAS 2020	481,600,000.00	
EMERGENCIAS EVENTOS 2020	128,544,000.00	
EMERGENCIAS (NORA)	174,862,000.00	
PUENTE EL QUELITE (A CARGO DEL GOBIERNO DE ESTADO DE SINALOA)	178,194,000.00	
TOTAL	9,026,600,000.00	

APP's

APP Coatzacoalcos - Villahermosa	616,260,369.00	134.29 km
APP Querétaro - San Luis Potosí	603,555,018.50	157.40 km
APP Texcoco - Zacatepec	540,713,382.50	169.45 km
APP Saltillo - Monterrey - La Gloria	630,105,756.00	201.21 km
APP Pirámides - Pachuca- Tulancingo	507,721,828.00	91.50 km
APP Matehuala - Saltillo	526,898,366.00	177.46 km
APP Arriaga - Tapachula	1,140,198,195.00	236.50 km
APP Campeche - Mérida	479,406,357.00	175.41 km
APP San Luis Potosí - Matehuala	602,160,039.00	186.90 km
APP Tampico - Cd. Victoria	498,480,689.00	224.88 km
TOTAL	6,145,500,000.00	1,755.00 km

Tabla 3. Programa Nacional de Conservación de Carreteras 2022. Subsecretaría de Infraestructura.

El Programa Nacional de Conservación de Carreteras del Estado de Morelos destina una parte de su presupuesto a la conservación periódica de tramos, tomando en cuenta las cifras del periodo Agosto del 2022, se tienen en cuenta realizar actividades de microaglomerados (aplicación superficial de mezclas fluidas en pequeños espesores de 3 a 20 mm compuestas de material pétreo



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



seleccionado, emulsiones asfálticas de rompimiento controlado, polímeros y aditivos modificadores, mediante máquinas aplicadoras especialmente diseñadas para este trabajo), en algunos tramos dañados colocación de carpeta asfáltica de granulometría densa de 5 cm, y en otros tramos de carretera contempla la recuperación de pavimento existente y carpeta asfáltica de alto desempeño y finalmente en otros tramos los trabajos de colocación de capa de rodadura de un riego de alta fricción.

Las cifras comprendidas del avance financiero del Programa Nacional de Conservación de Carreteras en el periodo de agosto se presentan a continuación:



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCION GENERAL DE CONSERVACION DE CARRETERAS

Programa Nacional de Conservación de Carreteras

Avance Físico - Financiero

AGOSTO 2022

No.	NOMBRE DE LA OBRA	UBICACIÓN		META	ASIGNACIÓN	AVANCE FÍSICO		AVANCE FINANCIERO %
		KM INICIAL	KM FINAL			UNIDAD	%	
	MORELOS				120,876,921.67		52.62	56.68
	Conservación Periódica de Tramos			24.50	67,549,302.68	7.45	31.90	44.81
	Microaglomerado			6.60	8,590,000.00	0.00	0.00	28.16
1	Cuernavaca - Lim. Edos. Mor./Gro.	25.00	31.60	6.60	8,590,000.00	0.00	0.00	28.16
	Carpeta asfáltica de granulometría densa de 5 cm			12.20	27,771,698.29	4.55	37.42	44.55
2	Cuernavaca - Lim. Edos. Mor./Gro. (Cpo. A)	14.80	19.90	5.10	11,728,042.24	2.60	50.98	53.11
3	Cuernavaca - Lim. Edos. Mor./Gro. (Cpo. A)	19.90	25.00	5.10	11,543,656.05	1.95	38.24	53.23
4	San Gregorio - Lim. Edos. Mex/Mor - Oaxtepec	63.00	65.00	2.00	4,500,000.00	0.00	0.00	0.00
	Recuperación en frío del pavimento en 10 cm y carpeta asfáltica de alto desempeño de 5 cm			2.60	8,728,728.43	2.55	98.08	99.55
5	Libramiento de Cuautla (Cpo. A)	4.50	7.10	2.60	8,728,728.43	2.55	98.08	99.55
	Capa de rodadura de un riego de alta fricción			3.10	22,458,875.96	0.35	10.93	30.23
6	Tlalpan-Lim. De Edos CDMX/Mor T.A	19.00	34.00	3.10	21,750,068.89	0.35	11.29	30.00
	Adeudos				264,521.62	0.00	0.00	100.00
	Saldo				444,285.45	0.00	0.00	0.00
	Atención a Puntos de Conflicto			2.00	6,817,101.04	1.87	93.51	99.57
7	México - Cuernavaca	35.00	36.00	1.00	3,805,547.39	0.92	92.00	99.61
8	México - Cuernavaca	41.00	42.00	1.00	3,011,553.65	0.95	95.42	99.52
	Conservación Rutinaria de Tramos			325.09	40,597,199.94	252.00	83.90	73.33
	Conservación Rutinaria de Tramos			325.09	36,641,632.92	252.00	83.90	0.00
	Conservación inmediata en el Derecho de Vía en la Zona Poniente			203.79	1,784,420.27	203.79	100.00	100.00
	Conservación inmediata en el Derecho de Vía de la Zona Oriente			229.18	1,342,813.68	229.18	100.00	100.00
	Conservación inmediata Obras de drenaje en la Zona Poniente			203.79	2,185,018.27	203.79	100.00	100.00
	Conservación inmediata Obras de drenaje en la Zona Oriente			229.18	2,157,643.38	229.18	100.00	100.00
	Conservación inmediata Pavimentos en la Zona Poniente			13.00	8,166,522.19	13.00	100.00	98.12
	Conservación inmediata Pavimentos en la Zona Oriente			10.40	7,273,264.53	10.20	98.08	100.00



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Conservación Rutinaria Menor en 203.79 km de la Zona Poniente		153.01	7,052,448.49	115.00	56.43	34.23
Conservación Rutinaria Menor en 229.18 km de la Zona Oriente		172.08	6,679,502.11	137.00	59.78	43.91
Adeudos			673,385.21			97.64
Costos de operación			1,390,000.00			72.75
GASTOS DE OPERACIÓN PENDIENTES DE TRAMITAR			1,251,000.00			0.00
Convenios y/o Ajuste de Costos			641,181.81			0.00
Señalamiento Horizontal		0.00	1,974,542.88			0.00
Señalamiento Horizontal		0.00	1,974,542.88			0.00
Señalamiento Vertical		0.00	0.00			
Señalamiento Vertical		0.00	0.00			
Barreras de Protección		0.00	0.00			0.00
Barreras de protección		0.00	0.00			0.00
Conservación Rutinaria de Puentes		150.00	1,941,853.46	52.00	34.67	44.51
Conservación Rutinaria de Puentes		150.00	1,941,853.46	52.00	34.67	44.51
Otros Subprogramas		1.00	1,996,921.67			40.77
Seguimiento y Control		1.00	1,996,921.67			40.77

Ilustración 4. Programa Nacional de Conservación de Carreteras. Fuente: SCT.

En la conservación rutinaria de tramos se involucran actividades para conservación del derecho de vía, conservación de pavimentos y conservación de obras de drenaje lo cual representa una gran parte del presupuesto y en cuanto a los trabajos de conservación periódica de tramos, se le dio total prioridad al tramo Cuernavaca – Lim. Edos. Morelos / Guerrero, además de atender las carreteras San Gregorio – Oaxtepec, Libramiento de Cuautla y Tlalpan Lim. Edos. CDMX / Mor, pero tomando en cuenta el total de kilómetros con los que cuenta la red, solo se realiza trabajos de conservación a un porcentaje mínimo de las carreteras con las que cuenta el Estado de Morelos.

1.3 RED DE CARRETERAS DEL ESTADO DE MORELOS

Algunas de las carreteras más importantes que conectan los municipios del Estado de Morelos son las que se presentan en el Catálogo de Carreteras y Tramos que mostramos a continuación: Aeropuerto – Cuernavaca, Alpuyeca



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



– Grutas, Autopista Siglo XXI, Cuernavaca – Chilpancingo, Cuernavaca – Cuautlixco, La Pera – Cuautla, Libramiento Amecameca – La Alborada, Libramiento de Cuautla, México – Cuernavaca, México – Oaxtepec, Puente de Ixtla – Iguala, Santa Barbara – Izúcar de Matamoros, Tres Marías – Santa Martha.

COORDINACIÓN	CARRETERA	TRAMO
Morelos	AEROPUERTO CUERNAVACA	VIALIDAD AEROPUERTO CUERNAVACA
Morelos	ALPUYECA-GRUTAS	ALPUYECA-GRUTAS
Morelos	ALPUYECA-GRUTAS	RAMAL A MICHAPA
Morelos	AUTOPISTA SIGLO XXI	JANTETELCO-ENT. EL HIGUERÓN
Morelos	CUERNAVACA-CHILPANCINGO	ALPUYECA-IGUALA
Morelos	CUERNAVACA-CHILPANCINGO	CUERNAVACA-ALPUYECA
Morelos	CUERNAVACA-CHILPANCINGO (DIRECTO)	CUERNAVACA-CHILPANCINGO (DIRECTO)
Morelos	CUERNAVACA-CHILPANCINGO (DIRECTO)	RAMAL AEROPUERTO CUERNAVACA
Morelos	CUERNAVACA-CUAUTLIXCO	CUERNAVACA-CUAUTLIXCO
Morelos	LA PERA-CUAUTLA (DIRECTO)	LA PERA-CUAUTLA (DIRECTO)
Morelos	LIBRAMIENTO AMECAMECA-LA ALBORADA	LIBRAMIENTO AMECAMECA-LA ALBORADA
Morelos	LIBRAMIENTO DE CUAUTLA	LIBRAMIENTO DE CUAUTLA
Morelos	MÉXICO-CUERNAVACA	MÉXICO-CUERNAVACA
Morelos	MÉXICO-CUERNAVACA (DIRECTO)	MÉXICO-CUERNAVACA (DIRECTO)
Morelos	MÉXICO-OAXTEPEC	ENT. XOCHIMILCO-OAXTEPEC
Morelos	PUENTE DE IXTLA-IGUALA (DIRECTO)	PUENTE DE IXTLA-IGUALA (DIRECTO)
Morelos	SANTA BÁRBARA-IZÚCAR DE MATAMOROS	AMECAMECA-ENT. LA ALBORADA
Morelos	SANTA BÁRBARA-IZÚCAR DE MATAMOROS	CUAUTLA-JANTETELCO
Morelos	SANTA BÁRBARA-IZÚCAR DE MATAMOROS	ENT. LA ALBORADA-CUAUTLA
Morelos	SANTA BÁRBARA-IZÚCAR DE MATAMOROS	JANTETELCO-IZÚCAR DE MATAMOROS
Morelos	TRES MARIAS-SANTA MARTHA	TRES MARIAS-SANTA MARTHA

Tabla 4. Catálogo de Carreteras. Fuente: Red Nacional de Caminos 2019.

La capital del Estado de Morelos es el municipio de Cuernavaca, la cual también es conocida famosamente como la Ciudad de la Eterna Primavera.

Con base al Estudio Sectorial de Movilidad Urbana de la Zona Metropolitana de Cuernavaca que realiza el Gobierno del Estado de Morelos los municipios que integran la Zona Metropolitana de Cuernavaca, (ZMC), son los siguientes: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco, Tepoztlán y Xochitepec, los cuales están sufriendo profundas transformaciones en su dinámica de crecimiento urbano, con planeación que busca formar una mancha urbana continua y que da origen a una gran movilidad entre los centros de población que la conforman. Desde hace décadas se han empleado como vías principales de comunicación dos ejes verticales, los cuales están conformados por la carretera federal y autopista, México – Cuernavaca -

Acapulco y uno horizontal formado por la avenida Plan de Ayala y la Avenida Cocnahuac; alrededor de los cuales se han desarrollado las vías de acceso a las comunidades. (Morelos, 2012).

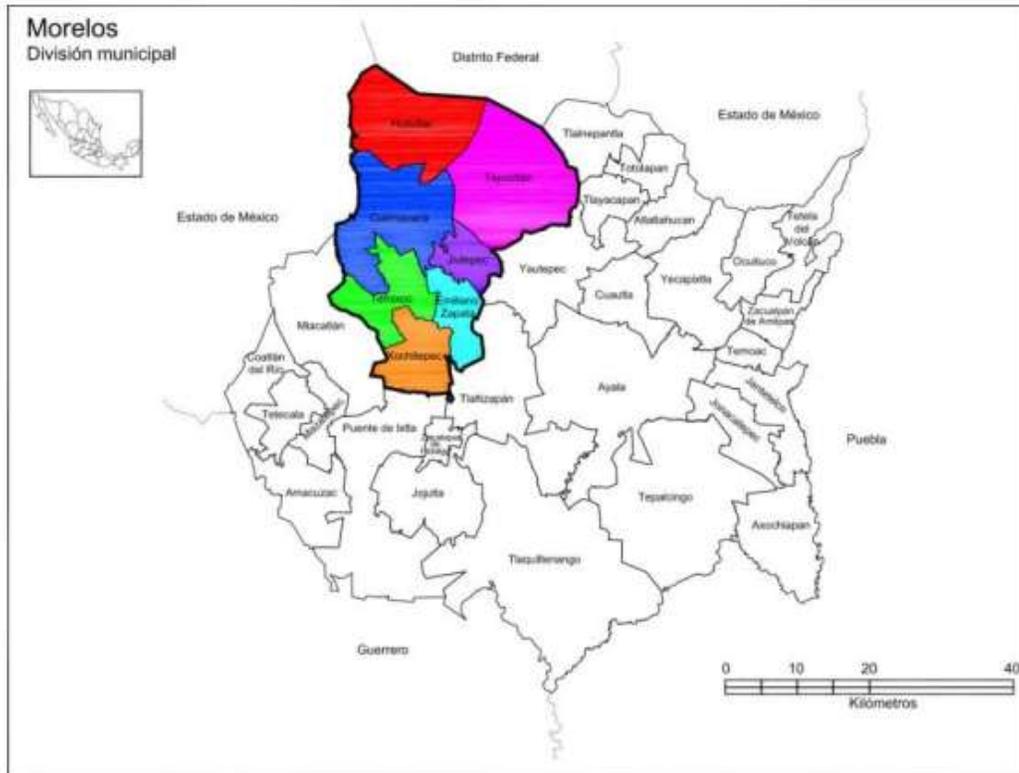


Ilustración 5. Zona Metropolitana de Cuernavaca. Gobierno del Estado de Morelos.

1.3.1 SISTEMA VIAL FEDERAL Y ESTATAL (ZMC)

Las cifras que expuso el Gobierno del Estado de Morelos a través del Estudio de movilidad urbana de la zona metropolitana de Cuernavaca sobre las vialidades de Cuernavaca son las siguientes:

Las vialidades o carreteras federales que se encuentran dentro de la Zona Metropolitana de Cuernavaca son las siguientes: Autopista México – Cuernavaca – Acapulco, Autopista La Pera – Tepoztlán – Cuautla, Carretera



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Federal México-Cuernavaca – Acapulco y Carretera Federal Cuernavaca – Cuautla. (Morelos, 2012).

Las vialidades o carreteras estatales que se encuentran dentro de la Zona Metropolitana de Cuernavaca son las siguientes: Carretera Cuernavaca-Tepoztlán, Carretera Temixco – Zapata, Carretera Tejalpa- Jiutepec- Zapata-Zacatepec, Carretera Zapata- Crucero Tezoyucan, Carretera Acatlipa – Tezoyuca, Carretera Tepetzingo - Tetecalita - Chiconcuac - Xochitepec - Palo Bolero, Cerro de la Cruz, derivando de Tetecalita un ramal rumbo a Acamilpa y Temimilcingo y otro rumbo a Zacatepec, Carretera Xochicalco Cuentepec-Tetlama, Carretera Tepoztlán- Tlacotenco, Carretera Tepoztlán- Santo Domingo Ocotitlán, Carretera Huitzilac- Zempoala, Acceso Aeropuerto - Tepetzingo y Autopista del Sol y Acceso al Desarrollo Integral Emiliano Zapata. (Morelos, 2012).

A continuación, se presentan las cifras recopiladas de la red carretera correspondiente al Estado de Morelos y su evolución en el transcurso de los años (2005 – 2014), obtenidas a partir de los informes que emitieron la SCT e INEGI: Anuario Estadístico Sector Comunicaciones y Transporte, Ediciones 2003-2012 y Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa, Ediciones 2014 - 2015.

Longitud de la red carretera por entidad federativa y tipo de vía (kilómetros)											
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Entidad federativa	Morelos										
	Brechas mejoradas	0.00	0.00	0.00	0.00	432.00	432.00	909.00	909.00	909.00	909.00
	Terracería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Revestidas	459.00	400.00	391.00	391.00	372.00	680.00	385.00	265.00	265.00	341.00
	Pavimentadas	1,599.00	1,630.00	1,630.00	1,630.00	1,673.00	1,673.00	1,892.00	1,688.00	1,688.00	1,771.00
	Total	2,058.00	2,030.00	2,021.00	2,021.00	2,477.00	2,785.00	2,986.00	2,862.00	2,862.00	3,021.00

Tabla 5. Longitud de la Red Carretera por Entidad Federativa (Estado de Morelos). Fuente SCT - INEGI.

Poniendo atención en la evolución de la red carretera del Estado de Morelos representada en la tabla anterior podemos resumir la información obtenida de la siguiente manera:

Durante el periodo de 2005 – 2014 se les dio prioridad a las carreteras pavimentadas, donde el incremento fue lento y durante varios años permaneció de la misma manera la infraestructura carretera, en cuanto a longitudes de carretera revestidas la longitud de la red se vio afectada puesto que decreció considerablemente.

Realizando una comparación de manera general, podemos darnos cuenta que se le han hecho pocas mejoras a la red, basándonos en las cifras y teniendo en cuenta que en algunos casos las longitudes totales de la red carretera del Estado de Morelos disminuyeron o en años consecutivos permanecieron igual. No se aumentaron durante ningún año del periodo la longitud de terracerías.

Es crítica la situación de las carreteras, donde se han realizado pocas acciones a través de los años, como es el caso del periodo presentado del 2005 – 2014.

1.4 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.

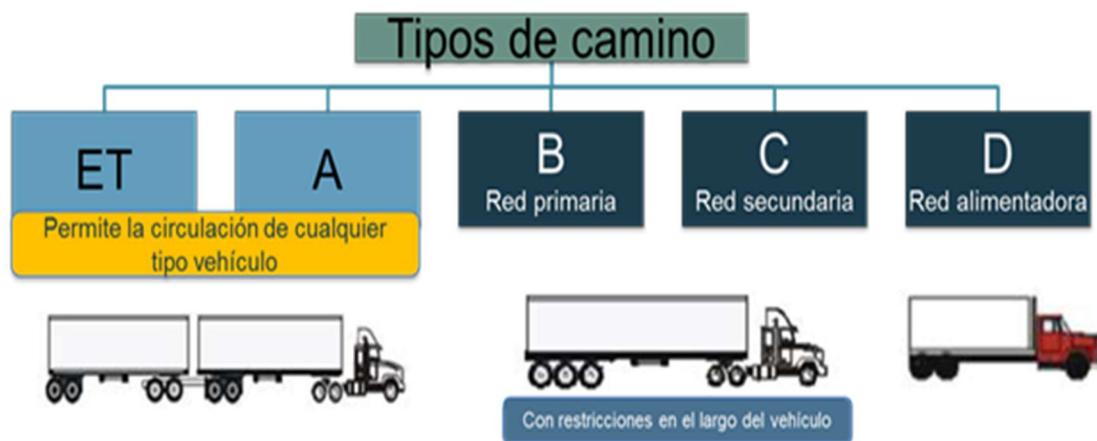


Ilustración 6. Clasificación oficial de las carreteras en México. Fuente: IMT.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



La Red Carretera Mexicana tiene tres tipos de caminos; el federal, el estatal y el rural; en su conjunto suman poco menos de 400 mil kilómetros de vías, sin embargo, el eje central del transporte en nuestro país se realiza por la red de Carreteras Federales; la cual tiene una extensión de casi 49 mil kilómetros, de los cuales 8.4 mil kilómetros corresponden a carreteras de cuota y el resto, es decir 40.6 mil kilómetros corresponden a la Red de Carreteras Libres de Peaje”. (Cadengo, 2020).

