



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

**VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE PAVIMENTOS EN
CARRETERAS DE PUEBLA Y TLAXCALA**

TESINA

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y
TRANSPORTE**

Presenta:

EMMANUEL ALCÉRRECA COLUNGA

Asesor de tesina:

M.I. Antonio Cruz Pérez

Coasesor:

M.I. Jorge Antonio Caraza Islas

Puebla, Pue.

Agosto 2014

BUAP



Oficio No. 1622/2014

C. EMMANUEL ALCÉRRECA COLUNGA

Pasante de la Mtría. de Ing. en Tránsito y Transporte
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Verificación de calidad de pavimentos de carreteras de Puebla y Tlaxcala.** Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería en Tránsito y Transporte. Asignándose como Asesor al M.I. Antonio Cruz Pérez y Co-asesor al M.I. Jorge Antonio Caraza Islas.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

H. Puebla de Zaragoza, a 19 de mayo de 2014.



C.c.p. M.I. Antonio Cruz Pérez, Asesor del Tema de Tesis
C.c.p. M.I. Jorge Antonio Caraza Islas, Co-asesor del Tema de Tesis
C.c.p. Archivo

GJS/JACI/sco*

Puebla, Pue., a 30 de Mayo de 2014

M. I. EDGAR IRAM VILLAGRAN

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA B. U. A. P.

PRESENTE

Por este conducto me permito informar a usted, que hemos procedido a revisar el trabajo de tesis, el M. I. Antonio Cruz Pérez y un servidor que presenta el Ing. Emmanuel Alcérreca Colunga, alumno de la Maestría en Ingeniería en Tránsito y Transporte, que se imparte en esta Facultad de Ingeniería; denominada "VERIFICACION DE CALIDAD EN CARRETERAS DE LOS ESTADOS DE PUEBLA Y TLAXCALA", requisito para su defensa en el examen profesional y poder lograr el grado de Maestro. Por lo que no existe inconveniente de que se proceda a su impresión.

Sin otro particular queda de usted.



ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Caraza Islas".

M. I. Jorge A. Caraza Islas

c.c.p. Dr. Gabriel Jiménez Suarez.- Secretario de investigación y estudios de pósgrado

c.c.p. Ing. Emmanuel Alcérreca Colunga.- Para los fines que a él convengan

c.c.p. M. I. Antonio Cruz Pérez .- Asesor externo..

c.c.p. Archivo.

DEDICATORIAS

A los M.I. Antonio Cruz Pérez y M.I. Jorge Antonio Caraza Islas, quienes con su guía, paciencia y atinado asesoramiento me apoyaron en su elaboración.

A mi familia, mi esposa Sonia Marcela, mi hija Sonia María, su esposo Carlos Guillermo Chávez Córdova, mis nietos Carlos Armando y Ana Paula, mi hijo Emmanuel por su cariño, comprensión, colaboración y estímulo, ya que siempre he contado con su respaldo.

Al M.I. José Carlos Cruz Quijano por su amistad e incentivo.

A mis compañeros de trabajo, colegas de la Maestría y autoridades de la S.C.T.

Al P.I.C. Nestor Daniel Angulo Pérez y la C. Elsa Judith Sánchez P. quienes estuvieron siempre dispuestos a coadyuvar en el diseño.

VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE PAVIMENTOS EN CARRETERAS DE PUEBLA Y TLAXCALA

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
INTRODUCCIÓN	vi
VERIFICACIÓN DE CALIDAD EN SERVICIOS	1
1.1. CALIDAD	1
1.1.1. Los cuatro niveles de la intervención de la calidad.....	2
1.1.2. Calidad final en la construcción.....	6
1.1.3. Objetivo de la calidad de la construcción	7
1.1.4. Objetivo de la Calidad de carreteras en el Transporte y la Economía del país.....	8
1.1.5. Principios de los estándares (Comparación)	9
1.1.5.1. Principios de excepción.....	9
1.1.6. Control de obras	9
1.1.7. Control de su calidad	10
1.2. CONCEPTO Y TIPOS DE SERVICIOS	11

1.2.1. Clasificación y características de los Servicios.....	13
1.2.2. Servicio de Verificación de Calidad en la Unidad General de Servicios Técnicos del Centro SCT- Tlaxcala.	14
1.2.3. Proceso P0705: Verificación de Calidad de carreteras a cargo de la SCT.....	15
1.2.4. Lineamientos de la SCT para la evaluación de la capacidad técnica de laboratorios de control o verificación de calidad o de supervisión, que participen en obras viales. (DGST).....	16
1.2.5. Auditorías.....	19
1.2.6. El modelo de gestión de la calidad medioambiental total	19
1.2.7. Defectos como consecuencia de Errores.....	24
1.2.8. Aseguramiento y verificación de calidad	26
1.2.9. El enfoque sistemático.....	29
1.2.10. La verificación de la calidad en la seguridad vial de pavimentos con carpetas de concreto asfáltico	30
CAPITULO 2.....	31
AUSCULTACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS,.....	31
DE LA RED VIAL.	31

CAPITULO 3.....43

**CATÁLOGO DE ESTRUCTURACIÓN DE PAVIMENTOS EN
DESARROLLO POR LA SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES Y TRANSPORTES43**

3.1. La Estructuración de los Pavimentos en carreteras43

3.2. La Homologación y Sistematización de Procesos45

3.3. Características de un Catálogo de secciones estructurales
de pavimentos.....47

3.4. Requisitos47

3.5. Rescate de Secciones Estructurales49

3.5.1. Refuerzo de Secciones Estructurales.....50

3.5.2. Refuerzo Definitivo de la Sección Estructural.....50

CAPITULO 4.....65

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE
CARRETERAS- MÉXICO (iRAP- México)65**

4.1. Protocolos del iRAP66

4.2 Calificación por estrellas para vías más seguras.....67

4.3 Inspecciones visuales desde el vehículo.....68

4.3.1 Inspecciones basadas en el video.....69

4.4 Elementos de la Infraestructura Vial.....	70
4.5. Puntaje de protección brindada por la vía	72
4.5.1 Usuarios de las vías.....	73
4.6. Tipos de colisiones.....	74
4.6.1. Factores de riesgo	75
4.6.2. Factores de probabilidad de las colisiones.....	76
4.6.3. Factores de gravedad de las colisiones	78
4.6.4. Factores de calibración por tipo de colisión.....	81
4.6.5 Factores de velocidad	81
4.7. Conceptos para determinar el puntaje de protección brindada por la vía. (PPV).....	83
4.7.1. Calificación por estrellas	85
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	95

INTRODUCCIÓN

Es de vital importancia para la sociedad como usuario básico de las vías terrestres, que requiere de una movilidad segura, rápida y confortable, el conocer y comprender la importancia específica de la verificación de calidad como un servicio de decisión para las altas autoridades gubernamentales o empresariales y así proporcionar al público usuario, lo que diario espera, que es la confiabilidad en que lo que se nos ofrece, vende, educa, construye o administra se haga aplicando una calidad total en toda la producción, construcción de vías terrestres, etc., gracias a los avances de la tecnología y la ingeniería.

El título de la tesina delimita su contenido ya que no sólo se tratará la verificación y calidad de pavimentos en carreteras, sino las técnicas y estrategias que a la fecha se aplican, así como las que están en etapas de planeación, por los ingenieros de la Dirección General de Servicios Técnicos, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, laborando en los 31 Estados de la República, con su Central Normativa en la Cd. de México, D. F.

Se limitarán los conceptos vertidos de la Verificación de Calidad a la parte tangible de la sociedad en calles y carreteras por las que circula y se comunica movilizándose como peatón, en bicicleta o motocicleta, en diferentes vehículos y por diversos tipos de vialidades, en las que la superficie de rodamiento corresponde al pavimento que a su vez puede tener una carpeta de concreto asfáltico o hidráulico. Además, a nivel de ejemplo se aplicará a la región constituida por el Estado de Puebla y en su parte central como un diamante al Estado de Tlaxcala, el cual en función de su superficie es el más comunicado del país.