El Diario Oficial de la Federación en una de sus notas presento la presente clasificación: las carreteras son consideradas como un camino construido para el tránsito público, que cumple con características de ser suficientemente ancho y espacioso, el cual debe contar con estructura de pavimento y está construido con el objetivo de permitir el tránsito de vehículos, que según sus características y el servicio que presta, de acuerdo con el Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Transporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, puede clasificarse de la siguiente manera: (IMT, 2020).

Tipo de carretera	Nomenclatura
Carretera de cuatro carriles, Eje de Transporte	ET4
Carretera de dos carriles, Eje de Transporte	ET2
Carretera de cuatro carriles	A4
Carretera de dos carriles	A2
Carretera de cuatro carriles, red primaria	B4
Carretera de dos carriles, red primaria	B2
Carretera de dos carriles, red secundaria	C
Carretera de dos carriles, red alimentadora	D

Tabla 6. Clasificación de carreteras por sus secciones transversales. Fuente: DOF.



De acuerdo con la SCT, la red carretera se clasifica en ocho tipos diferentes de carreteras basándonos en la cantidad de carriles y el tipo de red. Además, cada carretera que forma parte de la red se le asigna una nomenclatura la cual permite distinguir sus características.

A continuación, se describe la clasificación y sus características de cada uno de los tipos de carretera:

- **CARRETERA TIPO ET**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación cuando la carretera forma parte de los ejes de transporte establecidos por la SCT, cuyas características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría y que su tránsito se confine a este tipo de caminos. (DOF, 2004).

- **CARRETERA TIPO A**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación cuando la carretera por sus características geométricas y estructurales permite la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y peso sólo se permitan en las carreteras tipo ET. (DOF, 2004).

- **CARRETERA TIPO B**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación cuando conforma la red primaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales presta un servicio de comunicación interestatal, además de vincular el tránsito. (DOF, 2004).



- **CARRETERA TIPO C**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación cuando conforma la red secundaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria. (DOF, 2004).

- **CARRETERA TIPO D**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación cuando conforma la red alimentadora y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente presta servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria. (DOF, 2004).

- **AUTOPISTA**

De acuerdo con el DOF se le asigna esta clasificación Carretera Tipo ET o Tipo A, con accesos controlados, según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

“En el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se elaboran anualmente análisis estadísticos de los registros de accidentes de tránsito en carreteras federales, publicando desde el año 2000 los Anuarios estadísticos de accidentes en carreteras federales y más recientemente colaborando en la Estadística de accidentes de tránsito bajo los criterios de análisis de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT. Estos documentos tienen como principal fuente de información los registros de los hechos de tránsito que levanta la Guardia Nacional (antes Policía Federal). Una de las actividades que implica la elaboración de la estadística es la actualización del catálogo de carreteras, es decir, el listado de tramos vigilados por la Guardia Nacional (GN); esta labor es necesaria ya que cada año a la infraestructura se le suman



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



kilómetros de nuevas carreteras y, aunque parezca extraño, también se restan kilómetros. Esta última idea se refiere a aquellos tramos que la SCT otorga o cede a los gobiernos municipales o estatales y que al quedar fuera de la jurisdicción federal también quedan fuera de la vigilancia por parte de la GN". ((IMT), 2020).

CAPÍTULO 2. ESTADO FÍSICO DE LAS CARRETERAS DEL ESTADO DE MORELOS.



Ilustración 7. Mapa de Carreteras de Morelos 1999. Fuente: SCT.

A continuación, se presentan las cifras recopiladas por la SCT en 1999.

- Longitud total de infraestructura de carretera del Estado: 2,145.49 Kms
- Carreteras de Cuota: 189.91 Kms
- Carreteras Libres: 1,470.58 Kms
- Caminos Rurales: 485.00 Kms
- Brechas 0.00 Kms (SCT, 1999).



2.1 DEFINICIÓN DE CARRETERA

Podemos definir a la carretera como una vía de comunicación compuesta por varias capas, la cual es construida mediante recursos del gobierno o por particulares mediante una concesión, que de acuerdo a la configuración de capas y materiales esta puede ser rígida o flexible, con el objetivo de permitir la circulación de vehículos automóviles.

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación podemos definir la carretera de la siguiente manera: Es un camino público, ancho y espacioso, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos. (DOF, 2004).

También la Empresa Ferrovial define a las carreteras de la siguiente manera: Una carretera o ruta es una vía de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos. (Ferrovial, 2023)

2.2 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA

La Junta de Caminos el Estado de Sonora (JCES) estableció la importancia de la infraestructura carretera de la siguiente manera: la infraestructura vial es de gran importancia y puede considerarse como indispensable para el desarrollo económico de los Estados y el País, ya que su infraestructura permite interconectar los puntos de producción con los puntos de consumo entre sus distintas regiones y al interior de cada una de ellas. (JCES, 2020).

Para la JCES las condiciones físicas en las que se encuentran las vías terrestres determinan el nivel de los costos del transporte y los flujos comerciales. El poder contar con una infraestructura carretera que sea digna, funcional y primordialmente segura es indispensable para impulsar las ventajas competitivas de la entidad, y con ello mejorar la calidad de vida en las regiones. (JCES, 2020).



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



En la última década la red de carreteras del Estado de Morelos se ha mantenido en condiciones críticas de operación, todo esto como consecuencia de la falta de mantenimiento y conservación de las mismas, una de las razones principales para que las carreteras se conviertan en intransitables.

Se debe tomar acciones para mejorar el estado físico de la red carretera del Estado, así como brindar primera atención a las carreteras que se encuentran en estado regular y malo. Para lograr todo esto se debe exigir realizar un exhaustivo programa de mantenimiento que contemple acciones de conservación rutinaria y periódica anual en donde se contemplen todas las carreteras que conforman la red. Es por esto que se debe considerar ubicar estratégicamente en el estado residencias de obra y supervisión, en las cuales se realicen de manera permanente trabajos de mantenimiento en superficie de rodamiento, obras de drenaje, zonas laterales y señalamiento horizontal y vertical.

De acuerdo con la recomendación de la JCES para todos los Estados actualmente se debe atender la red carretera y establecer un plan estatal de desarrollo con ejes de acción para el mejoramiento del estado físico de la red de carreteras del Estado, donde se tenga como objetivo proporcionar vías de comunicación, las cuales aporten seguridad para los usuarios y entre sus funciones garanticen la conectividad entre localidades, buscando siempre disminuir los tiempos de recorrido y permitiendo el acceso y el libre desplazamiento de personas, bienes y servicios. (JCES, 2020).

2.3 ESTADO FÍSICO DE LA RED CARRETERA DEL ESTADO DE MORELOS



Ilustración 8. Estado Físico de la Red Carretera Federal Libre de Peaje. Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT).

De acuerdo con el Mapa del Estado de Morelos que muestra el estado físico en el que se encontraba la red del en el año 2008, nos muestra como existe una gran cantidad de kilómetros de carretera libre de peaje la cual se encuentra fuera de jurisdicción de la Secretaria de Comunicaciones y



Transportes, por lo tanto, le corresponde al Gobierno del Estado y a los Gobiernos Municipales en cooperación a través de sus Secretarías de Obras Públicas la construcción, rehabilitación, modernización y mantenimiento de las carreteras municipales. En cuanto a las carreteras que corresponden a la SCT la mayoría se encontraban en el año 2008 con un nivel satisfactorio o bueno.

La mayoría de las carreteras del país se encuentran en malas condiciones, pero para la presente investigación se toma en cuenta específicamente la situación en la que se encuentra la red carretera que pertenece al Estado de Morelos.

La Secretaría de Hacienda a través de un comunicado informó que específicamente en el estado de Morelos, la conservación de las carreteras es de gran importancia, derivado de la posición estratégica de la red carretera con sus colindancias con el Estado de Guerrero, Distrito Federal, Estado de México, Puebla. Además, es parte importante del eje carretero golfo - pacífico, guardando una posición estratégica con la conexión directa a varios de los ejes troncales de la red carretera nacional. Así mismo no se omite mencionar que actualmente las carreteras que pertenecen a la jurisdicción estatal actualmente se encuentran en pésimas condiciones, ya que cuenta deformaciones severas en su estructura, deslizamientos, así como baches de alta severidad, esto genera como consecuencia inseguridad para los usuarios de estas vías, las cuales tomando en cuenta sus características geométricas presentan anchos no mayores a 6 metros. (Hacienda, 2019).

De acuerdo con cifras de la Secretaría de Hacienda actualmente la red carretera del Estado de Morelos se encuentra en malas condiciones debido al surgimiento de baches, provocado por la falta de limpieza en la zona de derecho de vía, lo cual provoca esta situación. A si mismo carece de señalamiento horizontal (marcas sobre pavimentos, líneas separadoras, líneas



continuas y discontinuas, pasos peatonales, también falta de mantenimiento vertical, señalamiento preventivo y señalamiento respectivo), ya que las obras complementarias anteriormente señaladas ayudan a prevenir al conductor sobre los obstáculos y peligros que pueden ocurrir en las carreteras. La problemática se ve reflejada en las condiciones actuales de los caminos del Estado de Morelos, los cuales cuentan con un grado de deterioro crítico, ya que se presentan a lo largo de la red carretera baches, deformaciones y fallas en la superficie de rodamiento las cuales generan accidentes, desconfianza e inseguridad tanto para peatones como para vehículos automotores”. (Hacienda, 2019).

De acuerdo con la información anterior, la situación en la que se encuentra la red carretera federal del Estado de Morelos es crítica, ya que se puede notar que se tiene un gran deterioro, presenta fallas las cuales son ocasionadas por distintas causas y se deben plantear varias alternativas que permitan brindar solución inmediata para mantener una red carretera con calidad para mejorar el desempeño.

Con base a la información del SCT que se tiene recopilada durante varios años y teniendo como base de la presente investigación podemos darnos cuenta que se han presentado constantemente fallas en la red carretera, que se han hecho rehabilitación y construcción de nuevas carreteras, pero no se han analizado las causas que originan estos problemas. La problemática es muy crítica ya que, con el paso de los años, las carreteras no llegan a la vida útil proyectada y la cantidad de fallas, así como las dimensiones de estas siguen aumentando progresivamente.

A continuación, se muestra la red de Carreteras Federales en el año 2010, señalando algunas de las más importantes que pertenecen, cruzan o colindan con el estado de Morelos y su clasificación de acuerdo con el informe de la



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Red Federal de Carreteras que brinda la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

CARRETERA	ruta
---RED FEDERAL LIBRE---	
ENT. JOROBAS - TULA	MEX-087
LOS REYES - ZACATEPEC	MEX-136
MEXICO - PACHUCA (LIBRE)	MEX-085
MEXICO - PUEBLA (LIBRE)	MEX-150
MEXICO - TOLUCA	MEX-015
NAUCALPAN - TOLUCA	MEX-134
SAN BERNARDINO - TEPEXPAN	MEX-138
SAN GREGORIO - OAXTEPEC	MEX-142
SANTA BARBARA - IZUCAR DE MATAMOROS	MEX-115-160
T. C. (SAN GREGORIO - OAXTEPEC) - JUCHITEPEC	MEX
T. C. (SANTA BARBARA - HUAJUAPAN) - TLAMACAS	MEX
TOLUCA - CD. ALTAMIRANO	MEX-134
TOLUCA - MORELIA	MEX-015
VENTA DE CARPIO - T. C. (PACHUCA - TUXPAM)	MEX-132

Tabla 7. Clasificación de Red Carretera (Red Federal Libre | Ruta). Fuente: SCT.

---RED FEDERAL DE CUOTA---	
ARCO NORTE CD. MEXICO (CUOTA)	MEX-D
ATLACOMULCO - ZAPOTLANEJO (CUOTA)	MEX-015D
CONSTITUYENTES - LA MARQUESA (CUOTA)	MEX-015D
ENT. MORELOS - PIRAMIDES (CUOTA)	MEX-132D
LA VENTA - LECHERÍA (CUOTA)	MEX-057D
MEXICO - PUEBLA (CUOTA)	MEX-150D
MEXICO - QUERETARO (CUOTA)	
MEXICO - TIZAYUCA (CUOTA)	MEX-085D
PEÑON - TEXCOCO (CUOTA)	MEX-136D

Tabla 8. Clasificación de Red Carretera (Red Federal de Cuota | Ruta). Fuente: SCT.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



---RED ESTATAL LIBRE---

ACAMBAY - SAN JOSE IXTAPA	EM
AMOMOLULCO - T. C. (TOLUCA - PALMILLAS)	EM-036
AMOMOLULCO - TEXCALYACAC	EM
CHALCO - MIXQUIC	EM-DF
CHALCO - SAN MATEO TEZOQUIAPAN	EM
CHALCO - TLAHUAC	EM-DF
CUAUTITLAN - ZUMPANGO DE OCAMPO	EM-035
DOS CASAS - IXTAPAN DEL ORO	EM-002
ENT. CRUZ DE LA MISION - SAN NICOLAS COATEPEC	EM-005
ENT. TOLMAN - CD. SAHAGUN	EM-009-HGO
IXTLAHUACA DE RAYON - NAUCALPAN	EM-003
IXTLAHUACA DE RAYON - SAN FELIPE DEL PROGRESO	EM
JILOTEPEC - MARAVILLAS	EM-HGO
JILOTEPEC - SAN AGUSTIN	EM
LA MARQUESA - RIO HONDO	EM-005
LA MARQUESA - TENANGO DE ARISTA	EM-006
LA PUERTA - SAN MIGUEL TOTOLMALOYA	EM-010
LAS JUNTAS - IXTAPAN DE LA SAL	EM-012
LECHERIA - APAXCO	EM-006
LOS REYES - EL TEPHE	EM-HGO
MEXICALCINGO - XALATLACO	EM-044
NICOLAS ROMERO - T. C. (IXTLAHUACA DE R. - NAUCALPAN)	EM-043
OCOYOACAC - SANTIAGO TIANGUISTENCO	EM
OTUMBA - TIZAYUCA	EM-HGO
PUENTE GRANDE - SAN JOSE DEL VIDRIO	EM-021
RAMAL A JUCHITEPEC	EM
SAN ALEJO - LOS SABINOS	EM-007
SAN FELIPE DEL PROGRESO - CARMONA	EM-003
SAN LUIS MEXTEPEC - VALLE DE BRAVO	EM-001
SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES - SAN MIGUEL ATLAMAJAC	EM
SAN PEDRO BARRIENTOS - ECATEPEC	EM
SANTA ELENA - COACALCO	EM
SANTA MARIA AJOLOAPAN - TIANGUISTONGO	EM
SANTIAGO TIANGUISTENCO - CHALMA	EM-004
SANTO DOMINGO - T. C. (MEXICO - QUERETARO (CUOTA))	EM-011-HGO

Tabla 9. Clasificación de Red Carretera (Red Estatal Libre | Ruta). Fuente: SCT.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



T. C. (ATLACOMULCO - MORELIA) - SAN FELIPE DEL PROGRESO	EM
T. C. (ATLACOMULCO - MORELIA) - TEMASCALCINGO	EM-033
T. C. (CHALCO - MIXQUIC) - TEMAMATLA	EM
T. C. (DOS CASAS - IXTAPAN DEL ORO) - DONATO GUERRA	EM-057
T. C. (EL MONUMENTO - TINGAMBATO) - DONATO GUERRA	EM
T. C. (IXTLAHUACA DE RAYON - NAUCALPAN) - MAYORAZGO	EM-004
T. C. (IXTLAHUACA DE RAYON - NAUCALPAN) - TEMOAYA	EM
T. C. (LOS REYES - EL TEPHE) - TIANGUISTONGO	EM
T. C. (LOS REYES - EL TEPHE) - TIZAYUCA	EM-HGO
T. C. (MEXICO - MIXQUIC) - SAN PABLO ATLAZALPAN	EM-106-DF
T. C. (MEXICO - PUEBLA (LIBRE)) - SAN VICENTE	EM
T. C. (SANTA BARBARA - HUAJUAPAN) - TEPETLIXPA	EM
T. C. (TOLUCA - CD. ALTAMIRANO) - VALLE DE BRAVO	EM
T. C. (TOLUCA - MORELIA) - ALMOLOYA DE JUAREZ	EM-046
T. C. (TOLUCA - PALMILLAS) - AGOSTADERO	EM
T. C. (TOLUCA - PALMILLAS) - JIQUIPILCO	EM-053
T. C. (TOLUCA - PALMILLAS) - JOCOTITLAN	EM
T. C. (V. VICTORIA - EL ORO DE HIDALGO) - ANGANGUEO	EM-003-MICH
TECAMAC - ENT. ATLATONGO	EM
TEJUPILCO DE HIDALGO - TLATLAYA	EM-008
TENANCINGO - CHALMA	EM
TENANCINGO - SAN SIMON EL ALTO	EM
TENANCINGO DE DEGOLLADO - SAN ANDRES NICOLAS BRAVO	EM
TENANGO DEL AIRE - AMECAMECA	EM
TELOYUCAN - JALTENCO	EM
TEPEXPAN - SAN JUAN TEOTIHUACAN	EM
TEXCALTITLAN - ZACUALPAN	EM-007
TEXCOCO - SAN MIGUEL TLAIXPAN	EM
TLALNEPANTLA - SAN GABRIEL	EM-005-004
VILLA DEL CARBON - ATLACOMULCO	EM-005
VILLA VICTORIA - EL ORO DE HIDALGO	EM-014-004
XALATLACO - EL AJUSCO	EM-DF

Tabla 10. Clasificación de Red Carretera (Continuación de Red Estatal Libre | Ruta). Fuente: SCT.

---RED ESTATAL DE CUOTA---	
CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CUOTA)	EM-D
LIBRAMIENTO NORORIENTE DE TOLUCA (CUOTA)	EM-D
TOLUCA - IXTAPAN DE LA SAL (CUOTA)	EM-D

Tabla 11. Clasificación de Red Carretera (Red Estatal de Cuota | Ruta).
Fuente: SCT.

CARRETERAS INTEGRADAS POR TRAMOS FEDERALES Y ESTATALES---	
ATLACOMULCO - MORELIA	EM-005-MEX-126
EL MONUMENTO - TINGAMBATO	MEX-EM
TOLUCA - AXIXINTLA	EM-MEX-055
TOLUCA - PALMILLAS	EM(D)-MEX-055
TRES MARIAS - SANTA MARTHA	MEX-106-EM

Tabla 12. Clasificación de Red Carretera (Carreteras integradas por Tramos Federales y Estatales | Ruta). Fuente: SCT.

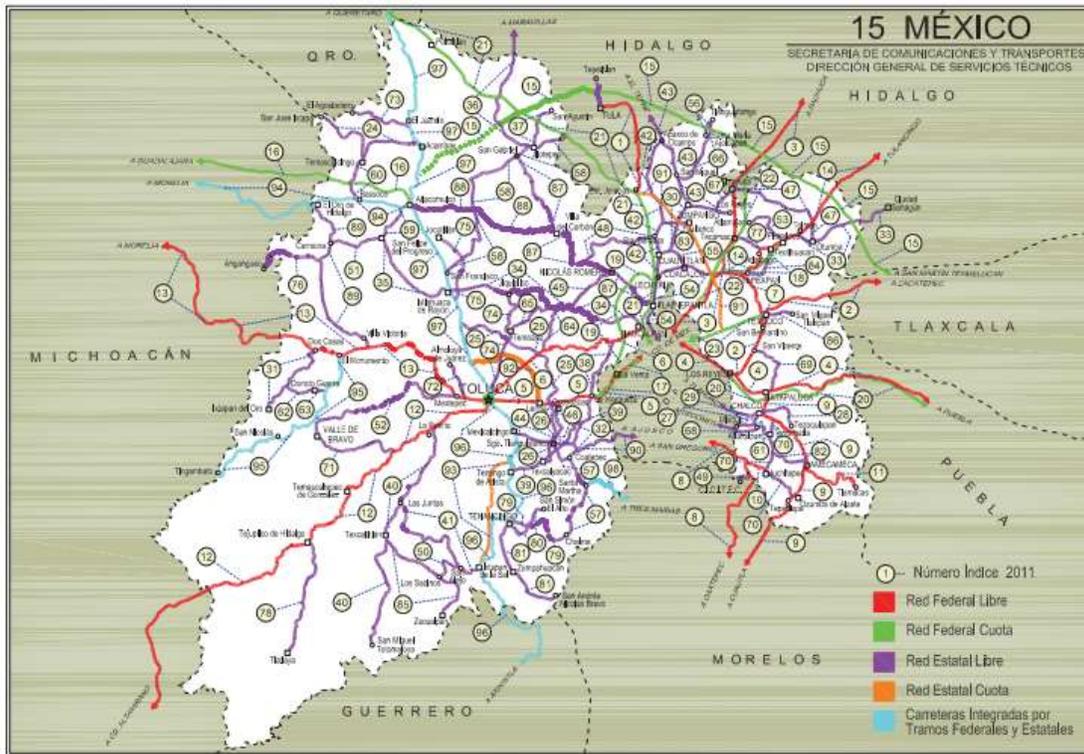


Ilustración 9. Clasificación de Carreteras colindantes con el Estado de México.
Fuente: SCT.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



La información recopilada en el informe anterior nos muestra una parte de las carreteras del Estado de Morelos, principalmente las que colindan con el Estado de México.