El primer capítulo está constituido de forma balanceada dirigido a todo aquel que requiera conocer aspectos importantes del tema Calidad en la construcción de pavimentos para carreteras, explicando su definición, objetivos, principios, el control de la obra por el contratista, llegando a los sistemas de Gestión de Calidad como expectativa que busca la consecución de nuevas y mejores prácticas de los ingenieros administradores en el apasionante camino de la verificación de la calidad, como un servicio de su trascendencia, al analizar el defecto de continuar trabajando con sistemas tradicionales (usos y costumbres) de gestión e invitando a implantar una posición decidida por aceptar un cambio, al adoptar valores y tecnologías certificados a nivel mundial, que contribuyan a la mejora continua de nuestro país, que le permita enfrentar los retos de la globalización.

Es la introducción en el mundo de la Verificación de Calidad en los Servicios, comentando los procesos propios de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la infraestructura carretera como un Servicio a la comunidad, pero su carácter práctico e ingenieril puede convertirse en la herramienta clave para directivos y profesionales relacionados en la obra pública o privada, en la toma de decisiones en base a datos e información objetiva certificada desde sus insumos, proyectos, construcción, conservación y operación en los pavimentos de los caminos y carreteras. Otra de las características distintivas de esta tesina es la inclusión en este capítulo de la variable medioambiental_ como un elemento más en la Verificación de Calidad en las organizaciones, como un medio seguro para lograr una ventaja competitiva en la reingeniería de procesos, participación total, confiabilidad de sus componente y la cooperación entre usuarios de las carreteras no cómo con su peaje, sino con su apoyo a su colonia, municipio o autoridades estatales y federales, a cambio de una plusvalía y valores agregados a su vida diaria. Se explican conceptos filosóficos alcanzables como el Control, aseguramiento y Verificación de Calidad para la Seguridad Vial de pavimentos con carpetas de concreto asfáltico.

En los siguientes capítulos se presentan desde las estrategias o herramientas técnicas empleadas a la fecha por la Secretaría De Comunicaciones y Transportes e implementados con el esfuerzo de la Dirección General de Servicios Técnicos, con aplicación en la Verificación de Calidad como elemento básico de apoyo, con ejemplos de su aplicación en el Estado de Tlaxcala, lo cual puede realizarse para todos los Estados de la República La tarea ya se está realizando a partir del año 2012

En el capítulo 2 se muestra la aplicación del programa “Auscultación de la Red Carretera Federal” libre y de cuota, tomando en cuenta sus condiciones actuales: funcionales, estructurales y de seguridad vial

En el capítulo 3, se presenta la estrategia para cubrir en forma práctica la necesidad de un Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para las carreteras de la República Mexicana, con aplicación sencilla en los Estados de Puebla y Tlaxcala y utilizable para proponer la estructura “mínima” de pavimentos de nueva construcción, así como en la rehabilitación y la modernización de los existentes.

El capítulo 4 da a conocer el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras aplicadas a México, denominado iRAP-México para distinguirlo de los iRAP (internacional Road Assessment Programme) correspondientes a otros países del planeta.

VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE PAVIMENTOS EN CARRETERAS DE PUEBLA Y TLAXCALA

CAPITULO 1

VERIFICACIÓN DE CALIDAD EN SERVICIOS

1.1. CALIDAD

La calidad está presente en todos los objetos que nos rodean; el consumidor, requiere que cuando compra un producto, o adquiere un bien o servicio, sea de su entera satisfacción; sin embargo, durante muchos años, no se cumple con las expectativas, dejando una inconformidad en el usuario, esto es debido a la falta de mecanismos que garanticen las acciones que se realizan para construir o alcanzar un objetivo.

La Norma ISO 9000:2000, define los términos utilizados en toda la serie ISO 9000, para que exista una mutua comprensión en las comunidades internacionales.

El primer término es “calidad” y la Norma ISO lo define como: “Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Existen notas que explican el término en forma más extensa. Éstas aclaran que la palabra “Calidad” puede utilizarse acompañada de adjetivos como pobre, buena, o excelente.

Otras definiciones de calidad la describen como: “Adecuada para el propósito” y “conformidad con requerimientos”, también describen la calidad de que estamos hablando, diferenciándola del concepto de excelencia.

“La calidad nunca es un accidente. Siempre es el resultado de una buena intención, un esfuerzo sincero y una hábil ejecución. La calidad representa una sabia decisión entre varias alternativas”.

Normalizar una filosofía es tarea difícil. ISO 9000 y el Protocolo-AMAAC-IMT, son normas para un sistema de gestión de la calidad; donde, a su vez, los productos pueden ser fabricados dentro de una norma de producto o de seguridad, por ejemplo, la norma para fabricar concreto asfáltico o más general las Normas de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes aplicables a Obra Pública del Sector correspondiente a la Subsecretaría de Infraestructura.

1.1.1. Los cuatro niveles de la intervención de la calidad

Es pertinente definir los cuatro niveles que considero básicos en los que podemos intervenir con respecto a la calidad: el control de la calidad, la verificación de la calidad, la gestión de la calidad y la calidad total.

Nivel 1: Control de la calidad.- Corresponde al constructor, fabricante, como medio operacional, por el cual los resultados de un procedimiento o un proceso de construcción o producción, se mide para comparar los resultados obtenidos con los objetivos propuestos y satisfacer requisitos de calidad. Cuando existe una deficiencia, es decir, una diferencia entre la medida y el objetivo propuesto y se efectúa la corrección apropiada por el constructor, se ejerce el control de la calidad.

Es por tanto un conjunto de actividades para evaluar las propiedades de los materiales y compararlas con el diseño; así como las características de los equipos de ejecución, para decidir la aceptación, rechazo o corrección del trabajo.

Nivel 2: Verificación de la calidad.- Es una función por la cual la Alta Dirección verifica constantemente el buen desempeño del proceso y los resultados de los procedimientos para alcanzar con seguridad, los resultados previstos. Esta **Verificación** va más allá del control de la calidad debido a que reúne ciertas actividades administrativas fuera de la simple medida de la conformidad de los resultados con las normas fijadas en ocasiones, sin la debida actualización.

La Verificación de Calidad de Carreteras.- Asegura que las obras de infraestructura carretera cumplan con la calidad especificada en los proyectos ejecutivos, de manera que se garantice la vida útil para la que fueron planeadas, se proporcione el mejor servicio a los usuarios y se logre el mejor aprovechamiento de los recursos invertidos.

La Dependencia (SCT) es responsable de la elaboración del proyecto ejecutivo y de supervisar que se ejecute en los términos autorizados. Su confirmación se obtiene realizando el 10% de las pruebas de Control de Calidad al azar aplicando mediciones con equipos especializados obteniendo así una evidencia *objetiva* que permita autorizar por etapas el continuar el proceso constructivo, como se muestra en las figuras 1 y 2.

Nivel 3: Gestión de la calidad.- Se refiere a una función de la administración general, que planifica, organiza, controla y asegura la calidad. Este es el sistema de conducción de todo programa de calidad en una organización, y su objetivo es mejorar hasta lograr la calidad total.

El programa de gestión de la calidad define los sistemas de información para la administración técnica, identifica los datos demostrativos que se van a medir, precisa los criterios de evaluación y las escalas de medición, prevé la manera de manejar la información así reunida y define los reportes para la dirección y los centros de producción y control.

Es conveniente distinguir la Gestión de Calidad aplicada a la administración dirigida por la economía y la Gestión de Calidad que se aplica en base a nuevas tecnologías por especialistas certificados internacionalmente en la Verificación de Calidad, cuyos resultados proporcionan información más objetiva a las decisiones requeridas en el aprovechamiento de la economía. También lo es mencionar conceptos como:

Proceso: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Producto: “El resultado de un proceso”. Puede ser tangible (bienes materiales) o intangible (servicios) o una combinación de los dos.

La Gestión de la calidad involucra tres elementos:

- Definición de objetivos.- Compromiso escrito de políticas, con una organización bien definida, para actuar con detalladas instrucciones para cada paso del proceso, desde las especificaciones y términos de referencia iniciales para el diseño, hasta la terminación y entrega de productos, bienes o servicios.
- Normas.- Puede haber varias normas dentro del mismo sistema, por ejemplo: normas para materiales y normas para componentes comprados. Todo ello debe estipularse en procedimientos e instalarse en un sistema para su verificación.
- Un Sistema.- Las definiciones y procedimientos de cada proceso, por si solos no son suficientes, se necesita un sistema de medición para compras, recepción de materiales, comportamiento del proceso, inspección final y entrega al usuario o cliente.

El Sistema de Gestión de Calidad es aquella parte del sistema de gestión general de la organización, enfocada al logro de resultados, en relación a los objetivos de la calidad para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas.

Es conveniente que la organización ya sea privada o pública, busque satisfacer las expectativas y necesidades de todos los interesados.

Interesados de la organización:

- Clientes y Usuarios finales individuales
- Empleados, operadores u obreros
- Propietarios/inversionistas
- Proveedores y aliados de negocios
- Comunidad como beneficiario público

Nivel 4: Calidad Total.- Podemos afirmar que al concepto técnico de Calidad Total, no debe dársele el carácter de una filosofía a seguir, porque no representa solo un medio, sino alcanza la prioridad de ser un objetivo que se quiere y debe alcanzar, en bien de la sociedad. El objetivo aplicado en la Gestión de Calidad se centra en la Alta Dirección, pero debe abarcar una movilización de toda la organización para lograr la satisfacción del usuario de las carreteras o del producto que se proporciona al cliente. Es ir más allá de la simple satisfacción de sus expectativas y enfocarse al interior con un sentimiento de fascinación al beneficiario.

El uso de técnicas apropiadas de detección y análisis de los errores, defectos o fallas y su corrección inmediata, nos lleva a lograr la Calidad Total, prácticamente sin fallas.

Algunos objetivos en los que se enfoca la calidad total son:

- Calidad Técnica (conformidad con las normas, políticas, equipos de última generación)
- Calidad de la gestión.
- Calidad de la imagen (reputación de la Institución).
- Calidad de la formación (educación, capacitación, adiestramiento.)
- Calidad de la comunicación (ventas y cobranzas).
- Calidad de las relaciones interpersonales (trabajo en equipo).
- Calidad de los valores culturales (globales, éticos)
- Calidad de los rendimientos sobre los capitales invertidos.

Una de las etapas del camino, ahora “pavimentado” hacia la calidad total consiste en la aplicación de la Verificación de la Calidad con estrategias técnicas para una auscultación, con ayuda de laboratorios especializados y certificados para el diagnóstico y determinación de la calificación del estado físico. Por tramos, se definen los volúmenes de obra por realizar para mejorar el producto terminado, sus costos y tiempos requeridos para preparar planes de trabajo y programas para su conservación y operación.

Las técnicas de análisis y solución inmediata de problemas, dirigen hacia el logro progresivo de la Calidad Total.

1.1.2. Calidad final en la construcción

En el proceso de un proyecto de construcción de una carretera, la calidad final depende de la calidad obtenida en cada fase y estas se influyen entre sí. No se trata de un proceso lineal, sino de un proceso complejo.

Por ejemplo, la resistencia mecánica y la estabilidad de una construcción dependen del cálculo y diseño estructural; por otra parte la calidad de los materiales, de su densidad, composición mineralógica y resistencia al intemperismo; además es básico el procedimiento de construcción y de la ejecución; así como el uso y conservación que se le dé, para mantenerlo en buen estado y por tanto los costos de operación.

1.1.3. Objetivo de la calidad de la construcción

El significado de las Normas NMX-CC/ISO 9000 para las empresas o instituciones, AMAAC-IMT sobre los pavimentos carreteros, es que se espera que toda la industria acepte la norma y que produzca evidencias de que lo hizo. Esta serie de normas “voluntarias” se están volviendo, de hecho, “obligatorias” para fines de mercado, ya que son reconocidas a nivel mundial como tecnología americana de Superpave aplicada en México como Protocolo AMAAC-IMT por difundirlo la Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. y el Instituto Mexicano del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Tomando en cuenta los cambios en los transporte terrestres y las necesidades de los conductores y en general los requisitos de la sociedad, como uno de los usuarios más interesados en las vías terrestres, se están volviendo más exigentes en todo el mundo, además las expectativas y las necesidades se están haciendo más explícitas para consideraciones como la protección del ambiente durante la construcción, operación y la seguridad en las carreteras.

Esta información proviene lógicamente de la verificación de Calidad en el lugar de la obra y con una determinada periodicidad, ya que resulta inútil ver si el proyecto se llevó a cabo correctamente en cuanto a tiempo, costo y calidad, una vez que ha sido terminado.

1.1.5. Principios de los estándares (Comparación)

El Aseguramiento de Calidad para el usuario de carreteras es imposible si no existen estándares prefijados, y será mejor mientras más precisos y cuantitativos sean. Toda meta y objetivo, toda política, procedimiento e incluso el presupuesto pueden ser transformados en indicadores por horas o cualquier otra unidad para medir el rendimiento.

Un control solo se deberá usar si su costo se justifica con los beneficios que de él se esperan, pero sin control es seguro que no los habrá.

1.1.5.1. Principios de excepción

Un control administrativo “es mucho más eficaz y rápido, cuando se concentra en los casos en que no se logró lo previsto, más que en los resultados que se obtuvieron como se habían planeado.” Usualmente la administración considera el cumplimiento como normal y las desviaciones de los planes es lo excepcional; en el control técnico los reportes sobre las desviaciones o los cambios requeridos en el proceso, serán los que deben informarse.

1.1.6. Control de obras

El primer paso dentro del control de obras es la elaboración de los estándares o patrones. Estos no son otra cosa sino un modelo de comportamiento, anteriores a la existencia de una determinada situación.

En cualquier proceso constructivo elaboraremos los siguientes estándares: de calidad, de tiempo, de costo.

1.1.7. Control de su calidad

Los requerimientos de calidad para obras se definen en el contrato y sus anexos. Uno de estos anexos estará integrado por las normas y especificaciones, así como por los planos y procedimientos. Estos elementos cumplen una doble función al ser también parte del instrumento legal que norma las relaciones dueño u Organización contratante versus contratista- constructor. En las carreteras los usuarios son el conductor y el transportista, como beneficiarios del Servicio Público de las Comunicaciones.

Una especificación de obra es fundamentalmente un documento que relaciona los materiales, la mano de obra, equipo y construcción, con cierto grado de calidad. Esto puede hacerse citando normas o marcas específicas o también indicando métodos y/o procedimientos. Existirá una especificación para cada uno de los trabajos parciales que componen el proyecto (conceptos de trabajo).

Es indispensable que independientemente del Control de Calidad por parte del constructor de una carretera, exista una Verificación de Calidad por parte del contratante o dependencia gubernamental normativa. (Ver Figura 2).

Una manera de proceder en esta situación es la contratación de un laboratorio certificado y reconocido por ambas partes y que sea la encargada de llevar ya sea el Control o la verificación, según corresponda.

Otra posible solución consistiría en que el contratista se apegara y aceptase como buenos los resultados obtenidos por el contratante. La Verificación de Calidad por parte de la Alta Dirección haría las veces de tercero en discordia entre el supervisor y el contratista.