A continuación, se muestra el estado físico en el cual se encontraban los tramos carreteros pertenecientes a la red de Carreteras Federales del Estado de Morelos en el año 2010 de acuerdo con el informe de la Red Federal de Carreteras que brinda la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS Estado Físico de la Red Federal de Carreteras

TIPO DE RED: B Básica, S Secundaria, C Corredor

CARRETERA	TRAMO	RUta	TIPO DE RED	KM. INICIAL	KM. FINAL	ESTADO FÍSICO FINALES 2010
MORELOS						
Mexico - Oaxtepec						
Paso por San Felipe Neri						
113 S		0.000	1.000	1.000	5.47	_NO SATISFACTORIO
113 S		1.000	1.200	0.200	6.35	_NO SATISFACTORIO
Mexico - Oaxtepec						
Ramal a Santa Ana Tlacotenco						
113 S		0.000	0.700	0.700	5.68	_NO SATISFACTORIO
Santa Barbara - Huajuapán de León						
Libramiento Cuatla (Cpo. B)						
115 C		0.000	1.000	1.000	3.15	SATISFACTORIO
115 C		1.000	2.000	1.000	2.48	BUENO
115 C		2.000	3.000	1.000	2.18	BUENO
115 C		3.000	4.000	1.000	1.95	BUENO
115 C		4.000	5.000	1.000	2.09	BUENO
115 C		5.000	6.000	1.000	2.26	BUENO
115 C		6.000	7.000	1.000	2.14	BUENO
115 C		7.000	7.400	0.400	2.52	SATISFACTORIO
Mexico - Oaxtepec						
Lim. Edos. DF /Mex.-Oaxtepec (Cpo. A)						
113 S		73.600	74.000	0.400	3.26	SATISFACTORIO
Mexico - Oaxtepec						
Lim. Edos. DF /Mex.-Oaxtepec (Cpo. A)						
113 S		73.600	74.000	0.400	3.26	SATISFACTORIO
Mexico - Acapulco						
Ramal a Lagunas de Zempoala						
95 S		0.000	1.000	1.000	3.60	_NO SATISFACTORIO
95 S		1.000	2.000	1.000	3.51	_NO SATISFACTORIO
95 S		2.000	3.000	1.000	2.75	SATISFACTORIO
95 S		3.000	4.000	1.000	3.84	_NO SATISFACTORIO
95 S		4.000	5.000	1.000	4.50	_NO SATISFACTORIO
95 S		5.000	6.000	1.000	4.48	_NO SATISFACTORIO



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



95 S	6.000	7.000	1.000	3.50	SATISFACTORIO	
95 S	7.000	8.000	1.000	3.70	_NO SATISFACTORIO	
95 S	8.000	9.000	1.000	2.89	SATISFACTORIO	
95 S	9.000	10.000	1.000	4.17	_NO SATISFACTORIO	
95 S	10.000	11.000	1.000	4.74	_NO SATISFACTORIO	
95 S	11.000	12.000	1.000	4.53	_NO SATISFACTORIO	
95 S	12.000	13.000	1.000	4.58	_NO SATISFACTORIO	
95 S	13.000	14.000	1.000	3.99	_NO SATISFACTORIO	
95 S	14.000	14.500	0.500	4.02	_NO SATISFACTORIO	
Picacho - Valle Alegre						
Picacho - Valle Alegre (Cpo. A)						
95 S	0.000	1.000	1.000	6.75	_NO SATISFACTORIO	
95 S	1.000	2.000	1.000	5.43	_NO SATISFACTORIO	
95 S	2.000	3.000	1.000	5.38	_NO SATISFACTORIO	
95 S	3.000	4.000	1.000	5.37	_NO SATISFACTORIO	
95 S	4.000	5.000	1.000	6.14	_NO SATISFACTORIO	
95 S	5.000	5.500	0.500	4.29	_NO SATISFACTORIO	
Picacho - Valle Alegre						
Picacho - Valle Alegre						
95 S	5.500	6.000	0.500	4.05	_NO SATISFACTORIO	
95 S	6.000	7.000	1.000	2.89	SATISFACTORIO	
95 S	7.000	8.000	1.000	3.02	SATISFACTORIO	
95 S	8.000	9.000	1.000	3.79	_NO SATISFACTORIO	
95 S	9.000	10.000	1.000	3.54	_NO SATISFACTORIO	
95 S	10.000	11.000	1.000	3.00	SATISFACTORIO	
95 S	11.000	12.000	1.000	3.24	SATISFACTORIO	
95 S	12.000	13.000	1.000	1.59	BUENO	
95 S	13.000	14.000	1.000	1.95	BUENO	
Picacho - Valle Alegre						
Ramal a Circuito del Ajusco						
95 S	14.000	15.000	1.000	2.35	BUENO	
95 S	15.000	16.000	1.000	2.90	SATISFACTORIO	
95 S	16.000	17.000	1.000	3.23	SATISFACTORIO	
95 S	17.000	18.000	1.000	3.40	SATISFACTORIO	
95 S	18.000	19.000	1.000	2.99	SATISFACTORIO	
95 S	19.000	20.000	1.000	2.67	SATISFACTORIO	
95 S	20.000	21.000	1.000	3.33	SATISFACTORIO	
95 S	21.000	22.000	1.000	2.81	SATISFACTORIO	
95 S	22.000	23.000	1.000	3.08	SATISFACTORIO	
95 S	23.000	24.000	1.000	3.31	SATISFACTORIO	
95 S	24.000	25.000	1.000	3.28	SATISFACTORIO	
95 S	25.000	26.000	1.000	2.84	SATISFACTORIO	
95 S	26.000	27.000	1.000	2.95	SATISFACTORIO	
95 S	27.000	28.000	1.000	2.54	SATISFACTORIO	
95 S	28.000	29.000	1.000	2.44	BUENO	
95 S	29.000	30.000	1.000	2.28	BUENO	
95 S	30.000	31.000	1.000	2.23	BUENO	
95 S	31.000	32.000	1.000	3.26	SATISFACTORIO	
95 S	32.000	33.000	1.000	3.63	_NO SATISFACTORIO	
95 S	33.000	34.000	1.000	2.47	BUENO	
95 S	34.000	35.000	1.000	2.80	SATISFACTORIO	
95 S	35.000	36.000	1.000	2.33	BUENO	
95 S	36.000	37.000	1.000	2.02	BUENO	
95 S	37.000	38.000	1.000	2.55	SATISFACTORIO	
95 S	38.000	39.000	1.000	2.16	BUENO	
95 S	39.000	40.000	1.000	1.79	BUENO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



95 S	40.000	40.900	0.900	2.35 BUENO	
Mexico - Acapulco					
Ramal a Coajomulco					
95 S	0.000	1.000	1.000	5.30_NO SATISFACTORIO	
95 S	1.000	1.700	0.700	5.18_NO SATISFACTORIO	
Picacho - Valle Alegre					
Picacho - Valle Alegre (Cpo. B)					
95 S	0.000	1.000	1.000	5.08_NO SATISFACTORIO	
95 S	1.000	2.000	1.000	4.69_NO SATISFACTORIO	
95 S	2.000	3.000	1.000	3.78_NO SATISFACTORIO	
95 S	3.000	4.000	1.000	5.20_NO SATISFACTORIO	
95 S	4.000	5.000	1.000	4.32_NO SATISFACTORIO	
95 S	5.000	5.400	0.400	3.85_NO SATISFACTORIO	
Picacho - Valle Alegre					
Picacho - Valle Alegre (Cpo. B)					
95 S	0.000	1.000	1.000	5.08_NO SATISFACTORIO	
95 S	1.000	2.000	1.000	4.69_NO SATISFACTORIO	
95 S	2.000	3.000	1.000	3.78_NO SATISFACTORIO	
95 S	3.000	4.000	1.000	5.20_NO SATISFACTORIO	
95 S	4.000	5.000	1.000	4.32_NO SATISFACTORIO	
95 S	5.000	5.400	0.400	3.85_NO SATISFACTORIO	
Mexico - Acapulco					
Tlalpan - Lim. Edos. D.F./Mor.Cpo. B					
95 B	19.400	20.000	0.600	3.97_NO SATISFACTORIO	
95 B	20.000	21.000	1.000	4.26_NO SATISFACTORIO	
95 B	21.000	22.000	1.000	3.55_NO SATISFACTORIO	
95 B	22.000	23.000	1.000	3.75_NO SATISFACTORIO	
95 B	23.000	24.000	1.000	3.37 SATISFACTORIO	
95 B	24.000	24.800	0.800	3.02 SATISFACTORIO	
Mexico - Acapulco					
Acceso al Aeropuerto de Cuernavaca					
95 S	0.000	1.000	1.000	3.66_NO SATISFACTORIO	
95 S	1.000	2.000	1.000	3.48 SATISFACTORIO	
95 S	2.000	3.000	1.000	2.55 SATISFACTORIO	
95 S	3.000	4.000	1.000	2.72 SATISFACTORIO	
95 S	4.000	5.000	1.000	3.19 SATISFACTORIO	
95 S	5.000	5.700	0.700	3.09 SATISFACTORIO	
Mexico - Acapulco					
Tlalpan - Lim. Edos. D.F./Mor.					
95 B	18.700	19.000	0.300	4.65_NO SATISFACTORIO	
95 B	19.000	19.400	0.400	4.11_NO SATISFACTORIO	
Mexico - Acapulco					
Tlalpan - Lim. Edos. D.F./Mor. (Cpo. A)					
95 B	19.400	20.000	0.600	3.60_NO SATISFACTORIO	
95 B	20.000	21.000	1.000	2.86 SATISFACTORIO	
95 B	21.000	22.000	1.000	2.98 SATISFACTORIO	
95 B	22.000	23.000	1.000	4.53_NO SATISFACTORIO	
95 B	23.000	24.000	1.000	3.70_NO SATISFACTORIO	
95 B	24.000	24.700	0.700	3.47 SATISFACTORIO	
Mexico - Acapulco					
Tlalpan - Lim. Edos. D.F./Mor.					
95 B	24.700	25.000	0.300	4.26_NO SATISFACTORIO	
95 B	25.000	26.000	1.000	3.20 SATISFACTORIO	
95 B	26.000	27.000	1.000	3.03 SATISFACTORIO	
95 B	27.000	28.000	1.000	3.21 SATISFACTORIO	
95 B	28.000	29.000	1.000	2.66 SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



95 B	29.000	30.000	1.000	2.65 SATISFACTORIO	
95 B	30.000	31.000	1.000	2.58 SATISFACTORIO	
95 B	31.000	32.000	1.000	2.83 SATISFACTORIO	
95 B	32.000	33.000	1.000	2.50 BUENO	
95 B	33.000	34.000	1.000	2.11 BUENO	
95 B	34.000	35.000	1.000	2.24 BUENO	
95 B	35.000	36.000	1.000	2.01 BUENO	
95 B	36.000	37.000	1.000	1.83 BUENO	
95 B	37.000	38.000	1.000	2.07 BUENO	
95 B	38.000	39.000	1.000	2.03 BUENO	
95 B	39.000	40.000	1.000	2.18 BUENO	
95 B	40.000	41.000	1.000	1.90 BUENO	
95 B	41.000	42.000	1.000	1.89 BUENO	
95 B	42.000	43.000	1.000	2.17 BUENO	
95 B	43.000	44.000	1.000	1.64 BUENO	
95 B	44.000	45.000	1.000	2.20 BUENO	
95 B	45.000	46.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
95 B	46.000	46.400	0.400	2.62 SATISFACTORIO	
95 B	44.000	45.000	1.000	2.20 BUENO	
95 B	45.000	46.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
95 B	46.000	46.400	0.400	2.62 SATISFACTORIO	

Mexico - Acapulco

Lim. Edos. D.F./Mor. - Cuernavaca

95 B	46.600	47.000	0.400	2.36 BUENO	
95 B	47.000	48.000	1.000	2.81 SATISFACTORIO	
95 B	48.000	49.000	1.000	2.01 BUENO	
95 B	49.000	50.000	1.000	1.94 BUENO	
95 B	50.000	51.000	1.000	2.45 BUENO	
95 B	51.000	52.000	1.000	2.16 BUENO	
95 B	52.000	53.000	1.000	2.66 SATISFACTORIO	
95 B	53.000	54.000	1.000	2.19 BUENO	
95 B	54.000	55.000	1.000	2.16 BUENO	
95 B	55.000	56.000	1.000	1.99 BUENO	
95 B	56.000	57.000	1.000	2.31 BUENO	
95 B	57.000	58.000	1.000	3.02 SATISFACTORIO	
95 B	58.000	59.000	1.000	2.08 BUENO	
95 B	59.000	60.000	1.000	1.95 BUENO	
95 B	60.000	61.000	1.000	2.17 BUENO	
95 B	61.000	62.000	1.000	2.16 BUENO	
95 B	62.000	63.000	1.000	2.41 BUENO	
95 B	63.000	64.000	1.000	2.26 BUENO	
95 B	64.000	65.000	1.000	2.29 BUENO	
95 B	65.000	66.000	1.000	2.79 SATISFACTORIO	
95 B	66.000	67.000	1.000	2.82 SATISFACTORIO	
95 B	67.000	68.000	1.000	2.69 SATISFACTORIO	
95 B	68.000	69.000	1.000	3.25 SATISFACTORIO	
95 B	69.000	70.000	1.000	2.97 SATISFACTORIO	
95 B	70.000	71.000	1.000	3.24 SATISFACTORIO	
95 B	71.000	71.100	0.100	5.57_NO SATISFACTORIO	

Mexico - Acapulco

Cuernavaca - lim. Edos. Mor./Gro.

95 B	14.800	15.000	0.200	4.62_NO SATISFACTORIO	
95 B	15.000	16.000	1.000	3.32 SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



95 B	16.000	17.000	1.000	2.28 BUENO	
95 B	17.000	18.000	1.000	2.34 BUENO	
95 B	18.000	19.000	1.000	2.55 SATISFACTORIO	
95 B	19.000	20.000	1.000	2.40 BUENO	
95 B	20.000	21.000	1.000	2.12 BUENO	
95 B	21.000	22.000	1.000	2.30 BUENO	
95 B	22.000	23.000	1.000	2.20 BUENO	
95 B	23.000	24.000	1.000	2.50 BUENO	
95 B	24.000	25.000	1.000	3.18 SATISFACTORIO	
95 B	25.000	26.000	1.000	2.56 SATISFACTORIO	
95 B	26.000	27.000	1.000	2.31 BUENO	
95 B	27.000	28.000	1.000	1.91 BUENO	
95 B	28.000	29.000	1.000	1.90 BUENO	
95 B	29.000	30.000	1.000	1.96 BUENO	
95 B	30.000	31.000	1.000	2.15 BUENO	
95 B	31.000	32.000	1.000	2.26 BUENO	
95 B	32.000	33.000	1.000	2.35 BUENO	
95 B	33.000	34.000	1.000	1.90 BUENO	
95 B	34.000	35.000	1.000	1.80 BUENO	
95 B	35.000	36.000	1.000	2.48 BUENO	
95 B	36.000	37.000	1.000	2.09 BUENO	
95 B	37.000	38.000	1.000	2.48 BUENO	
95 B	38.000	39.000	1.000	2.80 SATISFACTORIO	
95 B	39.000	40.000	1.000	2.73 SATISFACTORIO	
95 B	40.000	41.000	1.000	2.39 BUENO	
95 B	41.000	42.000	1.000	2.29 BUENO	
95 B	42.000	43.000	1.000	2.17 BUENO	
95 B	43.000	44.000	1.000	2.35 BUENO	
95 B	44.000	45.000	1.000	2.37 BUENO	
95 B	45.000	46.000	1.000	2.65 SATISFACTORIO	
95 B	46.000	47.000	1.000	2.96 SATISFACTORIO	
95 B	47.000	48.000	1.000	2.32 BUENO	
95 B	48.000	49.000	1.000	2.02 BUENO	
95 B	49.000	50.000	1.000	1.95 BUENO	
95 B	50.000	51.000	1.000	2.03 BUENO	
95 B	51.000	52.000	1.000	2.20 BUENO	
95 B	52.000	53.000	1.000	2.56 SATISFACTORIO	
95 B	53.000	54.000	1.000	2.64 SATISFACTORIO	
95 B	54.000	55.000	1.000	3.23 SATISFACTORIO	
95 B	55.000	56.000	1.000	2.98 SATISFACTORIO	
95 B	56.000	56.600	0.600	4.45_NO SATISFACTORIO	

Mexico - Oaxtepec

San Gregorio - Lim. Edos. D.F./Mex

113 S	14.000	15.000	1.000	2.63 SATISFACTORIO	
113 S	15.000	16.000	1.000	2.36 BUENO	
113 S	16.000	17.000	1.000	2.47 BUENO	
113 S	17.000	18.000	1.000	2.64 SATISFACTORIO	
113 S	18.000	19.000	1.000	2.78 SATISFACTORIO	
113 S	19.000	20.000	1.000	3.15 SATISFACTORIO	
113 S	20.000	21.000	1.000	2.54 SATISFACTORIO	
113 S	21.000	22.000	1.000	2.08 BUENO	
113 S	22.000	23.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
113 S	23.000	24.000	1.000	2.83 SATISFACTORIO	
113 S	24.000	25.000	1.000	2.89 SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