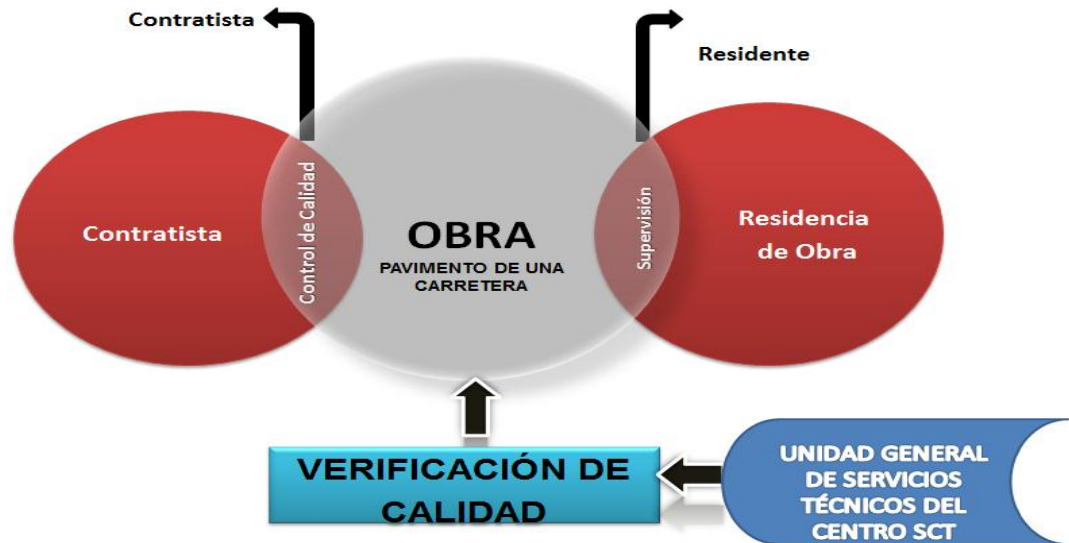


Figura 1.2. Verificación de calidad del pavimento de una obra vial.

1.2. CONCEPTO Y TIPOS DE SERVICIOS

En todo proceso de trabajo se tiene por objetivo obtener un producto, que puede ser un bien material, obra pública o privada o un servicio. Al definir los bienes, como el resultado de actividades económicas primarias y secundarias tangibles: agricultura, energía, pesca, actividades extractivas, industriales, alimentos elaborados, restaurantes, etc., se observa que el desarrollo económico presenta un tercer tipo de actividades, aparentemente intangible, cuyo producto es básicamente inmaterial y es el correspondiente al Sector Servicios, que en las economías desarrolladas ocupa más del 50% del producto interno bruto.

El término Servicio en general se aplica a las actividades, beneficios o satisfacciones que se ofrecen de tipo oneroso, a cambio de los bienes proporcionados. En las actividades económicas de carácter intelectual, como la docencia, inversiones, publicidad, consultoría, atención médica, etc., ya sean de uso privado, oficial o gubernamental, no gravosas, substancialmente intangibles, proporcionan satisfacción al usuario y no se consideran ligadas a la venta de bienes materiales. Como ejemplo está la Dirección General de

Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que en los Estados de Puebla y Tlaxcala se denominan Unidades Generales de Servicios Técnicos de los Centros SCT correspondientes, entre cuyas funciones está en base al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2008 la aplicación del Proceso P0705: “VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE CARRETERAS”.

La diferencia entre bienes materiales tangibles y los Servicios a veces intangibles, no siempre está clara, ya que a menudo parece que se superponen. Se puede mostrar gráficamente esta divergencia en la figura 3, donde se aprecia que del lado izquierdo del eje está claro lo tangible del producto terminado, pero al desplazarse a la derecha se reduce, no es clara en el centro y aumenta su componente intangible a la derecha, en donde es mayor su carácter de Servicio. Como se observa, la distinción entre bienes u obras materiales y servicios está clara en los extremos, pero no en el centro de la figura.

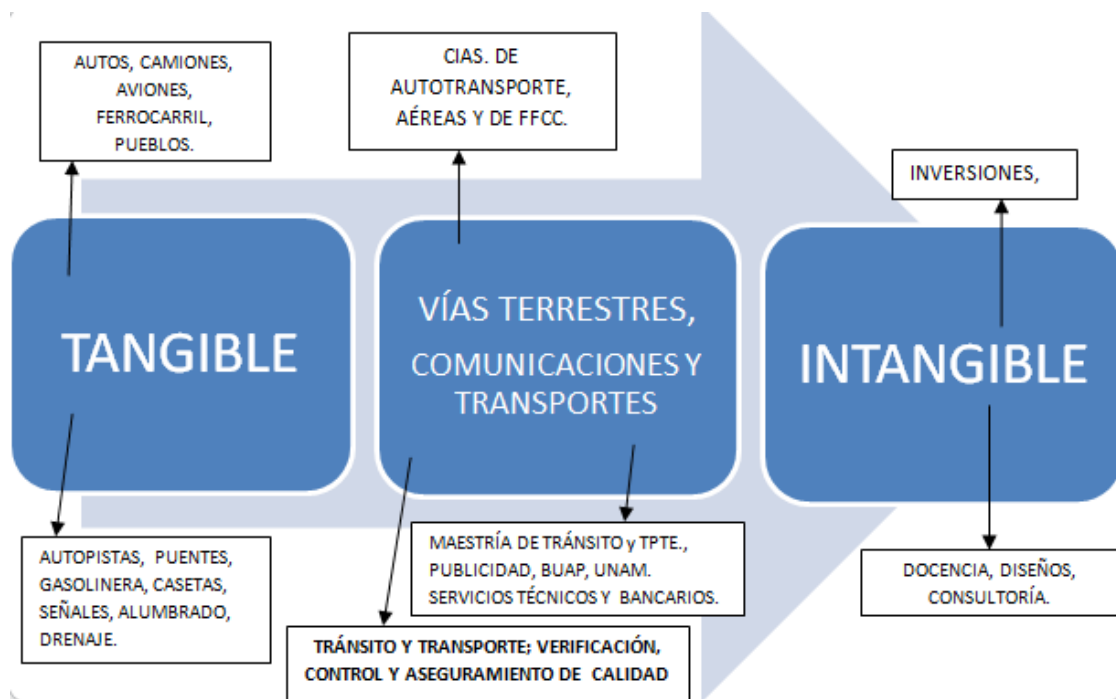


Figura 1.3.- Diferencias entre bienes materiales y servicios

Otra clasificación denomina Servicios finales los que están destinados al usuario o consumidor final, a quienes se hará la encuesta de Calidad del Servicio. Asegurándose la calidad mediante la Verificación por el dueño de la obra o producto y el Control de Calidad que es obligación del constructor o fabricante.

Los Servicios intermedios son aquellos dirigidos a otras empresas privadas, concesionadas o descentralizadas, y que son complementarias a la obra construida, producción o servicio; como es el caso del transporte, comunicaciones, la ingeniería de tránsito, los servicios bancarios, de educación o gubernamentales.

1.2.1. Clasificación y características de los Servicios.

Si se emplean criterios de destino de los productos del Servicio y el carácter de las Prestaciones puede mencionarse algunos como:

- Servicios Sociales: destinados a las personas de forma colectiva, (como atención médica, enseñanza, administración pública).
- Servicios Técnicos: que se aplican a proyectos de carácter intelectual, (docencia, ingeniería, laboratorios y personal calificado y certificado).
- Servicios Personales: destinados a personas físicas, (restauración, estética).
- Servicios de Producción: se suministran a empresas o los consumidores (bancarios, de ventanilla).
- Servicios de Distribución: que tratan de poner en contacto a los productores con los consumidores (servicios de transporte).