113 S	25.000	26.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
113 S	26.000	27.000	1.000	2.44 BUENO	
113 S	27.000	28.000	1.000	2.41 BUENO	
113 S	28.000	29.000	1.000	2.12 BUENO	
113 S	29.000	30.000	1.000	2.46 BUENO	
113 S	30.000	31.000	1.000	2.09 BUENO	
113 S	31.000	32.000	1.000	2.13 BUENO	
113 S	32.000	32.600	0.600	2.04 BUENO	
Mexico - Oaxtepec					
Lim. Edos. DF /Mex.-Lim. Mex/Mor.					
113 S	33.000	34.000	1.000	2.17 BUENO	
113 S	34.000	35.000	1.000	2.20 BUENO	
113 S	35.000	36.000	1.000	2.61 SATISFACTORIO	
113 S	36.000	37.000	1.000	3.24 SATISFACTORIO	
113 S	37.000	38.000	1.000	3.14 SATISFACTORIO	
113 S	38.000	39.000	1.000	2.99 SATISFACTORIO	
113 S	39.000	40.000	1.000	3.01 SATISFACTORIO	
113 S	40.000	41.000	1.000	2.61 SATISFACTORIO	
113 S	41.000	42.000	1.000	2.64 SATISFACTORIO	
113 S	42.000	43.000	1.000	3.12 SATISFACTORIO	
113 S	43.000	44.000	1.000	3.38 SATISFACTORIO	
113 S	44.000	44.700	0.700	3.54 _NO SATISFACTORIO	
Mexico - Oaxtepec					
Lim. Edos. DF /Mex.-Oaxtepec					
113 S	44.900	45.000	0.100	5.09 _NO SATISFACTORIO	
113 S	45.000	46.000	1.000	3.16 SATISFACTORIO	
113 S	46.000	47.000	1.000	2.89 SATISFACTORIO	
113 S	47.000	48.000	1.000	2.88 SATISFACTORIO	
113 S	48.000	49.000	1.000	2.09 BUENO	
113 S	49.000	50.000	1.000	2.52 SATISFACTORIO	
113 S	50.000	51.000	1.000	3.10 SATISFACTORIO	
113 S	51.000	52.000	1.000	2.76 SATISFACTORIO	
113 S	52.000	53.000	1.000	2.77 SATISFACTORIO	
113 S	53.000	54.000	1.000	2.77 SATISFACTORIO	
113 S	54.000	55.000	1.000	2.68 SATISFACTORIO	
113 S	55.000	56.000	1.000	3.17 SATISFACTORIO	
113 S	56.000	57.000	1.000	3.38 SATISFACTORIO	
113 S	57.000	58.000	1.000	3.60 _NO SATISFACTORIO	
113 S	58.000	59.000	1.000	3.05 SATISFACTORIO	
113 S	59.000	60.000	1.000	3.86 _NO SATISFACTORIO	
113 S	60.000	61.000	1.000	3.23 SATISFACTORIO	
113 S	61.000	62.000	1.000	2.57 SATISFACTORIO	
113 S	62.000	63.000	1.000	2.27 BUENO	
113 S	63.000	64.000	1.000	2.94 SATISFACTORIO	
113 S	64.000	65.000	1.000	2.73 SATISFACTORIO	
113 S	65.000	66.000	1.000	3.41 SATISFACTORIO	
113 S	66.000	67.000	1.000	3.04 SATISFACTORIO	
113 S	67.000	68.000	1.000	2.37 BUENO	
113 S	68.000	69.000	1.000	2.36 BUENO	
113 S	69.000	70.000	1.000	2.68 SATISFACTORIO	
113 S	70.000	71.000	1.000	3.02 SATISFACTORIO	
113 S	71.000	72.000	1.000	3.57 _NO SATISFACTORIO	
113 S	72.000	73.000	1.000	5.38 _NO SATISFACTORIO	
113 S	73.000	73.100	0.100	3.58 _NO SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Mexico - Oaxtepec						
Lim Edos Mex/Mor.-Oaxtepec (Cpo. B)						
113 S	73.600	73.800	0.200	3.24	SATISFACTORIO	
Mexico - Oaxtepec						
Paso por Tlayacapan						
113 S	0.000	1.000	1.000	3.24	SATISFACTORIO	
113 S	1.000	1.200	0.200	2.87	SATISFACTORIO	
Mexico - Oaxtepec						
Ramal a Juchitepec						
113 S	0.000	1.000	1.000	2.57	SATISFACTORIO	
113 S	1.000	2.000	1.000	2.09	BUENO	
113 S	2.000	3.000	1.000	1.73	BUENO	
113 S	3.000	4.000	1.000	2.04	BUENO	
113 S	4.000	5.000	1.000	1.98	BUENO	
113 S	5.000	6.000	1.000	1.74	BUENO	
113 S	6.000	6.400	0.400	2.47	BUENO	
Mexico - Oaxtepec						
Ramal a Tlalnepantla						
113 S	0.000	1.000	1.000	5.39	_NO SATISFACTORIO	
113 S	1.000	1.300	0.300	7.40	_NO SATISFACTORIO	
113 S	0.000	1.000	1.000	4.13	_NO SATISFACTORIO	
113 S	1.000	2.000	1.000	4.28	_NO SATISFACTORIO	
Santa Barbara - Huajuapán de León						
Lim. Edos. Mex./Mor.-Cuautila (Cpo. B)						
115 B	62.500	63.000	0.500	1.99	BUENO	
115 B	63.000	64.000	1.000	2.51	SATISFACTORIO	
115 B	64.000	65.000	1.000	2.33	BUENO	
115 B	65.000	66.000	1.000	2.33	BUENO	
115 B	66.000	67.000	1.000	2.37	BUENO	
115 B	67.000	68.000	1.000	3.20	SATISFACTORIO	
115 B	68.000	69.000	1.000	3.75	_NO SATISFACTORIO	
Santa Barbara - Huajuapán de León						
Lim. Edos. Mex./Mor. - Cuautila						
115 B	51.700	52.000	0.300	3.89	_NO SATISFACTORIO	
115 B	52.000	53.000	1.000	3.05	SATISFACTORIO	
115 B	53.000	54.000	1.000	2.92	SATISFACTORIO	
115 B	54.000	55.000	1.000	2.97	SATISFACTORIO	
115 B	55.000	56.000	1.000	2.53	SATISFACTORIO	
115 B	56.000	57.000	1.000	2.65	SATISFACTORIO	
115 B	57.000	58.000	1.000	2.64	SATISFACTORIO	
115 B	58.000	59.000	1.000	3.54	_NO SATISFACTORIO	
115 B	59.000	60.000	1.000	2.64	SATISFACTORIO	
115 B	60.000	61.000	1.000	2.81	SATISFACTORIO	
115 B	61.000	62.000	1.000	2.62	SATISFACTORIO	
115 B	62.000	62.500	0.500	2.59	SATISFACTORIO	
Santa Barbara - Huajuapán de León						
Lim. Edos. Mex./Mor. - Cuautila (Cpo. A)						
115 B	62.500	63.000	0.500	2.96	SATISFACTORIO	
115 B	63.000	64.000	1.000	2.48	BUENO	
115 B	64.000	65.000	1.000	2.45	BUENO	
115 B	65.000	66.000	1.000	2.25	BUENO	
115 B	66.000	67.000	1.000	2.66	SATISFACTORIO	
115 B	67.000	68.000	1.000	2.68	SATISFACTORIO	
115 B	68.000	69.000	1.000	3.00	SATISFACTORIO	
Santa Barbara - Huajuapán de León						
Libramiento de Cuautila (Cpo. A)						
115 C	0.000	1.000	1.000	3.17	SATISFACTORIO	
115 C	1.000	2.000	1.000	3.07	SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



115 C	2.000	3.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
115 C	3.000	4.000	1.000	2.00 BUENO	
115 C	4.000	5.000	1.000	2.32 BUENO	
115 C	5.000	6.000	1.000	2.25 BUENO	
115 C	6.000	7.000	1.000	2.19 BUENO	
115 C	7.000	7.400	0.400	2.20 BUENO	
Santa Barbara - Izucar de Matamoros					
Cuautla - Lim. Edos. Mor./Pue.					
160 C	77.100	78.000	0.900	4.04 _NO SATISFACTORIO	
160 C	78.000	79.000	1.000	2.71 SATISFACTORIO	
160 C	79.000	80.000	1.000	2.60 SATISFACTORIO	
160 C	80.000	81.000	1.000	3.45 SATISFACTORIO	
160 C	81.000	82.000	1.000	3.55 _NO SATISFACTORIO	
160 C	82.000	83.000	1.000	2.91 SATISFACTORIO	
160 C	83.000	84.000	1.000	3.31 SATISFACTORIO	
160 C	84.000	85.000	1.000	2.53 SATISFACTORIO	
160 C	85.000	86.000	1.000	2.98 SATISFACTORIO	
160 C	86.000	87.000	1.000	2.70 SATISFACTORIO	
160 C	87.000	88.000	1.000	1.91 BUENO	
160 C	88.000	89.000	1.000	2.92 SATISFACTORIO	
160 C	89.000	90.000	1.000	2.67 SATISFACTORIO	
160 C	90.000	91.000	1.000	3.08 SATISFACTORIO	
160 C	91.000	92.000	1.000	2.47 BUENO	
160 C	92.000	93.000	1.000	3.80 _NO SATISFACTORIO	
160 C	93.000	94.000	1.000	3.03 SATISFACTORIO	
160 C	94.000	95.000	1.000	2.65 SATISFACTORIO	
160 C	95.000	96.000	1.000	3.01 SATISFACTORIO	
160 C	96.000	97.000	1.000	2.99 SATISFACTORIO	
160 C	97.000	98.000	1.000	2.65 SATISFACTORIO	
160 C	98.000	99.000	1.000	2.52 SATISFACTORIO	
160 C	99.000	100.000	1.000	2.52 SATISFACTORIO	
160 C	100.000	101.000	1.000	2.50 BUENO	
160 C	101.000	102.000	1.000	2.57 SATISFACTORIO	
160 C	102.000	103.000	1.000	2.25 BUENO	
Cuernavaca - Cuautla					
Cuernavaca - Cuautlixco (Cpo. B)					
160 B	17.000	18.000	1.000	3.24 SATISFACTORIO	
160 B	18.000	19.000	1.000	2.47 BUENO	
160 B	19.000	20.000	1.000	3.26 SATISFACTORIO	
160 B	20.000	21.000	1.000	2.55 SATISFACTORIO	
160 B	21.000	22.000	1.000	2.45 BUENO	
160 B	22.000	23.000	1.000	2.39 BUENO	
160 B	23.000	24.000	1.000	3.08 SATISFACTORIO	
160 B	24.000	25.000	1.000	3.24 SATISFACTORIO	
160 B	25.000	26.000	1.000	3.46 SATISFACTORIO	
160 B	26.000	27.000	1.000	3.51 _NO SATISFACTORIO	
160 B	27.000	28.000	1.000	2.28 BUENO	
160 B	28.000	29.000	1.000	1.55 BUENO	
160 B	29.000	30.000	1.000	1.92 BUENO	
160 B	30.000	30.300	0.300	1.70 BUENO	
160 B	30.800	31.000	0.200	3.26 SATISFACTORIO	
160 B	31.000	32.000	1.000	2.50 BUENO	
160 B	32.000	33.000	1.000	1.93 BUENO	
160 B	33.000	34.000	1.000	3.24 SATISFACTORIO	
160 B	34.000	35.000	1.000	2.20 BUENO	
160 B	35.000	36.000	1.000	2.31 BUENO	
160 B	36.000	37.000	1.000	3.50 SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



160 B	37.000	38.000	1.000	3.21 SATISFACTORIO	
160 B	38.000	39.000	1.000	2.98 SATISFACTORIO	
160 B	39.000	40.000	1.000	2.27 BUENO	
160 B	40.000	40.900	0.900	2.65 SATISFACTORIO	
Cuernavaca - Cuautla					
Cuernavaca - Cuautlixco					
160 B	30.300	30.800	0.500	2.73 SATISFACTORIO	
Cuernavaca - Cuautla					
Cuernavaca - Cuautlixco (Cpo. A)					
160 B	17.000	18.000	1.000	3.55_NO SATISFACTORIO	
160 B	18.000	19.000	1.000	3.33 SATISFACTORIO	
160 B	19.000	20.000	1.000	3.53_NO SATISFACTORIO	
160 B	20.000	21.000	1.000	2.81 SATISFACTORIO	
160 B	21.000	22.000	1.000	3.27 SATISFACTORIO	
160 B	22.000	23.000	1.000	3.40 SATISFACTORIO	
160 B	23.000	24.000	1.000	3.31 SATISFACTORIO	
160 B	24.000	25.000	1.000	3.04 SATISFACTORIO	
160 B	25.000	26.000	1.000	2.91 SATISFACTORIO	
160 B	26.000	27.000	1.000	3.25 SATISFACTORIO	
160 B	27.000	28.000	1.000	2.87 SATISFACTORIO	
160 B	28.000	29.000	1.000	2.39 BUENO	
160 B	29.000	30.000	1.000	2.94 SATISFACTORIO	
160 B	30.000	30.300	0.300	2.98 SATISFACTORIO	
160 B	30.800	31.000	0.200	3.46 SATISFACTORIO	
160 B	31.000	32.000	1.000	2.99 SATISFACTORIO	
160 B	32.000	33.000	1.000	2.54 SATISFACTORIO	
160 B	33.000	34.000	1.000	2.91 SATISFACTORIO	
160 B	34.000	35.000	1.000	1.96 BUENO	
160 B	35.000	36.000	1.000	2.32 BUENO	
160 B	36.000	37.000	1.000	2.85 SATISFACTORIO	
160 B	37.000	38.000	1.000	2.39 BUENO	
160 B	38.000	39.000	1.000	2.35 BUENO	
160 B	39.000	40.000	1.000	2.05 BUENO	
160 B	40.000	40.800	0.800	2.22 BUENO	
Alpuyeca - Grutas de Cacahuamilpa					
Alpuyeca - Grutas de Cacahuamilpa					
166 S	0.000	1.000	1.000	3.41 SATISFACTORIO	
166 S	1.000	2.000	1.000	2.41 BUENO	
166 S	2.000	3.000	1.000	1.89 BUENO	
166 S	3.000	4.000	1.000	1.54 BUENO	
166 S	4.000	5.000	1.000	1.85 BUENO	
166 S	5.000	6.000	1.000	1.99 BUENO	
166 S	6.000	7.000	1.000	2.25 BUENO	
166 S	7.000	8.000	1.000	1.75 BUENO	
166 S	8.000	9.000	1.000	2.07 BUENO	
166 S	9.000	10.000	1.000	2.18 BUENO	
166 S	10.000	11.000	1.000	2.32 BUENO	
166 S	11.000	12.000	1.000	2.29 BUENO	
166 S	12.000	13.000	1.000	2.08 BUENO	
166 S	13.000	14.000	1.000	2.31 BUENO	
166 S	14.000	15.000	1.000	2.29 BUENO	
166 S	15.000	16.000	1.000	2.32 BUENO	
166 S	16.000	17.000	1.000	3.20 SATISFACTORIO	
166 S	17.000	18.000	1.000	2.78 SATISFACTORIO	
166 S	18.000	19.000	1.000	3.48 SATISFACTORIO	
166 S	19.000	20.000	1.000	4.98_NO SATISFACTORIO	
166 S	20.000	21.000	1.000	3.05 SATISFACTORIO	



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



166 S	22.000	23.000	1.000	2.77 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	23.000	24.000	1.000	2.54 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	24.000	25.000	1.000	3.15 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	25.000	26.000	1.000	2.99 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	26.000	27.000	1.000	3.28 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	27.000	28.000	1.000	3.11 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	28.000	29.000	1.000	3.92_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	29.000	30.000	1.000	3.76_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	30.000	31.000	1.000	3.63_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	31.000	32.000	1.000	2.78 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	32.000	33.000	1.000	3.81_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	33.000	34.000	1.000	3.04 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	34.000	35.000	1.000	3.00 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	35.000	36.000	1.000	3.47 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	36.000	37.000	1.000	2.28 BUENO	Green
166 S	37.000	38.000	1.000	2.39 BUENO	Green
166 S	38.000	39.000	1.000	3.00 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	39.000	40.000	1.000	3.51_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	40.000	41.000	1.000	2.87 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	41.000	42.000	1.000	2.97 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	42.000	42.400	0.400	5.43_NO SATISFACTORIO	Red
Alpuyeca - Grutas de Cacahuamilpa					
Michapa - Puente de Ixtla					
166 S	0.000	1.000	1.000	3.07 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	1.000	2.000	1.000	3.22 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	2.000	3.000	1.000	2.84 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	3.000	4.000	1.000	3.30 SATISFACTORIO	Yellow
Alpuyeca - Grutas de Cacahuamilpa					
Michapa - Puente de Ixtla					
166 S	0.000	1.000	1.000	3.07 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	1.000	2.000	1.000	3.22 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	2.000	3.000	1.000	2.84 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	3.000	4.000	1.000	3.30 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	4.000	5.000	1.000	3.27 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	5.000	6.000	1.000	2.92 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	6.000	7.000	1.000	2.86 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	7.000	8.000	1.000	2.69 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	8.000	9.000	1.000	2.75 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	9.000	10.000	1.000	3.29 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	10.000	11.000	1.000	3.25 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	11.000	12.000	1.000	2.98 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	12.000	13.000	1.000	2.88 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	13.000	14.000	1.000	2.99 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	14.000	15.000	1.000	2.79 SATISFACTORIO	Yellow
166 S	15.000	16.000	1.000	3.70_NO SATISFACTORIO	Red
166 S	16.000	16.400	0.400	4.18_NO SATISFACTORIO	Red

Ilustración 10. Estado Físico de la Red Federal de Carreteras 2010 en el Estado de Morelos. Fuente SCT.

Tomando en cuenta los datos recopilados por la SCT en el año 2010, se puede deducir que la mayoría de los tramos carreteras tienen uno o varios kilómetros en estado no satisfactorio o en malas condiciones.



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



En una nota periodística realizada por Xavier Omaña, el Secretario de Obras del Estado de Morelos Fidel Giménez Valdés aseguró en 2019, que el 80% de las carreteras en Morelos están en mal estado y que, si en ese momento se hubieran calificado las vías, la mayoría reprobaba. (Omaña, 2019).

Además, el secretario resaltó que en Morelos existen 1,250 Km de carreteras, las cuales comunican a los 33 municipios del Estado, de los cuales cerca del 80% están en malas o muy malas condiciones y algunas debido a la gran cantidad de baches que tienen llegan a ser intransitables. (Omaña, 2019).

Tomando en consideración las palabras realizadas por quien está a cargo de la supervisión de esta red, podríamos llegar a la conclusión que existen muchos problemas presentes en la red carretera, además de que el porcentaje mencionado es crítico y necesita una pronta solución para evitar que se tengan accidentes o en el peor de los casos se pierdan vidas.

El tener las carreteras en mal estado involucra problemáticas que afectan a toda la población dejando incomunicados municipios, perjudicando el comercio, transporte de mercancías, provoca tráfico y por ende mayor contaminación, accidentes automovilísticos que pueden provocar hasta la muerte de los conductores, entre otras consecuencias, es por eso que es de gran importancia tener la red en condiciones óptimas.



CAPITULO 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

3.1 SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS VERSIÓN 2.0

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) junto al Instituto Mexicano del Transporte (IMT) unieron esfuerzos para crear el Sistema de Evaluación de Pavimentos Versión 2.0, en el cual, tomando en cuenta comentarios de sus creadores, se contó para su desarrollo con la colaboración permanente y sugerencias de varias direcciones: tanto de personal de la Dirección General de Servicios Técnicos, como de la Dirección General de Conservación de Carreteras, de la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (Orozco, 2004).

El sistema es de gran utilidad e importancia para el futuro de la infraestructura carretera, ya que considera segmentos con una longitud de 1 km, además de algunas mejoras en los módulos de Datos Generales y el Estructural; se adicionan los módulos de Fricción, Índice Internacional de Rugosidad, y Acciones de Conservación y Costos, considerando exclusivamente la conservación periódica y la reconstrucción, sin tomar en cuenta la conservación rutinaria ni la modernización de carreteras. (Gutiérrez, 2004).

A partir de los trabajos anteriores podemos darnos cuenta del trabajo que han realizado en conjunto la SCT y el IMT a través de su centro de investigación, pero la problemática y el deterioro de las carreteras aún continúa, este sistema pretende evaluar los pavimentos del país a través de Índices y tomando acciones para la conservación.

3.2 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS (SIMAP)

Uno de los creadores del Sistema de Evaluación de Pavimentos Versión 2.0 comentó de donde surgió la idea para su creación y se tiene un antecedente del cual se partió para poder desarrollar la versión 2.0 del Sistema de



Evaluación de Pavimentos (SEP), ya que se realizó tomando el trabajo desarrollado por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en diferentes etapas durante los años 90's, mejor conocido como Sistema de Administración de Pavimentos (SIMAP). (Murillo, 2004).

3.3 SOFTWARE HDM-4

El HDM-4 Programa para la Gestión de Infraestructura Vial es una herramienta que puede ser empleada de manera conceptual y de software que permite realizar un análisis técnico y económico de las acciones que puede tomar el gobierno para gestionar el mantenimiento de la infraestructura carretera como son: planes estratégicos, programas de obra y proyectos específicos relacionados con la construcción, mejora y conservación de carreteras, entre otros. (IMT, 2021).

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) este programa de documentación es una herramienta constituye la cuarta generación de una serie de productos originalmente desarrollados por el Banco Mundial. El HDM-4 ha sido ampliamente utilizado, principalmente en países en desarrollo y con economías en transición, para justificar inversiones en el sector carretero. (IMT, 2021).

La Secretaria de Comunicaciones y Transportes utiliza esta herramienta en la elaboración del programa anual de conservación de la red federal libre de peaje. Por otro lado, el HDM-4 ha sido también empleado por parte de empresas privadas para elaborar programas de conservación de proyectos basados en el desempeño.

Algunas de las acciones que están incorporadas al HDM-4 permiten realizar las siguientes tareas:

- Predecir el deterioro del pavimento durante su vida útil.



- Calcular los efectos de acciones de conservación y mejoramiento del pavimento.
- Estimar costos de operación vehicular y otros propios de los usuarios de infraestructura vial.
- Determinar los efectos de la congestión en la velocidad de operación de vehículos en los costos de operación vehicular.
- Evaluar proyectos, políticas y programas de conservación en términos técnicos y económicos, obteniendo los montos y beneficios de cada alternativa considerada, y calcular indicadores de rentabilidad como el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Aunque se cuenta con información del estado en que se encuentran algunas carreteras, no se tiene una información precisa sobre las razones y los factores que intervienen para causar el deterioro, no se han realizado análisis de manera detallada para conocer las causas o errores cometidos, para que de esta manera no se vuelvan a cometer, además derivado de la gran cantidad de carreteras que abarca el software y ya que este software es utilizado internacionalmente, la base de datos es bastante amplia..

3.4 MÉTODOS PRINCIPALES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA

Con base una investigación realizada por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en el país existen actualmente metodologías o prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota, a continuación, se describen los cinco tipos de índices o variables más utilizados para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota:

Estado Físico, Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Profundidad de la Rodera (PR), Nivel de Servicio y (V) y Resistencia a la Fricción. (Díaz, 2011).



3.3.1 NORMATIVIDAD PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE RODERAS

También el IMT ha creado normatividad para poder determinar y evaluar los pavimentos, a continuación, se presenta la norma: Normativa para determinar la profundidad de roderas, la cual puede ser aplicada por los laboratorios de control de calidad en infraestructura carretera, que pueden determinar su calidad durante y una vez terminada la carretera.

El contenido que esta norma abarca son las definiciones, procesos constructivos y criterios que son necesarios para realizar la evaluación de la Profundidad de Roderas (PR) en carreteras que se encuentran en operación y que han sido construidas con pavimentos asfálticos, así como para la calificación de éstas en función de los valores de Profundidad de Roderas (PR) obtenidos.

Podemos definir a las roderas, como aquellas huellas que se presentan comúnmente sobre la superficie de una carretera pavimentada y que son producto de la densificación o movimiento lateral de los materiales que la constituyen por efectos del tránsito. (IMT, 2017).

También podemos definir estructuralmente a las roderas como fallas o deformaciones verticales que se presenta de manera permanente en el pavimento flexible y se refleja en el perfil transversal, además se puede apreciar como un surco longitudinal a través del camino bajo las huellas de rodamiento. (IMT, 2017).

De acuerdo con la prueba, las roderas pueden ser ocasionadas por tres mecanismos principales, los cuales son los siguientes: deformación vertical permanente o plástica en una dimensión en las capas de concreto asfáltico,



flujo lateral en las mezclas de concreto asfáltico y deformación mecánica de las capas inferiores a la superficial. (IMT, 2017). Cada uno de estos mecanismos puede desarrollar este deterioro en un pavimento.

3.3.2 ÍNDICE DE SERVICIO

El índice de servicio es una medida obtenida de manera subjetiva, proveniente de la calificación asignada a la capa de rodamiento, la cual se obtiene mediante un estudio en donde un vehículo estándar transporta cuatro personas en una velocidad considerada a 80 km/hr por día, posteriormente cada una de estas personas de acuerdo a la experiencia presenciada durante el recorrido le asigna una calificación (donde se evalúa la calidad del servicio), pero existe una condición, ya que para poder validar esta calificación de acuerdo al criterio entre una y otra persona; esa no debe diferir de 0.3 unidades y la escala manejada es del 0 al 5, teniendo los siguientes parámetros:

De acuerdo con AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures publicada en 1993, las calificaciones que se le pueden asignar al índice de servicio son las siguientes:

- 0 – 1 Muy malo
- 1 – 2 Malo
- 2 – 3 Regular
- 3 – 4 Bueno
- 4 – 5 Muy bueno

Los factores que más influyen en el pavimento y que son de gran importancia para determinar el valor del índice del servicio actual son: las ondulaciones longitudinales, deformaciones transversales, textura de la superficie, porcentaje de baches y áreas con reparaciones. (USON, 2020).



De acuerdo a la descripción que realiza el IMT, se utiliza el Índice de Servicio Actual (ISA) para evaluar el estado físico de las carreteras en México.

El índice o nivel de servicio actual consiste en la asignación de una calificación donde se toma en cuenta el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación y lo realiza un grupo o panel de evaluadores.

Se debe de considerar que para poder realizar exitosamente el procedimiento cada uno de los evaluadores debe asignarle una calificación al camino de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5 de cada uno de los elementos de la carretera o autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal. Los parámetros de calificación total para la autopista se encuentran en un rango de 0 a 500, teniendo como valor mínimo aceptable 400 puntos para un de tramo de 10 km-sentido. (Díaz, 2011)

3.3.3 ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Los antecedentes del IRI de acuerdo a la investigación del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) son los siguientes: El IRI es mejor conocido por sus siglas como el Índice de Rugosidad Internacional y fue propuesto por el Banco Mundial en el año de 1986, estableciéndolo como un estándar estático de la rugosidad y teniendo la función como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. (Rodríguez, 1998).

El parámetro medida de rugosidad IRI es utilizado primordialmente en el país para conocer el estado de conservación que presenta la red carretera, teniendo en cuenta que el valor mínimo aceptable es de 2.81 m/km por kilómetro-carril. (Soto, 2013)

Mediante el control de calidad de infraestructura carretera, la calidad del pavimento se analiza determinando la regularidad superficial, el cual está relacionado con las irregularidades verticales que se van acumulando a lo largo de un kilómetro, con respecto a un plano horizontal en un pavimento. (Rodríguez, 1998).

Estas irregularidades pueden ser provocadas principalmente por dos causas: En primer lugar, a la ejecución del procedimiento constructivo, y en segundo lugar al daño producido a la carretera misma por el tránsito vehicular.

El IRI está basado en un modelo matemático, el cual es denominado cuarto de carro normalizado (Golden Quarter Car) circulando a 80 km/h. Tomando en cuenta el procedimiento descrito por el Ing. José Santos del IPN, este índice se obtiene a partir de la acumulación del desplazamiento relativo entre las masas de la carrocería y la suspensión del modelo, cuando el vehículo circula por el perfil del camino en estudio. (Soto, 2013).

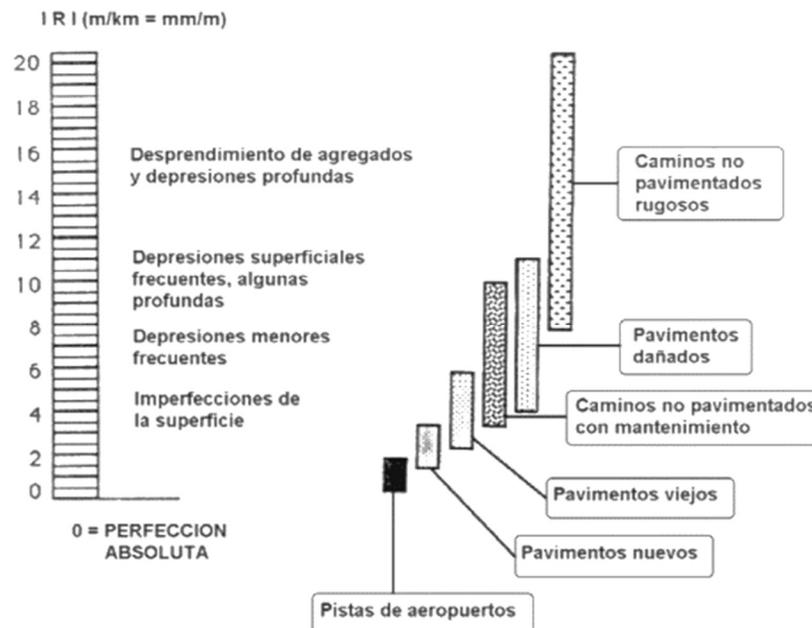


Ilustración 11. Índice de rugosidad internacional (IRI). Fuente: Apuntes de Diseño de Pavimentos Ing. Jose Santos Arriaga.

CAPITULO 4. FALLAS PRESENTADAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

En pavimentos las fallas presentadas, se pueden manejar dos tipos: fallas funcionales y fallas estructurales.

Para poder conocer las definiciones de los tipos de fallas y saber diferenciarlas debemos tener en cuenta lo siguiente: los dos tipos de fallas no están necesariamente relacionados, pero en algunos casos puede resultar que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá en un plazo más o menos corto la falla funcional y en algunas ocasiones que una falla funcional que no se atiende a su debido tiempo, tendiendo como consecuencia que puede también conducir a una falla estructural. (USON, 2020).

FALLAS PRESENTADAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN: Para conocer las definiciones de los tipos de fallas, debemos tener en cuenta lo siguiente: los dos tipos de fallas no están necesariamente relacionados, pero en algunos casos puede resultar que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá en un plazo más o menos corto la falla funcional y en algunas ocasiones que una falla funcional que no se atiende a su debido tiempo, tendiendo como consecuencia que puede también conducir a una falla estructural.

FALLAS TIPO FUNCIONAL	FALLAS TIPO ESTRUCTURAL
<p>FALLA FUNCIONAL: Es aquella falla presentada en los caminos cuando las deformaciones superficiales tienden a ser mayores a las tolerables, en función con el tipo camino que se esté tratando. Consiste en las deficiencias que se presentan en la superficie del pavimento a las que se asocian directamente el índice de servicio, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino.</p>	<p>FALLA ESTRUCTURAL: Estas fallas contemplan que se tiene que realizar una destrucción de alguna o algunas capas del pavimento y esto ocurre debido a lo siguiente: el tránsito que ha soportado esta capa o que se consideró en su diseño es mayor al que se calculó para su vida útil. Son ocasionadas debido a que se tienen espesores reducidos, en otros casos influye la mala calidad de los materiales que frecuentemente combinados con un mal drenaje y una baja compactación.</p>
<p>EJEMPLOS DE FALLAS FUNCIONALES</p> <ul style="list-style-type: none">Ondulaciones transversales ligeras y continuas.Afloramiento de asfaltos.Desmoronamiento de la carpeta.	<p>EJEMPLOS DE FALLAS ESTRUCTURALES</p> <ul style="list-style-type: none">Grietas en la carpeta en forma de piel de cocodrilo.Calavereo.Asentamientos de gran amplitud.

Ilustración 12. Clasificación de Fallas de Pavimentos Flexibles. Fuente: Propia.



4.1 CLASIFICACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTOS

Las fallas en pavimentos pueden clasificarse en dos tipos: falla estructural y falla funcional.

Las fallas son deficiencias que se generan en los pavimentos y estas se clasifican en función al índice de servicio o por su reducción de capacidad de carga.

4.1.1 FALLAS DEL TIPO FUNCIONALES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Falla funcional: Este tipo de falla es presentada por los caminos cuando las deformaciones superficiales tienden a ser mayores a las tolerables, en función con el tipo camino que se esté tratando; debido a que los criterios son variables y por ejemplo se puede tener una superficie de rodamiento con deformaciones aceptables para caminos secundarios, pero que su vez pueden considerarse inconvenientes para autopistas. (Soto, 2013).

La falla funcional consiste en las deficiencias que se presentan en la superficie del pavimento a las que se asocian directamente el índice de servicio, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino que tiene la función de proporcionar al usuario una transitabilidad cómoda y seguridad, evitando los accidentes. (USON, 2020).

Derivado de la falla funcional, se obtiene el índice de servicio, el cual COMO anteriormente hemos mencionado podemos describir como una calificación que se le asigna a la superficie de rodamiento, la cual está dada en función del estado físico de la superficie de rodamiento, donde es calificada por un grupo de técnicos basados en la cantidad de baches, deformaciones y grietas



del pavimento y en algunas ocasiones se auxilian del usuario ya que por medio de encuestas podemos conocer su opinión y tener un panorama más amplio.

Considerando que el índice de servicio se refiere específicamente a las condiciones de la superficie de rodamiento; la estructura funcional como tal, tiene la función de proporcionar un tránsito cómodo a los usuarios y una superficie de rodamiento adecuada a las necesidades de éste. Además se debe tener en cuenta en su determinación o apreciación que no se deben incluir factores como diseño geométrico, estado de acotamientos, señalamiento, etc.

De acuerdo con el Ing. José Santos (2010), catedrático del Instituto Politécnico Nacional, las fallas funcionales pueden ser de muy variados tipos como las siguientes: afloramiento de asfaltos, ondulaciones transversales ligeras y continuas, desmoronamiento de la carpeta, etc. (Soto, 2013).

4.1.2 FALLAS DEL TIPO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Falla estructural: Este tipo de falla contempla que se tiene que realizar una destrucción de alguna o algunas capas del pavimento y esto ocurre debido a lo siguiente: el tránsito que ha soportado esta capa o que se consideró en su diseño es mayor al que se calculó para su vida útil, en algunas ocasiones puede presentarse prematuramente, debiéndose principalmente a que se tienen espesores reducidos, en otros casos influye la mala calidad de los materiales que frecuentemente combinados con un mal drenaje y una baja compactación, lo podemos encontrar de la siguiente manera: grietas en la carpeta en forma de piel de cocodrilo, desprendimiento del pétreo, asentamientos de gran amplitud, calavereo, etc. (Soto, 2013).



También podemos definir a la falla estructural como una deficiencia que se genera en el pavimento y esta provoca de manera inmediata o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de las capas y en la superficie de rodamiento, por lo tanto, se pierden las características de servicio para las que fue diseñado y se manifiesta al tener obstrucción generalizada del pavimento. (USON, 2020).

Debemos considerar en las fallas estructurales que como consecuencia de la incapacidad que tiene el pavimento para soportar cargas de proyecto, se generan complicaciones y fallas en este, los cuales pueden ser ocasionados por diversos factores. De acuerdo a la Universidad de Sonora (USON) las fallas estructurales se pueden clasificar de la siguiente manera tomando en cuenta el elemento estructural donde se originan:

- Fallas presentadas en la carpeta asfáltica.
- Fallas presentadas en la carpeta-base, originadas en la interfase, como consecuencia de una interacción inadecuada, falta de compatibilidad o interacción entre capas, es decir, un mal acoplamiento entre el material de base y la carpeta.
- Fallas presentadas en la base, sub-base o terracerías, como consecuencia de la inestabilidad de una o varias de estas capas.
- Fallas presentadas por la duplicación de cargas.
- Fallas presentadas por los factores climatológicos
- Fallas presentadas por hormigueros u oquedades en el suelo.
- Fallas presentadas por madrigueras de algunos animales, etc. (USON, 2020).



CAPITULO 5. ANÁLISIS DE CAUSAS DE FALLAS PRESENTADAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Las carreteras son uno de los medios de transporte y comunicación más importantes ya que contribuyen con el avance y mejora del país porque permiten conectar ciudades, que exista el flujo de economía entre los estados, brindar servicios a comunidades y además contribuye en la calidad de vida de los usuarios. De esta manera podemos afirmar que el contar con un camino o carretera en buenas condiciones representa una cultura en evolución.

5.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

En los pavimentos existen una gran variedad de problemas en las capas que lo conforman, los cuales pueden ocurrir debido a varias fallas de la estructura. En el caso de los pavimentos flexibles, la principal consecuencia que se origina es que no se cumple con las características, la calidad y las funciones para las cuales fue diseñado inicialmente y por lo tanto su tiempo de vida útil disminuye volviéndose intransitables.

5.1.1 DISEÑO Y PLANEACIÓN INCORRECTA

Para realizar la construcción de las carreteras se debe tener en cuenta que todos los integrantes del equipo de trabajo deben conocer el procedimiento constructivo a ejecutarse, pero antes de realizarlo se debe planear, realizar un diseño de espesores adecuado considerando la configuración de capas del pavimento. Existen diferentes tipos de configuración de pavimentos flexibles en su estructura, siendo los mayormente empleada la convencional, pero además de este existen los pavimentos perpetuos, también conocidos como de larga duración, pavimentos con mezclas S.M.A. que son mezclas bituminosas en caliente de tipo SMA (Stone Mastic Asphalt), entre otras. Para



cada pavimento anteriormente mencionado, se le asigna una configuración de capas y un orden de estas, teniendo cada una de estas capas una función y un espesor de diseño diferente.

Actualmente existen investigaciones en diseños de pavimentos y materiales que mejoran las características de las capas de los pavimentos, que los hacen más resistentes y duraderos, pero la mayoría de las Secretarías de Obras Públicas prefieren diseños convencionales por falta de experiencia, aumento de costos, actualización o desconocimiento de los avances tecnológicos.

Es tarea importante del equipo de trabajo conocer el procedimiento constructivo, actualizarse y tener siempre en cuenta que se debe seleccionar el diseño que más se adecue o con el que se cuente con todos los recursos necesarios para su construcción y manejar espesores de diseño en las capas que sean suficientes para soportar las cargas de diseño.

En varios proyectos de construcción de carreteras nuevas se le asigna a una empresa realizar la propuesta de diseño mediante concurso, pero para realizar esta propuesta no se cuenta con el suficiente tiempo para considerar todos los factores que intervienen, los recursos con los que se cuentan y la calidad de los recursos materiales cerca del proyecto, es por eso que se llegan a cometer errores en la etapa de diseño y planeación, teniendo que realizar modificaciones al enfrentarse a obstáculos o factores que no fueron tomados en cuenta inicialmente.

5.1.2 DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS.

La construcción de pavimentos flexibles involucra una serie de actividades exhaustivas y con gran precisión para poder ser ejecutadas, una de estas es el estudio de tránsito para el diseño de pavimentos. En varias ocasiones al construir carreteras nuevas o convertir las terracerías existentes en carreteras



modernas no se cuenta con antecedentes o información del tránsito para realizar proyecciones.

El proceso para determinar el tránsito se realiza mediante aforos vehiculares que consiste en realizar durante diferentes horarios (donde preferiblemente se toma en cuenta la hora pico) un conteo y clasificación de los vehículos durante un periodo de tiempo. Este método o estudio es utilizado para conocer el comportamiento de las carreteras y para realizar proyecciones de tránsito.

Algunos de los problemas que surgen al realizar proyecciones de tránsito en la etapa del diseño del pavimento, es que, al no contar con antecedentes, se toman en cuenta los datos e información obtenidas de carreteras colindantes o similares, pero realmente no se puede predecir el tránsito de manera tan exacta o tan apegada a la realidad.

Derivado de lo anterior, podemos predecir que, para poder tener un valor exacto en las proyecciones, se deben aumentar el número de aforos, hacer aforos de manera consecutiva y más frecuente; y de alguna manera sea lo suficientemente representativa, aplicando distintos métodos de proyección para poder comparar las cifras proyectadas, considerar el tránsito de las carreteras aledañas, rutas provisionales que pueden ser utilizadas durante la construcción o rehabilitación de la nueva carretera para mantener comunicación y prevenir el comportamiento de las carreteras provisionales para no afectar el tráfico.

5.1.2.1 OMISIÓN DE TIPOS DE VEHÍCULO EN TRANSITO EXISTENTE

Existen algunas ocasiones en las que durante la proyección de carreteras no consideraron el tránsito de algún tipo de vehículo porque es poco común su tránsito a través de la carretera y al no presentarse este durante el aforo vehicular pueda no considerarse, esto puede provocar problemas, ya que al

no tener prevista la carga de este vehículo y a su vez esta supere a la considerada en el diseño puede provocar fallas en el pavimento.

Para darle solución a algunas de estas problemáticas se debe prever el comportamiento, prohibir el tránsito de ciertos vehículos para los cuales no fue diseñada la carretera, crear rutas alternas donde puedan circular este tipo de transportes por sus dimensiones, tomar en cuenta si la población y negocios locales han notado vehículos de mayores dimensiones a los considerados en el estudio, realizar aforos considerando todos los horarios posibles, conocer la lo que transportan los vehículos de carga y si estos llegan a rebasar las dimensiones o capacidad permitida.

Este problema se presenta comúnmente en las carreteras del Estado de Morelos donde existen restricciones para vehículos de grandes dimensiones, pero en su mayoría no son respetadas y afectan directamente los pavimentos.



Ilustración 13. Camión de Carga afecta obra por no respetar restricciones. Fuente: Infobae.



5.1.2.2 PROYECCIÓN DE TRÁNSITO DE MANERA INSUFICIENTE

Uno de los problemas más comunes en el Estado de Morelos es que con la modernización de carreteras se tenga un mejor nivel de servicio en algunas carreteras y esto provoque que los usuarios ya no transiten por caminos aledaños o rutas alternas, provocando el congestionamiento de la nueva carretera, viéndose de esta manera afectado por tener un tránsito mayor que el proyectado o considerado.

El congestionamiento de carreteras provocadas por el tráfico es un problema grave ya que en el diseño del pavimento se considera que exista un libre flujo y por lo tanto las cargas no sean tan críticas.

No se puede prevenir el comportamiento del tránsito una carretera, la solución a este problema es considerar brindarle mantenimiento a toda la red carretera para que la mayoría se encuentre en buen estado, tener varias rutas para distribuir el tránsito y para que la congestión automovilística disminuya no concentrando el tráfico en una sola ruta y mantener las carreteras en óptimas condiciones para evitar la saturación de alguna de ellas.