Las características diferenciadoras entre los servicios, como la Verificación de Calidad y los bienes como las carreteras se pueden enumerar

por su carácter, ya sea de prestaciones, supervisión, experiencias, diseños, asesorías.

Es posible afirmar que la calidad percibida es diferente de la calidad objetiva, ya que la primera dependerá del nivel de expectativas del usuario como cliente final (servicio esperado) y de las distintas dimensiones percibidas de la calidad del servicio, (como exceso o falta de comunicación externa o publicidad en medios de comunicación, en tiempo, opinión de competidores, etc.); influencias de experiencias anteriores de un servicio igual o parecido; los deseos o requerimientos propios del cliente y no del producto, como es el caso de la construcción de caminos alimentadores, etc. La calidad de servicio objetiva aplica la tecnología vigente para asegurar que el producto o la construcción de un cierto tipo de camino o de la carretera cumplan con los requisitos de la calidad establecidos en el proyecto ejecutivo, mediante mediciones, pruebas que evalúen las propiedades inherentes a cada concepto de obra.

1.2.2. Servicio de Verificación de Calidad en la Unidad General de Servicios Técnicos del Centro SCT- Tlaxcala.

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes trata de cuidar tanto la calidad de Servicio que se ofrece a la población, como la organización necesaria para alcanzar y mantenerse certificada en la calidad internacional de sus procesos. Sin embargo, demostrar una calidad de servicio en la verificación de calidad de una obra realizada por el contratista y supervisada en su Control de Calidad por el propio contratista y el residente de obra como usuario del aseguramiento de calidad, no es sencillo aceptarla desde la opción de dimensiones percibidas. Por lo que debe aceptarse desde un dimensionamiento objetivo integrándose las vertientes objetiva y subjetiva de la Calidad de Servicio, como una calidad objetiva, técnica (servicio técnico) y funcional.

1.2.3. Proceso P0705: Verificación de Calidad de carreteras a cargo de la SCT.

El Proceso P0705 aplicado en la SCT para la Verificación de la Calidad en carreteras se resume como sigue:

- Revisión del contrato (planeación). Lo mismo que en el diseño debe llevarse a cabo esta actividad, para definir las necesidades del cliente.
- Preparación, documentación, control y retención. Es una actividad importante a la que no se le presta la atención suficiente:
 - Planes de inspección y pruebas.
 - Procedimientos de pruebas.
 - Procedimiento de procesos especiales.
 - Instrucciones de trabajo.
 - Procesos de producción.
 - Procesos de inspección o supervisión.
- Control de equipo de inspección y pruebas de laboratorio. Estos equipos requieren de algún tipo de mantenimiento y/o calibración.
- Inspección durante la recepción. Verificar la conformidad del material con los requisitos.
- Material suministrado por el constructor diferente al de diseño (cuando sea aplicable). Verificar durante la recepción el tipo, la condición y la cantidad. Identificar y separar el material propio acordado en el diseño.
- Aseguramiento de Calidad. Verificar durante la producción el cumplimiento de las especificaciones mediante inspecciones y pruebas de control de calidad por el constructor y supervisión por el Residente de obra de la Institución contratante.
- Verificación de Calidad (final), del dueño o Institución contratante.
 - Verificar la terminación mediante pruebas de campo y en laboratorio o con equipos especializados
 - Identificación de observaciones (fallas o defectos) resueltos

- Documentación. Registros, bitácoras, análisis estadísticos de resultados, aplicación de software de seguimiento y comparativa con el control de calidad.
- Muestreo (en general aplicable). Verificar el uso de Programas de muestreo; su normatividad y métodos.
- Estados de la inspección.
 - Verificar los métodos para señalar el estado de la inspección:
 - Esperando por inspección
 - Inspeccionando y aceptando
 - Inspeccionando y rechazando
- Identificación y posibilidad de comprobación.
- Auditoria y acción correctiva. Asegurar que se identifiquen los casos de no conformidad.

1.2.4. Lineamientos de la SCT para la evaluación de la capacidad técnica de laboratorios de control o verificación de calidad o de supervisión, que participen en obras viales. (DGST).

Estos lineamientos permitirán una evaluación uniforme y objetiva de la capacidad técnica y operativa de los laboratorios con que cuentan las empresas particulares, que soliciten a esta Unidad Administrativa una aprobación que les permita atender el control o la verificación de calidad o la supervisión contratada en las obras viales, o participar en licitaciones de supervisión externa que convoquen las Direcciones Generales de Obras para los trabajos a su cargo.

1.2.4.1. Lineamientos Generales

Considerando que la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), es la facultada por la Secretaría de Economía (SE) para acreditar laboratorios de pruebas en materiales naturales e industrializados, la Dirección General de Servicios Técnicos y las Unidades Generales de Servicios Técnicos de los Centros SCT, sólo extenderán una constancia de la capacidad técnica de los

laboratorios interesados, que le demuestren al Residente del Proceso P0705, con base en una evaluación de su capacidad técnica y operativa, utilizando los criterios de la Norma SCT N.Cal.2.05.001/05 “Aprobación de Laboratorios” y las Normas Mexicanas sobre Control de Calidad, referentes a la operación y evaluación de laboratorios de pruebas.

Lo anterior se efectuará, en tanto no se cuente con laboratorios particulares suficientes, acreditados por la Ema en las áreas de terracerías y pavimentos, para que participen en las obras viales.

Para efectos de cobro del servicio, se aplicará el concepto denominado: “Calificación para aprobar las condiciones físicas y funcionales por cada área de laboratorio de prueba de empresas que atienden trabajos de: Terracerías y pavimentos, Asfaltos y mezclas asfálticas, Cementos y concretos hidráulicos, Aceros y neoprenos, química y pinturas o de mantenimiento y calibración de máquinas de ensaye”, cuya clave es el número 04391319 del Catálogo Único de Conceptos y Tarifas de Captación de Ingresos, aprobado por la SHCP para la SCT, que se encuentra vigente. Considerar además que cada seis meses se actualiza el costo de los servicios de este Catálogo.

Es necesario aclarar a las empresas interesadas en la evaluación de sus laboratorios, que el pago que deben realizar no compromete a esta dependencia a extender una constancia favorable, a menos que el laboratorio solicitante cumpla con los criterios de evaluación respectivos. También es importante destacar que la vigencia de la constancia que extienda la DGST o los Centros SCT, será por cada obra que atienda o por cada licitación en que la empresa interesada quiera participar.

Cuando se trate de laboratorios que participen en contratos de obras de la SCT, la aprobación correspondiente o las deficiencias observadas que

resulten de la evaluación efectuada, serán informadas por escrito a la Residencia de Obra solicitante del servicio.

1.2.4.2. Lineamientos para efectuar la evaluación de laboratorios

La evaluación de cada laboratorio consistirá en verificar el nivel académico y experiencia de su personal profesional y técnico; el estado y nivel de servicio de sus equipos básicos para pruebas; la funcionalidad de sus instalaciones de laboratorio; la eficiencia de sus procedimientos de organización, la metodología de pruebas y la presentación y objetividad de los informes de resultados.

El período estimado para realizar una evaluación de laboratorios, desde el momento en que se entregue la solicitud respectiva por escrito a la Dependencia y se haya corroborado que la empresa cubrió el pago del servicio correspondiente, mediante copia del pago efectuado, hasta la formulación y entrega del acta correspondiente o la entrega de la constancia procedente, no será mayor de 10 días hábiles.

La evaluación se realizará por cada área de laboratorio que a la constructora solicitante le interese que se evalúe, estimándose que el Evaluador de la SCT y sus ayudantes requerirán de una jornada de 4 horas para verificar un área.

Durante la evaluación, se verificará que la información presentada por la empresa sea fidedigna, revisando físicamente el personal, equipos disponibles e instalaciones por cada área de laboratorio a evaluar, anotando en los formatos adjuntos a esta metodología, la información complementaria significativa.