También existe un comportamiento no previsto que se provoca durante la construcción o reparación de carreteras del Estado y durante los trabajos de mantenimiento, donde generalmente este tipo de obras duran varios meses y durante este tiempo se produce congestionamiento en las rutas alternas derivado a que los usuarios buscan alternativas de caminos para llegar a su destino, teniendo estas que cubrir la demanda de vehículos de la propia carretera y la demanda de la carretera en reparación, viéndose afectadas al tener que soportar congestionamiento y cargas que probablemente el pavimento no pueda soportar debido a que no fueron consideradas durante el diseño, provocando de esta manera que el tiempo de vida útil del proyecto no se cumpla o se deteriore más rápidamente.

5.1.2.3 TRÁNSITO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y MAQUINARIA PESADA SOBRE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLASE	NOMENCLATURA
AUTOBUS	B
CAMION UNITARIO	C
CAMION REMOLQUE	C-R
TRACTOCAMION ARTICULADO	T-S
TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO	T-S-R y T-S-S

Tabla 13. Clasificación de vehículos. Fuente: SCT.

Durante la etapa de diseño de pavimentos en muchas ocasiones no se ha tomado en cuenta para los estudios de tránsito que en la red carretera del Estado de Morelos se transporta maquinaria pesada o equipo agrícola, este tipo de maquinaria en la mayoría de los casos no son considerados por su poca frecuencia.

La maquinaria agrícola por sus grandes dimensiones y cargas pueden provocar fallas en pavimentos, ya sea a corto o largo plazo.

En la Tabla de Clasificación de Vehículos realizada por SCT podemos notar como ha clasificado los vehículos y como a cada tipo se les ha asignado su nomenclatura en función de sus características, pero en el caso de la maquinaria agrícola o pesada no se les ha asignado alguna nomenclatura para ser considerados en algún aforo vehicular.



Ilustración 14. Tránsito de maquinaria sobre carretera. Fuente: Jorge Mancha.



Morelos es un Estado donde comúnmente podemos apreciar hermosas vistas panorámicas, paisajes de naturaleza, pero principalmente se tienen campos de cultivo en zonas rurales y carreteras que conectan municipios productores agrícolas.

La mayoría de los municipios del Estado se dedican a la producción agrícola y para este caso es común el uso de tractores agrícolas, motocultores, taladoras, maquinaria pesada, maquinaria con motores de gran potencia que en la mayoría de los casos son impulsados con orugas o en otros casos con llantas y cargas considerables.

Es muy común que este tipo de vehículos transiten por el pavimento de la carretera sin tomar en cuenta que se deben contratar remolques plataforma para el transporte y evitar de esta manera dañar o provocar fallas en el pavimento, pero realmente no se utilizan debido a que aumenta los costos y muchas de las veces los propietarios de dichas maquinarias hacen caso omiso. También en algunos casos se han creado restricciones de tránsito, pero los choferes aprovechan horarios en la madrugada o la noche donde no exista algún elemento de seguridad u organismo que impida su tránsito. Provocando de esta manera que se originen baches, asentamientos entre otro tipo de fallas. Al transitar estos vehículos en los horarios de madrugada es cuando se tiene un clima más frío y este provoca que el pavimento trabaje en una condición para la cual no es tan común que se realice el tránsito.

5.1.3 INTERVENCIÓN DEL CLIMA Y LA NATURALEZA EN EL DESGASTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

El pavimento constantemente sufre cambios que son originados por los cambios de temperatura (dilatación, cambios que sufre el pavimento como puede ser la contracción y expansión del pavimento), la naturaleza (el clima, contemplando que durante la mañana se tiene un calor considerable y en las

noches un frío que hace que tenga el pavimento que soportar condiciones extremas, factores ambientales (época de lluvias, se debe tener para esto considerar la construcción de obras de drenaje para que se pueda dirigir el curso del agua y esta no afecte críticamente la estructura del pavimento), el intemperismo y la erosión (factores a los cuales se enfrenta cualquier obra de infraestructura y que no hay forma de evitarla), cargas accidentales (viento y sismos los cuales provocan de manera crítica que el pavimento sufra daños), movimiento de placas (son asentamientos que sufren los pavimentos debido al acomodo de las placas tectónicas y estas se encuentran todo el tiempo en constante movimiento).

El Estado de Morelos se encuentra en un corredor volcánico, donde se tiene cerca el volcán Popocatepetl e Iztaccíhuatl que constantemente se encuentra activo provocando movimientos telúricos, para esta condición se debe tener en cuenta que las rutas de evacuación deben tener óptimas condiciones y actualmente la mayoría de estas rutas no se encuentran en buenas condiciones de transitabilidad, por lo que resulta urgente tomar acciones en su reparación y remodelación.



Ilustración 15. Ruta de Evacuación de Morelos en mal estado. Fuente: Propia.



Como podemos ver son varios los factores a los que se enfrentan los pavimentos, pero a su vez no se pueden controlar o muchas de las veces es difícil predecirlos, pero aun así se debe realizar un análisis previo donde se tomen en cuenta cada uno de estos factores anteriormente mencionados en las carreteras durante las etapas de planeación, diseño y construcción.

5.1.4 FALTA DE JUNTAS DE DILATACIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Como sabemos existen varias causas que explican la aparición de fallas en las carreteras construidas con asfalto: por mencionar solo algunas, tenemos: la construcción deficiente, tráfico (congestionamiento) y los factores medioambientales, que son capaces de generar grandes pérdidas económicas. (DENSO, 2022)

Existen elementos que permiten mejorar la estructura del pavimento como son las juntas que son utilizadas para absorber las acciones de expansión provocadas por los cambios de temperatura, evitando empujes que son indeseables y pueden producir rotura en el pavimento. (Silva, 2022)

De acuerdo con el Ingeniero civil de la Pontificia Universidad Javeriana Omar Javier Silva para que se prolongue la durabilidad y vida útil proyectada de los pavimentos de asfalto como los de concreto, es indispensable contemplar adecuadamente tanto en la etapa de diseño como la etapa de construcción las diferentes juntas que los componen. Considerando la correcta colocación de las mismas disminuirá el riesgo de aparición de diferentes patologías en la estructura de pavimento. (Silva, 2022).

Si en México se adoptará la técnica de colocar juntas y conexiones en asfalto se ahorrarían muchos de los problemas que son ocasionados por la dilatación, la colocación de estas en las carreteras de asfalto y hormigón permiten



mantener las condiciones de resistencia de forma duradera y segura las distintas cargas a las que están sometidas.

El colocar juntas entre tramos de pavimento flexible facilitaría el proceso de reparación de pavimento dañado, al solo tener que reponer y rehabilitar el tramo dañado y el tener la junta de dilatación nos brinda una tolerancia permitida para que pueda maniobrase y colocar el pavimento de manera delimitada. Además, se le brindaría una solución a las expansiones provocadas por los cambios de temperatura y clima que hacen que el pavimento se expanda y contraiga constantemente a lo largo del día.

En la mayoría de los casos para los Ingenieros Civiles les resulta difícil la idea de considerar juntas, ya que una de las características de los pavimentos flexibles y el asfalto es que tienen una flexibilidad y el colocar este tipo de elementos resultaría algo poco beneficioso, pero desde el punto de vista de recortes de pavimento, mantenimiento y reparación de pavimentos dañados, el tener un elemento dividido por una junta ayudaría a que el daño no se propague o la falla se extienda, facilitaría la reparación del pavimento y ayudaría a contrarrestar los efectos de la expansión y dilatación a lo largo del tramo reparando únicamente el tramo afectado. En algunos casos se hace el recorte de caja para las reparaciones, pero realizar un corte de un tramo de la calzada proporcionaría que la carretera no se vea uniforme estéticamente y no se tiene una base de que tanto debe recortarse, dependiendo del criterio del constructor. Al tener delimitado el pavimento con juntas, se puede reemplazar el tramo dañado garantizando la homogeneidad de la mezcla, de esta manera se mantendrían las mismas condiciones en todo el elemento y daría una resistencia monolítica.

Es muy poca la cantidad de carreteras de asfalto que cuentan con juntas de dilatación para uniones o conexiones con otros tramos de pavimento de

asfalto, podríamos decir que en el país se desconoce la aplicación de este procedimiento constructivo y hasta ahora habían existido pocas investigaciones o desarrollo de productos de este tipo.

Tomando en cuenta la información proporcionada por el proveedor DENSO, su producto desarrollado conocido como perfiles bituminosos para juntas TOK®-Band permiten brindar una solución ideal para la elaboración de juntas y uniones, ya que estas cuentan con excelentes propiedades de elasticidad y adhesión ya que se pueden aplicar en frío (de forma autoadhesiva) o con llama.



Ilustración 16. Colocación de juntas de dilatación en Pavimentos Flexibles. Fuente: DENSO.

5.1.5 FALTA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE EN EL PAVIMENTO

El objetivo de tener obras de drenaje en las carreteras de pavimento flexible es desviar la mayor cantidad de agua que llega al pavimento, para de esta manera poder evitar el deterioro del pavimento y los accidentes de los usuarios por presencia de agua. (VISE, 2021)

El bombeo que se le brinda a las carreteras no es suficiente en la mayoría de los casos y por lo tanto es necesario la colocación de obras de drenaje.

Existen diversos métodos y tipos de obras para lograr desalojar el agua de la estructura del pavimento, pero en algunos casos, estos se omiten, ya que se cuenta con poco presupuesto y su construcción encarece el proyecto.

De acuerdo con las Instituciones IMT, SCT, IPN, la presencia de agua u otros fluidos en los suelos y en la estructura del pavimento, afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujos, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Es por eso que esta es una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial. (VISE, 2021)

El no contar con obras de drenaje amerita la disminución de la vida útil proyectada en la carretera, ya que el agua es un factor que ataca de manera crítica la estructura.



Ilustración 17. Alternativa usada en carreteras de Morelos que no cuentan con obras de drenaje. Fuente: Propia.

5.1.6 SELECCIÓN DE ASFALTO CON CARACTERÍSTICAS DIFERENTES A LAS DE LA ZONA.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en colaboración con el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) emite normas para garantizar la selección del material asfáltico, evaluar la calidad de los materiales asfálticos, realizar muestreos y pruebas de laboratorio para garantizar su control de calidad.

Existe un procedimiento que describe la SCT en su norma N·CMT·4·05·004/18, el cual debe ser empleado para la selección del cemento asfáltico según su grado de desempeño (PG), en el cual se deben de considerar las temperaturas máxima y mínima de la zona donde se ubicará la obra, realizando un ajuste debido a la intensidad del tránsito y a la velocidad de operación de la carretera.

El cambio climático genera cierta discrepancia al obtener valores actualmente muy diferentes a los presentados en años anteriores, con el paso de los años las temperaturas han aumentado, hemos tenido cambios en las fechas donde teníamos contemplados tener mayor calor, se han creado condiciones de temperatura críticas donde hay veces que se han presentado granizo cuando es inusual que esto sucediera y varias semanas con olas de calor que anteriormente no se presenciaban.

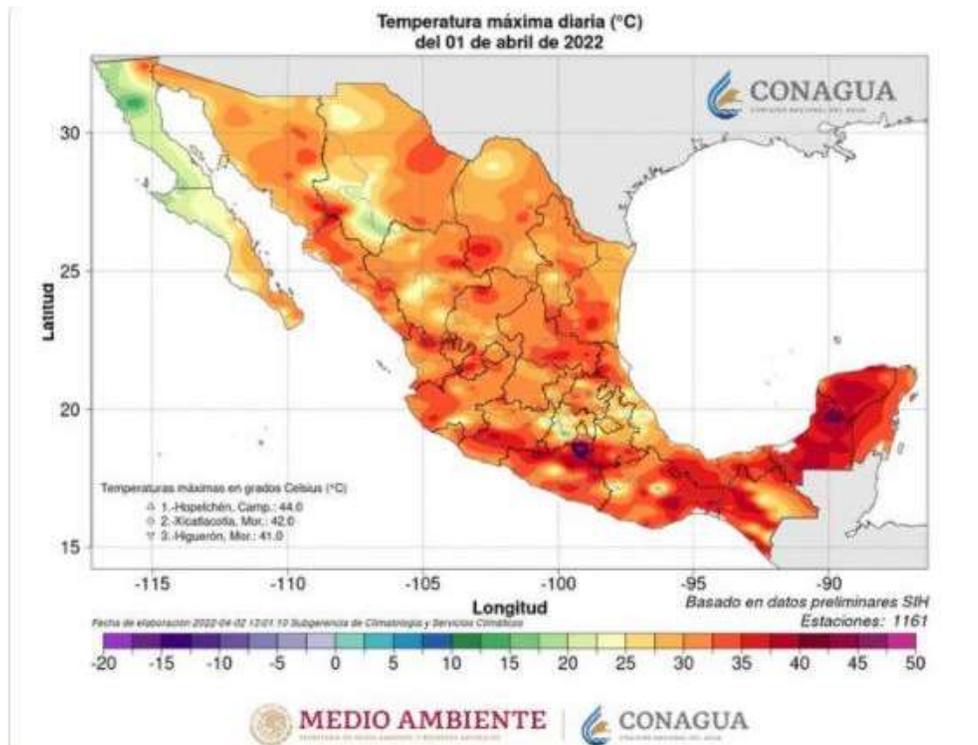


Ilustración 18. Temperaturas máximas superiores a 40°C en Morelos. Fuente: CONAGUA.



Tomando en cuenta que los pavimentos flexibles durante su etapa de diseño y construcción están proyectados para tener una vida útil prolongada, resulta difícil que las temperaturas para las que se construyeron los pavimentos permanezcan siendo las mismas, puesto que con el paso de los años estas temperaturas tienden a modificarse.

Debemos considerar que en el Estado de Morelos se cuenta con temperaturas muy variadas, donde los veranos tienden a ser demasiado cortos y su característica es que son muy calurosos, en el caso de los inviernos, estos tienen la característica de ser cortos y con temperaturas muy frías donde el ambiente está seco y parcialmente nublado en la mayoría del año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente se encuentra entre 1 °C a 27 °C y en raras ocasiones baja a menos de -4 °C o sube a más de 30 °C.

El pavimento se debe adaptar y soportar las temperaturas anteriores tomando en cuenta que en algunas regiones los rangos de temperaturas son demasiados amplios y se tienen las dos condiciones de climas completamente diferentes con temperaturas críticas, en las madrugadas y noches con demasiado frío y en las mañanas con altas temperaturas de calor.

5.1.7 USO DE MATERIALES DISPONIBLES DE LAS ZONAS

Podemos entender por pavimento flexible a aquella estructura que se encuentra compuesta por una capa o carpeta asfáltica, es decir, el pavimento flexible emplea agregado grueso o fino (que en su caso pueden ser piedra machacada, grava y arena) y se mezcla con material bituminoso el cual es obtenido a través del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla tiene las características de ser compacta, pero además lo bastante plástica para que pueda absorber grandes golpes y también soportar un alto volumen de tránsito pesado. (Soto, 2013)



Para la construcción de los pavimentos flexibles es necesario el empleo de materiales como son: agregados gruesos (gravas), agregados finos (arenas), los cuales deben cumplir con características dependiendo de la capa del pavimento para la que será empleada.

El catedrático del IPN resalto la importancia de los agregados de la siguiente manera: El agregado es muy importante en el desempeño de las mezclas asfálticas, ya que se ha encontrado que las características que más influyen en su desempeño y en particular a deformaciones permanentes, son las siguientes:

- Graduación (con énfasis en la zona restringida).
- Tamaño máximo
- Angularidad del agregado grueso (Caras fracturadas)
- Angularidad del agregado fino (Vacíos sin compactar)
- Porcentaje de finos
- Mineralogía (Fuente de origen de los agregados)

Para poder tener un material óptimo y que este pueda cumplir con las características suficientes se realiza una mezcla de granulometrías entre agregados finos y agregados gruesos que puedan cumplir con las características anteriores. (Soto, 2013).

Estos agregados pueden provenir de distintos lugares, como pueden ser bancos de materiales disponibles en la zona, materiales productos de excavación, materiales producto de corte, bancos de préstamo, bancos de material alejados de la zona, canteras y depósitos aluviales del área o en su caso de la explotación y trituración de bancos en zonas estratégicas.

Aunque estos agregados son fáciles de encontrar, no todos cumplen con las características suficientes para ser empleados, en muchos de los casos el

tener una granulometría óptima o lo más cercana a la ideal no es posible, por lo tanto, esto provoca fallas en la estructura del pavimento, aunque se considera tener un diseño dentro de los parámetros permitidos, no se puede cumplir en su totalidad con las características deseadas.

También en algunos casos para no encarecer el pavimento o al contar con poco presupuesto se tiene dificultades de mezclado, adhesión al asfalto, entre otras, los cuales pueden provocar fallas, el buscar bancos de materiales adecuados es una tarea difícil y de gran importancia, se debe tomar el tiempo suficiente para planear y tener un material óptimo.



Ilustración 19. Banco de Materiales Pétreos clausurado en el municipio de Tetela del Volcán, Estado de Morelos. Fuente: Informador.mx

Es difícil considerar tener materiales de buena calidad, ya que durante el proceso de licitación por el poco tiempo que se tiene es difícil encontrar una mezcla idónea o una configuración de granulometrías que cumpla con la necesaria para tener un pavimento de alta calidad, es por esto que durante la construcción de las carreteras surgen problemáticas como no encontrar



materiales de buena calidad y se opta por bajar la calidad del pavimento empleando en muchos de los casos los materiales disponibles cerca de la obra aunque estos no cumplan en su totalidad con la calidad deseada.

5.1.8 BAJA COMPACTACIÓN DE CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

La falta de maquinaria y equipo de construcción de carreteras cercana a las carreteras o la poca disponibilidad de estas, provoca que en algunos casos no se utilice la maquinaria para compactación correcta o compatible con el suelo.

Para conocer que la capa cuenta con una compactación suficiente o requiere otra pasada es necesario realizar una prueba de laboratorio denominada "Grado de Compactación", donde podemos obtener el porcentaje de compactación de la capa y comparar estos valores con los permitidos por la norma o los deseados para el proyecto.

En muchos de los casos se busca solucionar este problema dando pasadas adicionales a la capa con la maquinaria para alcanzar la compactación deseada o aumentar la humedad de la capa en caso de ser necesario.

En algunos casos por cuestiones de retrasos en entrega de informes de calidad, no se cuenta con datos que son muy importantes para realizar esta prueba de compactación como son el Peso Volumétrico Seco Máximo y el Contenido de Humedad que deben ser obtenidos anticipadamente con una toma de muestra del material y realizando pruebas de control de calidad en laboratorio. Si el laboratorio de control de calidad no cuenta con los datos para realizar esta prueba, el contratista continúa avanzando con sus trabajos de compactación de pavimento si la supervisión o el laboratorio de supervisión externa no da indicaciones y en muchos de los casos las capas son cubiertas por otras capas sin atenderse o realizar prueba de grado de compactación.



5.1.8.1 FALTA DE SUFICIENTES ESTUDIOS GEOTECNICOS

El realizar estudios de geotecnia a lo largo de toda la carretera encarecería el proyecto haciéndolo poco factible, en la mayoría de los casos se desconoce el tipo de suelo o en algunas ocasiones la experiencia del responsable de la obra juega un papel importante para conocer las características de color y composición del suelo, distinguir propiedades visuales, pero no es suficiente para conocer el tipo de compactador necesario o sea compatible al suelo, es por esto que es necesario realizar muestreos y pruebas al suelo constantemente.

Aunque se conozca el tipo de suelo, podemos encontrarnos una estratigrafía demasiado variada, tramos con arcillas expansivas, tramos con arenas, tramos con suelos de baja compresibilidad, suelos con arcillas plásticas, entre otros tipos de suelos, debido a que la estratigrafía del suelo es tan diversa y las características de cada parte del suelo son diferentes, se requiere de mucha experiencia para poder distinguir los tipos de suelo, su composición, sus características, la forma en que puede compactarse y como darle solución a problemas de expansión donde muchas de las veces se opta por mejorar o sustituir el suelo.

5.1.8.2 SELECCIÓN DE EQUIPO DE COMPACTACIÓN NO COMPATIBLE CON EL SUELO.

Existe una gran variedad de compactadores que pueden utilizarse en la obra y esta selección depende directamente con el tipo de suelo. La disponibilidad de diferentes tipos de compactadores resulta muy limitada; comúnmente se opta por conseguir maquinaria en zonas cercanas a la obra, pero cuando esta se escasea o se dificulta conseguir la maquinaria, en algunos casos se suscita el problema que no se utiliza el compactador compatible para el suelo trabajado presentando problemas de compactación y asentamientos.



Como recomendación a continuación se presenta una tabla de los tipos de compactadores existentes para cada tipo de suelo; que permitirá a tener un mejor criterio en el proceso de selección de maquinaria.

Selección de Compactador de acuerdo a acción provocada en el suelo.	
Por Impacto	Rodillos apisonadores (tamper) y pisones
Por presión	Rodillos lisos o neumáticos
Por amasado	Rodillos pata de Cabra
Por vibración	Rodillos y placas vibratorias
Por métodos mixtos	Combinación de los anteriores.

Tabla 14. Recomendación para selección de equipo para compactación.

Fuente: Apuntes COSC.

Se recomienda que la contratista cuente con la maquinaria suficiente para realizar los trabajos, contar con la variedad de compactadores para cada tipo de suelo que se presente durante la construcción de la carretera y tener alguien experimentando para la selección de maquinaria necesario para cada tipo de trabajo.

5.1.8.3 FALTA DE CONTROL DEL CONTENIDO DE HÚMEDAD PARA COMPACTACIÓN.

Uno de los factores más importantes que para que una capa tenga buena compactación, es el contenido de humedad. Se realizan estudios previos para conocer el contenido de humedad óptimo, mediante una curva de compactación donde se relaciona el Peso Volumétrico con respecto a la Humedad, pero tener un control en campo sobre este factor es difícil, por la cantidad de pruebas que se requieren, la distancia de transportación de acarreo desde el banco de material al tramo en construcción donde la humedad del material puede perderse, debido al tener un clima con calor y la evaporación de agua que esta provoca, entre otros.



5.1.8.4 OTRAS VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPACTACIÓN

Se debe tener una supervisión que tome en cuenta la consideración de los siguientes factores

- Número de capas en que se coloca el material.
- Espesor de las capas
- Número de golpes (pasadas) con que se compacte el suelo

Teniendo en cuenta los factores anteriores y seleccionando el equipo correcto, aplicando el procedimiento constructivo correcto, seleccionando el material con calidad, se puede garantizar la correcta compactación de las capas.

5.1.9 FALTA DE SUPERVISIÓN Y PERSONAL EXPERIMENTADO

La Supervisión toma un papel importante en una obra y puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto. Una gran cantidad de problemas estructurales y de servicio en las construcciones no son atribuibles a deficiencias del diseño o de los materiales, sino principalmente, al mal desempeño de la supervisión. (Carcaño, 2004).

Para la supervisión de carreteras municipales y programas de bacheo en el Estado de Morelos, se recurre a asignarle estas actividades directamente a la Secretaría de Obras Públicas de cada municipio, en la mayoría de los casos, se tiene a cargo de esta responsabilidad personal becario, recién egresados y en otros casos, profesionales que no tienen vocación relacionado al ámbito de construcción, para aminorar costos de personal y por lo tanto no se tiene un criterio amplio o experiencia suficiente para realizar las labores de supervisión, al tener desconocimiento del correcto procedimiento constructivo, no se pueden detectar errores o fallas que en corto, mediano o largo plazo pueden afectar de manera crítica las carreteras.



En la mayoría de las Secretarías de Obras Públicas Municipales del Estado de Morelos quien toma el cargo de Director de la Secretaría de Obras Públicas de cada municipio son profesionistas que cuentan con poco conocimiento y experiencia en la construcción de carreteras como son:

- Contadores
- Administradores
- Abogados
- Actuarios
- Topógrafos
- Ingenieros industriales
- Arquitectos

Se recomienda tomar en cuenta que la persona que este a cargo de estas Direcciones en el Estado de Morelos sea personal experimentado y con vocación dirigida al área de construcción y con conocimiento en carreteras para que no se omitan errores en la etapa de ejecución.

5.1.10 FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

El mantenimiento en las carreteras tiene gran importancia, este se puede definir como aquella acción de preservar, reparar y restaurar una vialidad conservándola en condiciones de uso, tomando en cuenta que debe cumplir con las características de ser segura, conveniente y económica.

Estas acciones pueden ser físicas, tales como: el bacheo, llenado de juntas, etc. además las acciones de servicio de tránsito, entre las que podemos incluir las marcas de pintura, la construcción de cercas, retiro de basura esparcida.

Los programas de mantenimiento están diseñados con el objetivo de poder brindarle al pavimento un mejoramiento o acondicionamiento, en donde



tratamos de compensar los efectos provocados por el clima, vandalismo, crecimientos orgánicos, desgaste y daños provocados por el tránsito, así como también el deterioro debido a los efectos del envejecimiento, fallas de materiales y pifias en la construcción.

Los trabajos de rehabilitación no son considerados por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) como mantenimiento, pero aquellas actividades periódicas de rutina antes y después de esto lo son. La importancia del mantenimiento, tiene su justificación en la necesidad de proteger la inversión realizada al construir la vialidad y con esto provocar mayor seguridad del sistema carretero.

Uno de los problemas al que nos enfrentamos es que al existir una red carretera en el Estado de Morelos demasiado extensa resulta complicado realizar periódicamente mantenimiento preventivo y en muchas ocasiones al no tratar inmediatamente los problemas ocasionados tenemos que recurrir críticamente al mantenimiento correctivo.

Para ahorrarse grandes cantidades en la inversión se crean programas de bacheo por parte de la Secretaría de Obras Públicas, pero estas son insuficientes y en la mayoría de los casos no se realiza el procedimiento constructivo correcto, el cual conlleva los trabajos de realizar corte de caja del área afectada y tratar de generosamente abarcar una parte adicional tratando que esta falla no se prolongue, comúnmente las personas encargadas de realizar estos trabajos, no realizan el corte y tratan de remediar el problema rellenando el área con el asfalto.

Existen varios procedimientos para realizar bacheo, pero asegurarse que este procedimiento sea correcto es una tarea difícil. En la mayoría de los casos existe poco involucramiento de los servidores públicos, existen cuadrillas en todo el Estado que realizan esta actividad, pero no logra abarcar toda la red.

5.1.10.1 FALTA DE LIMPIEZA EN LA ZONA DE DERECHO DE VÍA

La falta de limpieza en la zona de derecho de vía es uno de los factores que más influye en la presencia de baches, ya que constantemente transitan camiones de material de construcción, revolvedoras, los cuales tienen una carga considerable y al tener contacto una roca con la llanta esto provoca deterioro del pavimento. Al darle poco mantenimiento y teniendo tiempos de espera para rehabilitación de carreteras muy prolongado, la grieta aumenta de tamaño, haciendo de esta manera que los baches crezcan en tamaño y profundidad.



Ilustración 20. Falta de limpieza en derecho de vía de Carreteras del Estado de Morelos. Fuente: Propia.

5.1.10.2 FALTA DE SEÑALAMIENTO PARA PREVENIR ACCIDENTES

A si mismo hace falta el señalamiento horizontal (marcas sobre pavimentos, líneas separadoras, líneas continuas y discontinuas, pasos peatonales, también falta de mantenimiento vertical, señalamiento preventivo y señalamiento respectivo), ya que dicho conjunto ayuda a prevenir al conductor sobre los obstáculos y peligros que existen en las carreteras. (Hacienda, 2019)

5.1.10 DIMENSIONES MENORES A LAS REQUERIDAS

5.1.10.1 ANCHOS DE CALZADA REDUCIDOS

Existen carreteras en el Estado de Morelos donde el ancho de calzada es muy estrecho, provocando que los esfuerzos y cargas se concentren en los extremos o costados del pavimento, afectando zonas como el derecho de vía por la falta de anchos haciendo que se fracture y disgregue la capa de carpeta asfáltica. En algunos de los casos los vehículos para transitar tienen que esperar que pase un vehículo para poder pasar el otro por no contar con el ancho suficiente para circular los vehículos en ambos sentidos e incluso no cuentan con líneas separadoras por el mismo motivo.



Ilustración 21. Carreteras en el Estado de Morelos con anchos de calzada reducidos.

Por lo tanto, se recomienda la modernización y ampliación de estas carreteras y durante la etapa de diseño considerar dimensiones que permitan la circulación en ambos sentidos, que tengan anchos de carril que permitan la circulación y evitar de esta manera accidentes.

5.1.10.2 ESPEORES DE CARPETA ASFALTICA DEFICIENTES

Podemos considerar como proyecto deficiente a aquel que da lugar a espesores menores de lo que realmente requiere la carretera.

En las carreteras del Estado de Morelos es muy común encontrarnos con espesores de carpeta asfáltica deficientes, donde se llega a tener espesores de carpeta asfáltica reducidos, es una de las malas prácticas que se continúa aplicando, algunas empresas contratistas para ahorrar costos y además porque es muy significativo el ahorro por los grandes volúmenes de material bituminoso.

Se debe tener un control de espesores y tomar medidas donde no se toleren espesores menores al requerido y donde existan sanciones o multas a empresas que hayan participado en la construcción de carreteras teniendo disminución de espesores de carpeta asfáltico menores al de proyecto, para que no afecte la capacidad de soportar las cargas del tránsito o su tiempo de vida útil.



Ilustración 22. Construcción de Carretera con espesores deficientes. Fuente: Propia.



5.1.10 EXCESO O FALTA DE CONTENIDO DE ASFALTO

De acuerdo con Instituto Mexicano del Transporte (IMT) debemos considerar que la mezcla asfáltica en caliente se tipifica así, porque tanto el agregado pétreo, como el asfalto, se calientan antes del mezclado; es un tipo de mezcla compuesta por un 93 a 97 % de agregado pétreo y por un 3 a 7 % de asfalto, con respecto a la masa total de la mezcla. (IMT, 2005).

Para poder determinar el contenido óptimo de asfalto, este se realiza a partir de una prueba denominada ensayo Marshall, donde analizando los resultados obtenidos de las curvas correspondientes a Estabilidad, Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos, se determina el contenido de asfalto para conseguir las siguientes características:

- Estabilidad máxima.
- Peso unitario máximo.
- El valor medio del porcentaje de vacíos.

Una vez teniendo el diseño de la mezcla asfáltica, durante la construcción de la carpeta asfáltica se debe llevar un control de calidad tanto de los porcentajes de agregados como el porcentaje del contenido de asfalto en la planta de producción, para esto se tiene que realizar pruebas constantemente para tener un control de calidad de la mezcla asfáltica.

Las pruebas más comunes para los productos asfálticos, son: destilación, penetración, viscosidad, punto de encendido, asentamiento, demulsibilidad, carga de la partícula y acidez.

Además de las pruebas anteriores se adiciona una más para tener un control del contenido de asfalto en producción, esta prueba es conocida de acuerdo con el IMT como: Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas mediante Extracción por centrifugado.



Ilustración 23. Prueba de contenido de asfalto mediante extracción por centrifugado. Fuente: Ing. Darwin Castillo.

Con base en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) esta prueba permite determinar el contenido de cemento o residuo asfáltico en mezclas asfálticas, ya sean recién producidas o que formen parte de una capa construida con anterioridad. La prueba consiste en someter una porción de la muestra de mezcla asfáltica a un proceso de lavado mediante alguno de los disolventes especificados, aplicando posteriormente, mediante una máquina de características definidas, un movimiento centrífugo que ocasione la separación del cemento o residuo asfáltico de las partículas del material pétreo, con el fin de cuantificar cada uno de estos dos materiales. (SCT, 2015)

Durante la producción de mezcla asfáltica aplicar la prueba de laboratorio conlleva mucho tiempo y considerando que se deben sacar muestras constantemente de la mezcla asfáltica mientras se continúe con la producción. Cuando se encuentra un contenido de asfalto menor o mayor al diseñado mediante la prueba de lavado se realiza un ajuste en la planta de producción de asfalto, indicándole al operador si debe aumentar o disminuir el contenido de asfalto. Considerando que esta maquinaria trabaja con cantidades y no con porcentajes, el operador con experiencia realiza los ajustes necesarios para mantener el contenido de asfalto óptimo, pero mientras se realiza el ajuste, la



producción continua, teniendo algunos acarrees de la mezcla asfáltica con contenido deficiente o excesivo de asfalto.

Es recomendable que cuando se note que el contenido de asfalto no se encuentre dentro de las tolerancias del contenido de asfalto realizar los ajustes inmediatamente en la planta de producción de mezcla asfáltica.

5.2 FALLAS PRESENTADAS EN LAS CAPAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Las capas que conforman el pavimento flexible son:

Capas de Terracerías

- **Cuerpo de Terraplén** (capa empleada para brindar la altura adecuada de acuerdo con los datos del proyecto geométrico y dentro de esta capa se colocan las obras de drenaje principalmente).
- **Subyacente** (capa que sirve para brindar refuerzo a la capa subrasante).

Nota: Se debe tomar en cuenta que cuando la intensidad del tránsito sea menor de 10,000 ejes equivalentes no se requiere la capa subyacente.

- **Subrasante** (capa final de las terracerías y del proyecto geométrico de un camino, también es considerada por algunos autores como la cimentación del camino; la función principal de esta capa es evitar que el terraplén contamine el pavimento y que este sea absorbido por las capas inferiores).

Capas de Pavimentos

- **Sub- Base** (capa que tiene la función de evitar que el pavimento sea absorbido por las terracerías, además de que el agua que llega a penetrar por la parte superior de esta capa pueda desalojarse

rápidamente descendiendo a la capa inferior “subrasante” donde por su propia granulometría será desalojada por bombeo).

Nota: No es indispensable que se coloque esta capa en todos los caminos a menos que así lo disponga el diseño estructural.

- **Base** (capa del pavimento donde se concentran y se absorben la mayoría de los esfuerzos provocados por el tránsito (entre el 40 y 60%), el material que se emplea para la construcción de esta capa es muy friccionante y en la superficie no presenta confinamiento, por lo cual requiere en la parte superior una capa con material impermeable y con mayor cohesión, cualidad que presenta la carpeta asfáltica).
- **Carpeta asfáltica** (capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, está conformada por materiales pétreos seleccionados y un producto asfáltico que pueden ser: emulsión asfáltica, asfalto rebajado o cemento asfáltico dependiendo del tipo de camino que se vaya a construir).

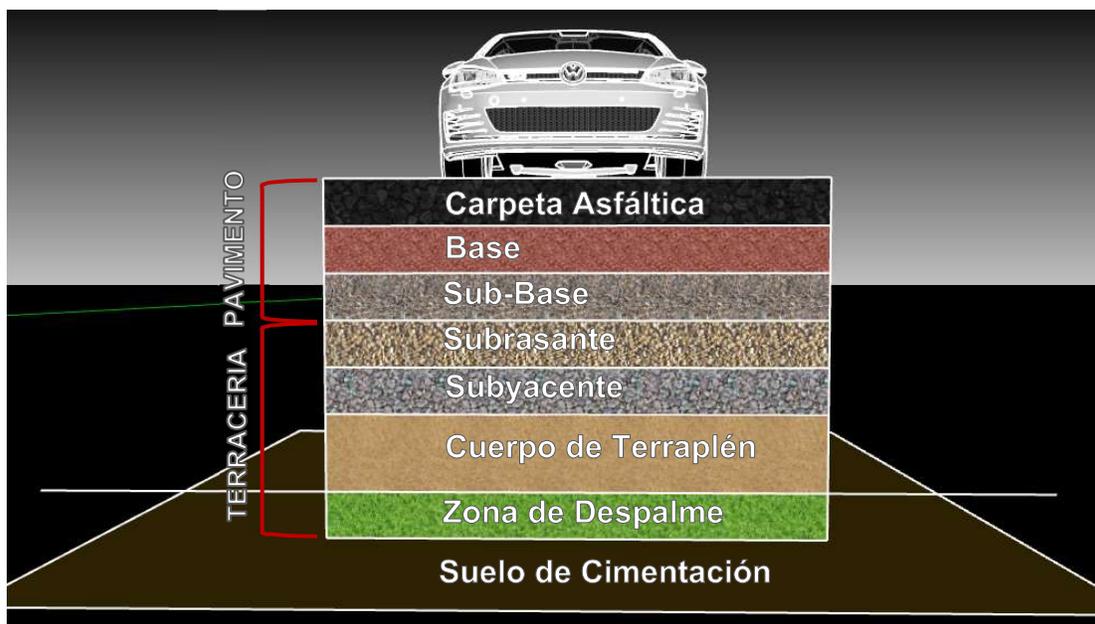


Ilustración 24. Capas de materiales que forman un pavimento flexible. Fuente: Propia.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo la metodología de la investigación observacional – descriptivo.

- **PASO 1**

Para la presente investigación se realizaron varias visitas de campo a tres Carreteras del Estado de Morelos, las cuales se determinaron y se eligieron bajo criterios al azar, considerando abarcar por lo menos tres de las seis regiones en que se encuentra dividido el Estado. A continuación, se describen las tres regiones que resultaron seleccionadas bajo criterios al azar:

- La Región Nororiente comprende municipios de Cuautla, Atlatlahucan, Yecapixtla, Ocuiluco y Ayala.
- La Región Centro Norte comprende municipios de: Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Yautepec y Totolapan.
- La Región Metropolitana que la conforman los municipios: Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Xochitepec y Emiliano Zapata.

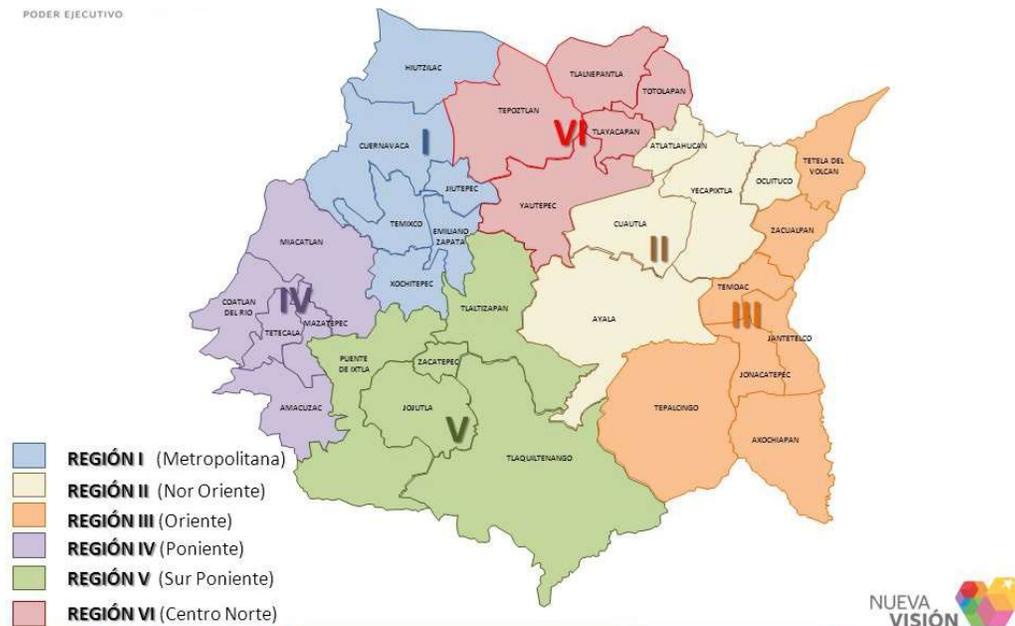


Ilustración 25. Zonas Operativas en el Estado de Morelos. Fuente: SSP.

De las regiones anteriores se seleccionó al azar una de las carreteras que conforman cada región, resultando seleccionadas las siguientes carreteras:



Ilustración 26. Carretera Federal Libre 113 México - Oaxtepec. Fuente: Propia.

De la Región Centro Norte resultó seleccionada al azar la Carretera Federal Libre 113 México – Oaxtepec, que cruza Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan y Yautepec.



Ilustración 27. Carretera Federal Libre 113 México - Oaxtepec. Fuente: Waze.



Ilustración 28. Carretera Federal 95 de Cuota. Fuente: Propia

De la Región Metropolitana resultó seleccionada al azar la Carretera Federal 95D (Autopista del Sol) conocida también coloquialmente como la Autopista México - Cuernavaca (México, D. F. - Cuernavaca) o Autopista del Sol (Cuernavaca - Acapulco), la cual es una autopista de peaje en México que comunica a la Ciudad de México con el puerto de Acapulco, cruzando por los siguientes municipios del Estado de Morelos: Cuernavaca, Temixco y Xochitepec.