El Evaluador de la SCT informará el resultado de la evaluación practicada, para que se proceda al levantamiento del acta correspondiente o a extender o no la constancia respectiva.

1.2.5. Auditorías

Las auditorías de calidad se realizan para analizar la eficacia e implantación de programas diseñados para elevar al máximo la calidad de bienes y servicios entregados al cliente.

Cuando se elabora y se implanta un sistema de calidad, la única forma en que la organización puede verificar su efectividad es realizando auditorías periódicas. Todas las normas de aseguramiento de la calidad contienen el requisito de la auditoría al sistema, mediante una verificación de calidad.

La Normatividad de la SCT para el control y verificación de calidad (N.CAL.1.01/05) indica que la auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado del Órgano Interno de Control de la SCT, de la Auditoría Superior de Hacienda o de la Secretaría de la Función Pública, para obtener: registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información pertinente y evaluarla de manera objetiva, con el fin de determinar la extensión en que se cumple el conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia para la ejecución de la obra.

1.2.6. El modelo de gestión de la calidad medioambiental total

El término Gestión de la Calidad Medioambiental Total (GCMT o TQEM _ Total Quality Environmental Management) fue empleado por primera vez en 1993 por la Global Environmental Management Initiative (GEMI) con la finalidad de transmitir la idea de que la forma de pensar y los principios de la gestión de la calidad total podían ser aplicados a la gestión medioambiental. Aunque

puedan existir otras propuestas, podemos enumerar los principios básicos en los que se fundamenta el modelo GCMT en los 9 siguientes:

1.2.6.1 Responsabilidad social

Las necesidades e intereses actuales de los usuarios de la carretera no siempre coinciden con el interés social y el beneficio a largo plazo del conjunto de la sociedad.

En otras palabras, se puede decir que la GCMT debe perseguir el desarrollo sustentable y seguro, especialmente en tramos donde la naturaleza periódicamente ocasiona eventos y fenómenos perturbadores en el clima, la temperatura, ciclones, tsunamis, sismos, etc. que obstruyen el tramo parcial o totalmente.

1.2.6.2. Liderazgo y prioridad competitiva

El compromiso claro y decidido de la dirección de la constructora por la calidad medioambiental se refleja en decisiones como las siguientes:

- Aprobar y hacer pública una política medioambiental, entendida como un documento firmado por la alta dirección.
- Otorgar la máxima responsabilidad medioambiental a algún miembro del consejo de dirección de la empresa y/o crear un consejo de Medio Ambiente.
- Incorporar el desarrollo sostenible en la declaración de la misión de la empresa y/o en los valores de la organización.
- Proporcionar los recursos y medios materiales necesarios para que la empresa alcance sus objetivos medioambientales.

1.2.6.3. Proactividad

La legislación medioambiental es el punto de partida de iniciativas, siendo necesario ir más allá de las obligaciones legales y alcanzar objetivos de comportamiento medioambiental mucho más exigentes. Para ello no se puede limitar a aplicar tecnologías correctivas, sino que deben invertir para implantar las mejores tecnologías preventivas disponibles en el mercado globalizado.

1.2.6.4. Actuación desde el origen

Es en la etapa de planeación y diseño del proyecto donde se determinan no sólo los principales costos que se van a soportar, sino también los principales impactos medioambientales que se van a generar.

1.2.6.5. Responsabilidad medio ambiental ampliada

Se debe hablar de una responsabilidad ampliada del constructor de manera que tenga presente las consecuencias medioambientales de todo el ciclo de vida de la carretera: desde la fase de extracción de los materiales hasta la fase de eliminación de los derrumbes u obstrucciones generados por el usuario, desastres naturales, que es importante robustecer en una fase de prevención y seguridad, durante su operación.

1.2.6.6. Mejora continua

El objetivo de cero defectos del que hablan Shigeo Shingo y Philip B. Crosby se transforma para el modelo de Gestión de la Calidad Medioambiental Total (GCMT) en: “cero contaminación, cero residuos”.

En caso de existir defectos o desviaciones significativas, se deberá plantear las medidas correctoras oportunas, y en caso de haber cumplido los

objetivos en las condiciones planificadas, será el momento de repetir el ciclo planteándose la consecución de nuevos objetivos medioambientales más críticos.

1.2.6.7. *Gestión medioambiental integrada*

La gestión de los aspectos medioambientales da lugar a la necesidad de dotar a la estructura organizativa de la empresa de una o varias personas que asuman las funciones y responsabilidades correspondientes a este tema, por el bien de la humanidad.

1.2.6.8. *Capacitación, formación y participación de los empleados*

Incluye actividades tales como la realización de cursos de formación, asistencia de empleados a seminarios o congresos, creación de una Intranet con información medioambiental de la empresa, colocación de carteles informativos sobre medidas medioambientales.

1.2.6.9. *Comunicación abierta medioambiental*

Bajo la filosofía de la Gestión de Calidad Medioambiental Total se asume que la información relativa al comportamiento medioambiental de la empresa debe ser accesible para todas las partes interesadas.

Se conoce como comunicación medioambiental al proceso de transmisión de información sobre el compromiso, las acciones y/o los resultados medioambientales de una empresa o de un producto, pero también a los mensajes emitidos por la empresa para educar o concientizar medioambientalmente a sus clientes. Como ejemplo (Figuras 4 y 5), se muestra la información presentada al público de una empresa que trabaja en la construcción de la autopista México- Tuxpan, cruzando el Estado de Puebla:

Código de comportamiento medioambiental de FCC Construcción



- 1) La obra deberá aparecer limpia y ordenada en todo momento. Eso es responsabilidad tuya como de todos. No tires cosas al suelo, cuida el orden general de las instalaciones, recoge lo que veas fuera de sitio.
 - 2) No levantes polvo ni hagas ruidos innecesarios, ni en momentos en que resulte especialmente molesto, si puedes evitarlo.
 - 3) Circula y mueve tu maquinaria dentro de los límites de la obra, sitúa tus instalaciones y acopios en los espacios destinados para ello. De lo contrario compactas, destruyes, deterioras el suelo y su cubierta vegetal, que son un bien limitado y valioso.
 - 4) Utiliza adecuadamente los recursos escasos que provienen de la naturaleza, como la energía, los materiales y el agua.
 - 5) Reduce la cantidad de residuos. Todo elemento que se pueda reutilizar o reciclar deberá ser destinado a este fin, evitando su prematura eliminación o vertido en todos los casos posibles. Prolonga su vida y su uso tanto como sea cualitativa y económicamente factible.
 - 6) No mezcles los residuos. En la obra encontrarás una serie de contenedores. Echa los residuos correspondientes a cada uno de ellos en el contenedor adecuado. Esto servirá para facilitar la recuperación o el reciclado de muchos de ellos, o para evitar un aumento de peligrosidad o dificultad en su tratamiento.
 - 7) El cambio de aceite de la maquinaria deberá hacerse en taller siempre que sea posible. Pídele al taller un resguardo por la entrega del aceite usado. Si tienes que cambiar el aceite en la obra, asegúrate de que evitas su vertido, y gestiona adecuadamente el aceite usado (consulta el procedimiento con la jefatura de obra).
 - 8) No enciendas fuego ni hogueras de manera incontrolada. En particular quemar plásticos en obra, además de estar prohibido por ley, genera en su combustión gases altamente tóxicos y peligrosos para la salud.
 - 9) Los recipientes que contengan productos o residuos peligrosos deberán estar correctamente envasados, etiquetados y protegidos. Manipula con cuidado los envases, evita derrames y avisa siempre que detectes una fuga o un deterioro en el contenedor.
 - 10) No almacenes productos químicos sobre suelos sin protección y sin las correspondientes medidas de prevención frente a derrames. El suelo contaminado es extraordinariamente difícil de recuperar.
 - 11) Cuida de que no haya manchas de aceite o de otros productos peligrosos en el suelo. Cuando veas alguna, házselo saber al encargado para que recoja el terreno contaminado y lo trate como un residuo peligroso que es.
 - 12) Es preciso controlar el destino de todos los residuos que salgan de la obra evitando vertidos incontrolados. No salgas de la obra con el camión cargado en busca de vertedero. El destino debes conocerlo antes de partir, y deberá ser siempre un vertedero autorizado o bien otra obra donde hagan falta o puedan aprovecharse nuestros residuos.
 - 13) Si eres subcontratista deberás acreditar documentalmente que cumples los requisitos legales y que tus autorizaciones se encuentran vigentes (Productores de RP, transportistas y gestores autorizados, acreditación de los mantenedores del aire acondicionado, etc.).
- Tú, como personal de obra, debes tener conocimiento del presente código, comprenderlo y aplicarlo convencido de que las cosas que en él se indican, por pequeñas que parezcan, son importantes si todos las realizamos. Ten presente que vertidos reiterados de residuos como aceites y otros hidrocarburos, pinturas, disolventes y otros aditivos, baterías, pilas y fluorescentes, pueden contaminar de forma persistente e irreversible nuestro Medio Ambiente. No hagas que tus hijos y los hijos de tus hijos pierdan el derecho a disfrutar de él.