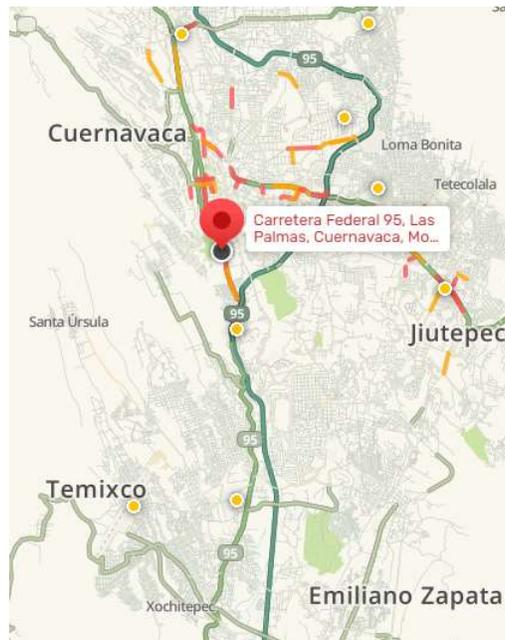


Ilustración 29. Carretera Federal 95 de Cuota. Fuente: Waze.



Ilustración 30. Carretera Federal 115. Fuente: Propia.

De la Región Nororiente fue seleccionada al azar la Carretera Federal 115, la cual comienza desde Ixtapaluca, Estado de México y termina en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla, donde es conectada con la Carretera Federal 160 de Izúcar de Matamoros a del norte de Cuautla. Esta carretera atraviesa los siguientes municipios del Estado de Morelos: Cuautla, Atlatlahucan y Yecapixtla.



Ilustración 31. Carretera Federal 115. Fuente: Waze

- PASO 2**

Se utilizó el análisis de las posibles causas de las fallas encontradas en el pavimento y los posibles errores cometidos en la construcción de las carreteras seleccionadas mediante el diagrama de Ishikawa.



Ilustración 32. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal Libre 113, México - Oaxtepec. Fuente: Propia.



Ilustración 33. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal Cuota 95. Fuente: Propia.



Ilustración 34. Análisis mediante diagrama de Ishikawa para fallas presentadas en el pavimento de la Carretera Federal 115. Fuente: Propia.

• PASO 3

Resultados

De acuerdo a los tres análisis realizados por región se puede observar que las carreteras que cuentan con mayores fallas son las de jurisdicción federal en la región Nororiente debido a que se cuenta con clima más caluroso, menor recurso y presupuesto por la cantidad de carreteras con las que cuenta, menor control de calidad y es donde mayores fallas podemos encontrar.

En la carretera de cuota, al tener presupuesto se realiza mantenimiento de manera frecuente y correcta, pero aun así en algunos tramos tenemos fallas que se originan por diversos factores.

• PASO 4

Para el análisis y evaluación de pavimentos, se consideró determinar el Índice de Servicio de dos carreteras adicionales mediante visitas de campo, las cuales se seleccionaron bajo criterios al azar de las carreteras en el Estado de Morelos, tomando en cuenta abarcar dos regiones al azar, resultando seleccionadas las siguientes carreteras:



Ilustración 35. Carretera Estatal Tlalnepantla - Tlayacapan. Fuente: Propia. De la Región Centro – Norte resultó seleccionada al azar la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan. Se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Tlayacapan Morelos que es un camino que cruza hacia la comunidad de Tlalnepantla, pero el tramo carretero conecta hasta el entronque de la comunidad Amatlipac y se deriva de la Carretera MOR 2 / Atlatlahucan – Tlayacapan.

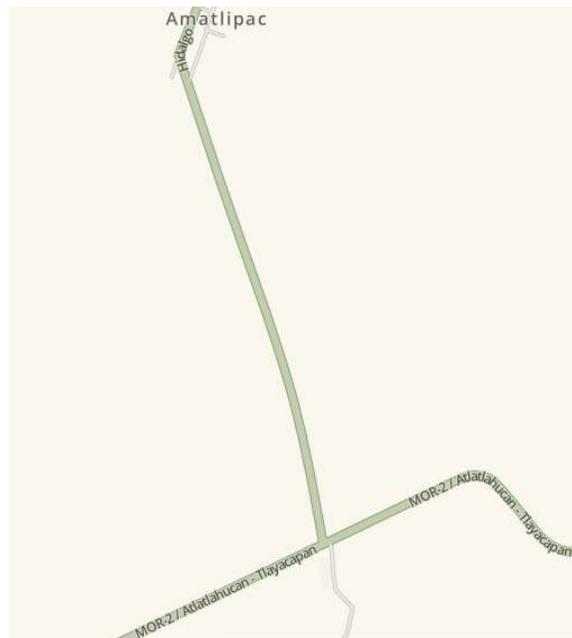


Ilustración 36. Carretera Estatal Tlalnepantla - Tlayacapan. Fuente: Waze.



Ilustración 37. Carretera Lateral México 160 D. Fuente: Propia.

De la región Nororiente resultó seleccionada al azar la Carretera Lateral México 160 D que se conecta con la Carretera Federal 160 conocida también como Libramiento de Cuautla.

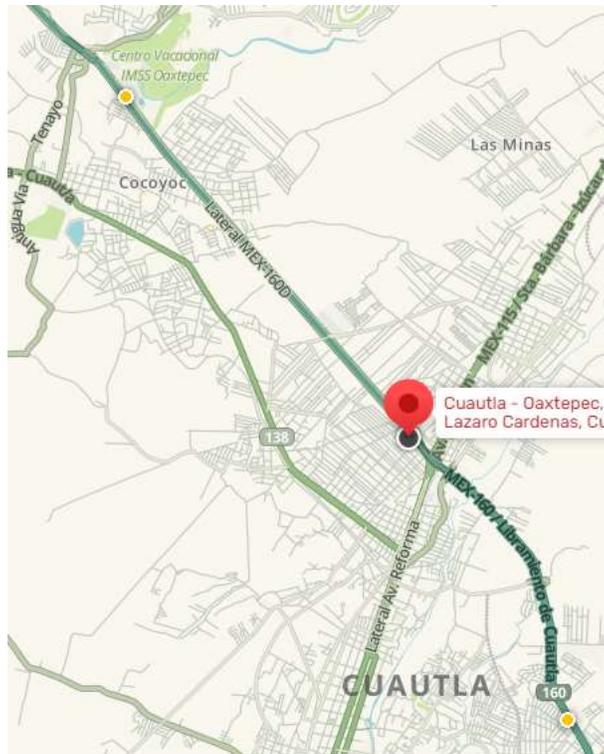


Ilustración 38. Carretera Lateral México 160 D. Fuente: Waze.



• PASO 5

De las carreteras seleccionadas anteriormente se decidió determinar el Índice de Servicio, seleccionando a 4 personas y con apoyo de un vehículo.

De acuerdo con la SCT de debe considerar lo siguiente: El índice o nivel de servicio actual consiste en calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación y lo realiza un grupo o panel de evaluadores. Cada evaluador debe calificar el camino de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5 de cada uno de los elementos de la autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal. La calificación total de la autopista se encuentra en un rango de 0 a 500. Cada elemento de la autopista es calificado por el evaluador con respecto a las deficiencias encontradas, en escala de 0 a 5.

De acuerdo con AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures publicada en 1993, las calificaciones que se le pueden asignar al índice de servicio son las siguientes:

- 0 – 1 Muy malo
- 1 – 2 Malo
- 2 – 3 Regular
- 3 – 4 Bueno
- 4 – 5 Muy bueno

Tomando en cuenta las recomendaciones del IMT, se debe considerar que en el caso de la Corona se califica según deficiencias tales como deformaciones, grietas, fisuras, asentamientos, etc.; en el Drenaje según las deficiencias en las alcantarillas, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, pendiente transversal, etc.; en el Derecho de Vía según el riesgo que su utilización represente al tránsito, la abundancia de la vegetación, el estado de las zonas laterales, los cercados, etc.; y en los Señalamientos Vertical y Horizontal por



su ausencia, por ser ilegibles, por estar maltratados o por no cumplir con las especificaciones indicadas en las normas.

ISA	Condición
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Muy malo
	Pésimo

Tabla 15. Condición de cada elemento de la autopista respecto a la calificación ISA. Fuente: SCT.

El IMT describe el procedimiento para la evaluación de la autopista, donde menciona que estos elementos se agrupan en aquellos que tienen relación con el cuerpo del camino y los que se refieren al señalamiento, los cuales se calificarán de acuerdo a su importancia en la función de proporcionar un servicio eficiente y conciliando el punto de vista del usuario con el del valuador. (IMT, 2011).

Debemos considerar que la calificación de una sección de autopista es el número que se obtiene sumando los productos resultantes de multiplicar la calificación de cada elemento, con escala de 0 a 5 como ya se explicó, por su valor relativo y por su correspondiente valor de influencia. Esta calificación variará entre 0 y 500. (Díaz, 2011).



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



Elemento por Calificar	Valor Relativo
a) Del cuerpo:	
Corona	50
Drenaje	30
Derecho de vía	20
Suma	100
b) Del Señalamiento	
Vertical	60
Horizontal	40
Suma	100
c) Influencia para la Calificación Total	
Del Cuerpo	0.80
Del Señalamiento	0.20
Suma	1.00

Tabla 16. Valor relativo de los elementos de la autopista a calificar. Fuente: IMT.

La calificación de la autopista es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos resultado de multiplicar la calificación para cada sección por su longitud de kilómetros, entre la longitud total correspondiente a las secciones calificadas.

Calificación (puntos)	Estado Físico
De 0 hasta 250	Malo
Mayor de 250 hasta 350	Regular
Mayor de 350 hasta 500	Bueno

Tabla 17. Calificaciones respecto al estado físico de la autopista. Fuente: SCT.

La SCT indica que, en el caso de las autopistas de cuota, los concesionarios se someterán a inspecciones semestrales, tanto para pavimentos rígidos como flexibles, en la que el valor mínimo aceptable es de 400 puntos para un tramo de 10 km-sentido para no ser acreedores a una sanción mensual, causando la revocación de la concesión cuando presenten hasta tres calificaciones semestrales consecutivas con 340 puntos o menos.



• **PASO 6**

Resultados

Mediante la determinación del Índice de Servicio en la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan se obtuvieron las siguientes calificaciones:

Carretera	Calificación (Puntos)	Estado Físico
Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan	0 - 250	Malo

Tabla 18. Índice de Servicio obtenido en la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan. Fuente: Propia.

Mediante la determinación del Índice de Servicio en la Carretera Lateral México 160 D se obtuvieron las siguientes calificaciones:

Carretera	Calificación (Puntos)	Estado Físico
Carretera Lateral México 160 D	Mayor de 250 hasta 350	Regular

Tabla 19. Índice de Servicio obtenido en la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan. Fuente: Propia.

Para la determinación de los valores se aplicaron las recomendaciones del SCT, donde cada uno de las personas en el vehículo evaluó cada uno de los elementos de la carretera, teniendo como resultado final que la Carretera Estatal Tlalnepantla – Tlayacapan se encuentra en estado malo y la Carretera Lateral México 160 D se encuentra en estado regular.



CONCLUSIONES

El estado de Morelos cuenta con una red carretera muy extensa, le corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en algunas carreteras de carácter federal el mantenimiento, a la dependencia Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) algunas de las carreteras de cuota y a los gobiernos municipales con apoyo del Gobierno del Estado el mantenimiento de las carreteras municipales.

Existen diferentes causas que originan las fallas que se presentan en las capas de los pavimentos flexibles de las carreteras del Estado de Morelos y para que no se cometan los mismos errores, se debe tener control en cada una de las etapas de proyecto:

En la etapa de planeación, buscando materiales de calidad, proveedores cercanos, realizar estudios previos y considerar el clima, los bancos de material cercanos y que estos cuenten con materiales certificados y con las características requeridas en el diseño, calcular el tránsito de manera efectiva, considerando todo el tipo de transporte que circula, considerando la maquinaria y en zonas de cultivo la maquinaria agrícola que circula constantemente.

En la etapa de ejecución, se debe tener personal capacitado y experimentado para la supervisión y ejecución de la obra primordialmente y todo el personal que participa en el proyecto, tener conocimiento del correcto procedimiento constructivo y dar soluciones de manera efectiva a las dificultades presentadas, seleccionar el equipo correcto, tener un buen control de espesores, compactación, contenido de humedad, entre otros factores.

En la etapa de mantenimiento donde se concentra la mayoría de las fallas, brindar limpieza a la zona de derecho de vía, limpieza de cunetas, atención



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



inmediata de baches y fracturas en el pavimento para evitar que se prolonguen, colocar señalamiento a lo largo de la carretera para evitar frenados innecesarios que degasten el pavimento, realizar mantenimiento preventivo y no esperar hasta el mantenimiento correctivo, entre otros factores.

Al cumplir con los factores y actividades anteriormente descritos no se garantiza que se terminen de generar fallas en el pavimento, ya que existen factores que no podemos controlar, (como los sismos, lluvia, clima, cambios climáticos, intemperismo, erosión, etc.), pero si podemos disminuir la presencia de estas a lo largo de las carreteras que pertenecen al Estado de Morelos.



BIBLIOGRAFÍA

- (IMT), I. M. (Noviembre de 2020). *Instituto Mexicano del Transporte*. Recuperado el 27 de Julio de 2022, de Publicación bimestral de divulgación externa: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=523&IdBoletin=188>
- Cadengo, A. C. (Noviembre de 2020). *Instituto Mexicano del Transporte*. Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de Clasificación oficial de carreteras en México: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=523&IdBoletin=188>
- Carcaño, R. G. (08 de Enero de 2004). *Revista Ingeniería uady*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2022, de La supervisión de obra: <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/lasupervision.pdf>
- DENSO. (2022). *Soluciones*. Obtenido de Juntas y conexiones en asfalto y hormigón.
- Díaz, A. M. (2011). *Instituto Mexicano del Transporte IMT*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de Prácticas para evaluar la calidad de Infraestructura Carretera de Cuota: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt353.pdf>
- Díaz, A. M. (2011). *Instituto Mexicano del Transporte Publicación Técnica No. 353*. Recuperado el 12 de Junio de 2022, de Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt353.pdf>
- DOF. (04 de Junio de 2004). *Norma Oficial mexicana*. Recuperado el 3 de Octubre de 2022, de PROY-NOM-034-SCT2-2003: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=668546&fecha=04/06/2004#gsc.tab=0
- Ferrovial. (2023). *Partes de una carretera*. Recuperado el 5 de Enero de 2023, de ¿Qué es una carretera?: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/partes-de-una-carretera/#:~:text=Una%20carretera%2C%20tambi%C3%A9n%20llamada%20ruta,autopistas%20o%20con%20propiedades%20cercanas.>



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



- Gutiérrez, R. T. (2004). *Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT*. Recuperado el 30 de Agosto de 2021, de Sistema de Evaluación de Pavimentos Versión 2.0: <https://trid.trb.org/view/1100421>
- Hacienda. (05 de Febrero de 2019). *Cartera Estatal de Programas y Proyectos de Inversión*. Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de Dirección General de Evaluación de Proyectos de Inversión: https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/docu_planeacion/transparencia_fiscal/marco_programatico/1-1801-SOP-3850-4658.pdf
- Hacienda. (05 de Febrero de 2019). *Cartera Estatal de Programas y Proyectos de Inversión*. Obtenido de Unidad de Planeación: https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/docu_planeacion/transparencia_fiscal/marco_programatico/1-1801-SOP-3850-4658.pdf
- Hung, I. C. (2011). *SCT*. Obtenido de CARRETERAS: <http://dicyg.fi-c.unam.mx/~eventos/Sistemas/Carreteras.pdf>
- IMT. (2005). *CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE MEZCLAS ASFALTICAS*. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt267.pdf>
- IMT. (2011). *Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota*. Obtenido de Instituto Mexicano del Transporte: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt353.pdf>
- IMT. (18 de Agosto de 2017). *Evaluación de pavimentos*. Recuperado el 03 de Enero de 2023, de Normativa para determinar la profundidad de roderas: <https://www.gob.mx/imt/articulos/evaluacion-de-pavimentos-121969>
- IMT. (18 de Agosto de 2017). *Evaluación de pavimentos*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2021, de Normativa para determinar la profundidad de roderas: <https://www.gob.mx/imt/articulos/evaluacion-de-pavimentos-121969>
- IMT. (Diciembre de 2020). *Notas*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2022, de Nota núm. 188: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=523&IdBoletin=188>
- IMT. (2021). *Curso de autoaprendizaje en línea*. Recuperado el 02 de Enero de 2023, de Gestión y HDM-4:



<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/613477/folletoHDM428ene21.pdf>

- IMT. (15 de Diciembre de 2022). *Red Nacional de Caminos*. Recuperado el 10 de Junio de 2022, de Representación cartográfica en formato digital y georreferenciada de la red nacional de caminos: <https://www.gob.mx/imt/acciones-y-programas/red-nacional-de-caminos#:~:text=La%20Red%20Nacional%20de%20Caminos%2C%20resultado%20de%20un%20esfuerzo%20interinstitucional,c%3%A1lculo%20de%20rutas%20est%3%A1%20conformada>
- JCES. (13 de Enero de 2020). *Junta de Caminos del Estado de Sonora*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de Estado Físico de la Red Carretera Estatal: <https://www.juntadecaminos.gob.mx/joomla/component/content/article/85-noticias/destacadas/120-estadofisicodelaredcarreteraa.html?Itemid=437>
- Morelos, G. d. (31 de Julio de 2012). *Estudio de Movilidad Urbana*. Recuperado el 15 de Junio de 2022, de Informe Ejecutivo: <http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/proyectos/Informe%20ejecutivo%20MovilidadU.pdf>
- Murillo, R. S. (2004). *Instituto Mexicano del Transporte*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de Publicación Técnica No. 245: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt245.pdf>
- Omaña, X. (26 de Abril de 2019). *El Gráfico*. Obtenido de El 80% de las carreteras en Morelos están en mal estado: <https://www.elgrafico.mx/al-dia/el-80-de-las-carreteras-en-morelos-estan-en-mal-estado>
- Orozco, J. M. (2004). *Instituto Mexicano del Transporte*. Recuperado el 25 de Octubre de 2021, de Sistema de Evaluación de Pavimentos Versión 2.0: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt245.pdf>
- Rivera, A. (22 de Diciembre de 2021). *Expo CIHAC*. Recuperado el 15 de Marzo de 2022, de Perspectivas de Desarrollo de Infraestructura en México 2022: <https://www.conexiones365.com/nota/expo-cihac/ingenieria-y-construccion/desarrolloinfraestructuramex>



FALLAS PRESENTADAS EN LAS CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL ESTADO DE MORELOS



- Rodríguez, A. R. (1998). *Instituto Mexicano del Transporte Publicación Técnica No. 108*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de Índice Internacional de Rugosidad en la Red Carretera de México: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt108.pdf>
- SCT. (1999). *Mapa de carreteras de Morelos*. Obtenido de Mapa de carreteras de Morelos 1999: https://www.gifex.com/detail/2009-09-17-5145/Mapa_de_carreteras_de_Morelos.html
- SCT. (2015). *M-MMP-4-05-049/15*. Obtenido de Métodos de Muestro y Pruebas de Materiales: <https://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-4-05-049-15.pdf>
- SCT. (26 de Julio de 2016). *Subsecretaría de Infraestructura*. Obtenido de MISIÓN.
- Silva, O. J. (2022). *360 en Concreto*. Obtenido de JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO: MAYOR DURABILIDAD Y VIDA DE SERVICIO: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/juntas-en-pavimentos-de-concreto/>
- Soto, J. S. (Septiembre de 2013). *uteycv*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2022, de Apuntes de diseño de pavimentos: <https://www.uteycv.esiaz.ipn.mx/comunidad/vias/apuntes/Apuntes%20del%20Prof%20Jose%20Santos%20Arriaga.pdf>
- USON. (2020). *Universidad de Sonora*. Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de Fallas en Pavimentos Flexibles: <https://www.google.com/search?q=Los+factores+que+m%C3%A1s+influyen+en+el+pavimento+y+que+son+de+gran+importancia+para+determinar+el+valor+del+%C3%ADndice+del+servicio+actual+son%3A+las+ondulaciones+longitudinales%2C+deformaciones+transversales%2C+textura+>
- WISE. (2021). *Importancia de los sistemas de drenaje para carreteras*. Obtenido de VISE 2021: <https://blog.vise.com.mx/importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-paracarreteras#:~:text=El%20principal%20objeto%20del%20drenaje,los%20accidentes%20de%20los%20usuarios.>