Figura 1.4. Ejemplo de Código de comportamiento medioambiental

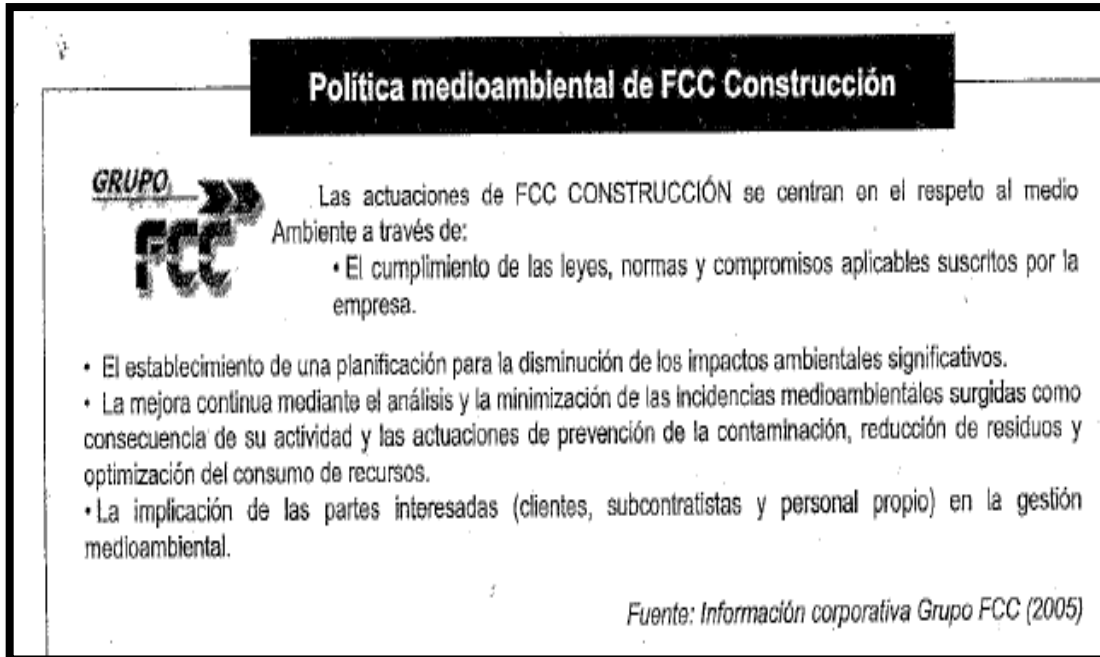


Figura 1.5. Ejemplo de Política medioambiental

1.2.7. Defectos como consecuencia de Errores

El Sistema de Control de Calidad Cero (SCCC) fue desarrollado por el experto en calidad y productividad japonés Shigeo Shingo desde 1986.

De acuerdo con Shingo los defectos son el resultado de errores (principalmente de inadvertencia). El ser humano es propenso a cometer errores no importa cuán concentrado esté en su trabajo o cuan firmemente se proponga no cometerlos. Es prácticamente imposible no cometer errores o bien, llegar a tener cero defectos es absolutamente posible.

Situaciones en las que pueden ocurrir defectos:

- Estándares de trabajo inapropiados o procedimientos de construcción inapropiados o fuera de norma.
- Variación excesiva en las operaciones actuales, fuera de control.

- Materiales o materia prima con variación excesiva de lo especificado.
- Herramientas, equipos de laboratorio obsoletos, muy gastados o sin calibración
- Errores inadvertidos de los trabajadores o en las máquinas, y equipos sin control, certificación o metrología.

Tipos de inspección:

De acuerdo con Shingo (1986), existen 3 tipos de inspección:

- De juicio. Descubren defectos, como el caso de un inspector que descubre defectos al final de la línea de construcción o producción.
- Informativa. Reduce defectos, y se distinguen tres tipos:
 - Sistemas estadísticos, como el control estadístico y el muestreo de aceptación.
 - Sistema de verificación sucesiva (el producto es examinado en el siguiente tramo o estación).
 - Sistemas de auto-verificación (el operador se auto-verifica)
- En la fuente. Eliminan defectos al evitar que un error se transforme en un defecto.

La inspección al 100% (auscultación), con equipo móvil detectará todas las ocurrencias de los defectos en obras, su localización y evidencias fotográficas.

La distinción entre variación y errores es más tangible cuando el número de defectos se acerca a valores de clase mundial. Es muy importante que la retroalimentación sea muy rápida para corregir o prevenir los defectos. En el Proceso P0705 se estima un máximo de 3 a 5 días para solventar un defecto, detectado y verificado mediante software y bitácora electrónica.

1.2.8. Aseguramiento y verificación de calidad

Es conveniente en principio aclarar la mística respecto al tema y presentar la que creo es la filosofía más aceptable. El Aseguramiento de Calidad de la Secretaría lo realizan el Residente de Obra y la Unidad General de Servicios Técnicos como se presenta en la Figura 6.

Como se verá, la Subdirección denominada Unidad General de Servicios Técnicos (UGST) es la encargada de la Verificación y aseguramiento de la calidad debidamente constituido; es capaz de producir un plan para la acción y un programa para seguirlo y su puesta en práctica es responsabilidad de la Administración Central.

No puede asegurarse que alguna función sea correcta, salvo que se haya aplicado la Verificación y confirmado desde un razonamiento objetivo.

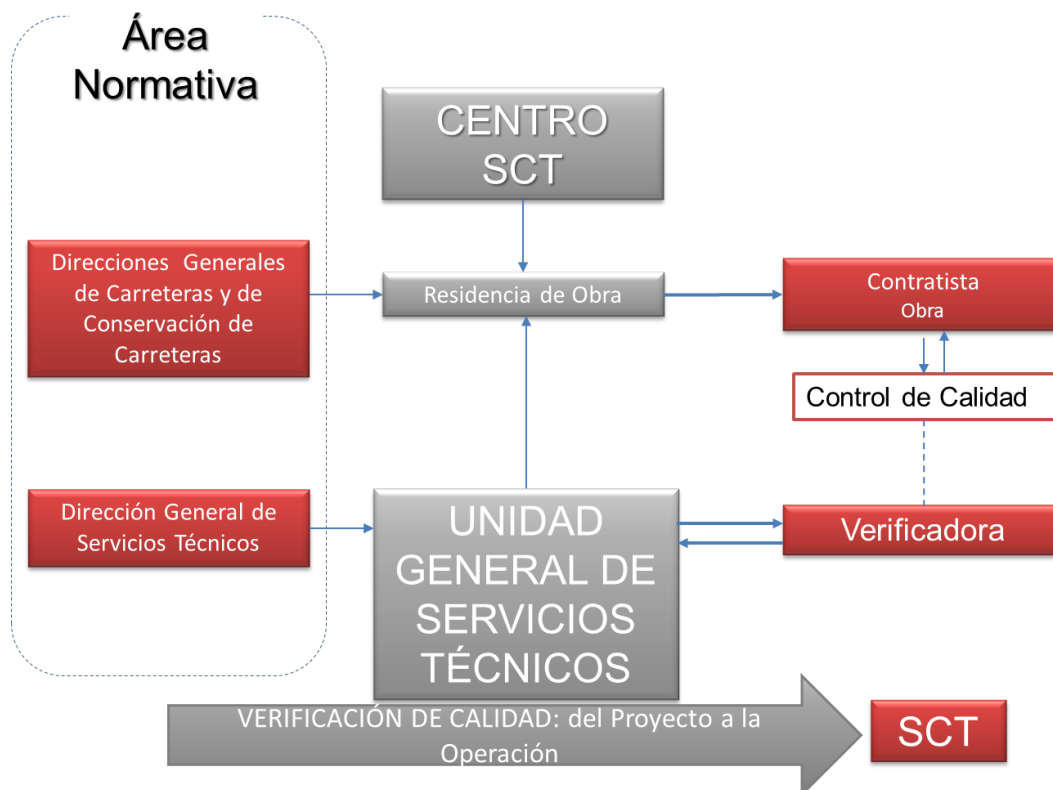


Figura 1.6.- Aseguramiento y Control de la Calidad

Es un enfoque consistente y lógico que puesto en práctica y utilizado en las actividades cotidianas con el respaldo total de Alta Dirección, sólo puede conducir a “lograrlo siempre bien en la primera ocasión”.

Es difícil alcanzar la perfección, pero puede llegarse muy cerca de ella con la práctica constante. El aseguramiento de la calidad es una habilidad y al igual que cualquier habilidad, una vez que se ha aprendido debe practicarse para perfeccionarla.

Llevando esto al escenario industrial, en la actualidad a esta filosofía podría llamársele aseguramiento de la calidad. Quizá el nombre no sea muy afortunado, debido a que la palabra calidad, en su uso normal, implica un criterio subjetivo.

Sin embargo, en el contexto de la Verificación para el aseguramiento de la calidad, la palabra calidad tiene un significado preciso en la mayoría de los países que como México aplica el Sistema de Estandarización ISO, es decir, implica la totalidad de peculiaridades y características de un producto o servicio que determina su capacidad de satisfacer necesidades declaradas o implícitas.

Por consiguiente es imperativo comprender las necesidades del cliente y lo que él considera calidad, para que el producto o servicio satisfaga las necesidades declaradas o implícitas.

En el caso de autopistas de cuota o servicios importantes, el usuario solventa sus necesidades, bajo la forma de especificaciones detalladas o particulares, que espera sean controladas y verificadas en su calidad, para asegurar su cumplimiento y así aceptar el pago de peaje con agrado.

Estos Servicios abarcan para el Ingeniero en Tránsito y Transporte aspectos tales como administración, finanzas, ventas, comercialización, diseño, compras, construcción, producción, instalación, contratación e incluso considerar su desactivación.

Los Directores Generales de los Centros SCT de Tlaxcala y Puebla son los responsables de esta dirección y de la calidad de los artículos o servicios que produce la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en sus entidades, como son las vías terrestres, las comunicaciones, la medicina preventiva y los servicios en el transporte federal.

Por consiguiente, el aseguramiento de la calidad es una función administrativa que no puede delegarse.

El aseguramiento de la calidad es una filosofía de integración total del Sistema, para lograr el resultado deseado.

La responsabilidad de estas verificaciones debe corresponder a quienes tengan los suficientes conocimientos y experiencia para determinar la eficacia de la actividad que se está revisando, en el Centro SCT es el Departamento o Unidad de Laboratorios, la encargada con personal experimentado, de realizar y contratar empresas certificadas para su ejecución, a falta de personal certificado.

Los certificados de producción, los certificados de pruebas, los certificados de pruebas no destructivas, etcétera, son requisitos para demostrar el cumplimiento de las especificaciones. La Normatividad es confección basada en documentos de ingeniería, no de aseguramiento de calidad.

Actualmente se considera la certificación de terceros que intervengan en la Verificación de Calidad como un requisito de aseguramiento de calidad.

El mejor momento de poner en marcha un programa de aseguramiento de calidad es al inicio de una empresa u obra. La prevención es mejor que la cura.

Independientemente de su naturaleza, todas las actividades tienen alguna participación humana en algún lugar, en algún momento. Por tanto, la posibilidad de lograr la casi perfección en cada ocasión es muy remota, pero se debe intentar alcanzar la mayor parte del tiempo. Esto solo puede lograrse mediante la práctica constante y la actualización continua de las habilidades y destrezas. Los requisitos del entrenamiento para adquirir nuevas habilidades y mantenerse actualizados, en cuanto a las nuevas tecnologías, así como el reentrenamiento cuando no se ha participado en una actividad durante algún tiempo, serán una gran ayuda para alcanzar una casi perfección, permanente.

¿Qué es la verificación para el aseguramiento de la calidad?

- Es efectivo en cuanto a costos.
- Es una ayuda para la productividad.
- Es un medio de lograrlo siempre bien en la primera ocasión.
- Es un buen sentido común administrativo y, lo más importante:
- Es la responsabilidad de todos.

La pregunta “¿lo tenemos bien?” (Control de calidad/inspección) tiene que cambiarse a “¿lo estamos haciendo bien?” (Aseguramiento de la calidad). Y lo mejor “¿cumple con la Normatividad y la Calidad internacional?” (Verificación de Calidad).

1.2.9. El enfoque sistemático

Lamentablemente, aún persiste la tendencia a conservar estas viejas prácticas de inspección visual que solo sirven para identificar si un artículo o un

Servicio son aceptables o inaceptables, sobre una base de “pasa o no pasa”. En su lugar ahora se deberían estar buscando métodos que reduzcan la cantidad de actividades de inspección e incrementen las pruebas no destructivas.

En una organización todos deben ser responsables de la calidad del trabajo que producen y no depender de los auditores, verificadores o inspectores para que después de descubrir cualquier falla, error o defecto, lo justifiquen con disculpas y pretextos.

Ahora la filosofía que se propone es insistir en la evidencia objetiva o real de que exista la calidad programada desde el proyecto ejecutivo de una planeación bien dirigida por la Alta Dirección.

1.2.10. La verificación de la calidad en la seguridad vial de pavimentos con carpetas de concreto asfáltico

La calidad funcional de un pavimento está dada por las características de la capa de rodadura (textura, fricción, regularidad, durabilidad) en términos, primero de la seguridad y del confort que le confiere el usuario.

México se incluye a nivel internacional en la década de acciones para la Seguridad Vial (2011-2020), con el propósito de reducir un 50% el número de accidentes; esto es: mejorando las vías de comunicación, la seguridad en los vehículos, la educación a las personas y mejorando los centros de salud para reducir el número de muertos, así como dando atención a familiares de los heridos, con acciones de sensibilización (aplicación del alcoholímetro), coordinación con empresas transportistas y a nivel intersectorial desde los más de 350 gobiernos de países que a la fecha se han comprometido en la aplicación de buenas prácticas y en la vigilancia de las vías de comunicación.

CAPITULO 2

AUSCULTACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS, DE LA RED VIAL.

Los conceptos básicos para las evaluaciones y control de calidad están relacionadas con mediciones de capacidad estructural del pavimento, lo que nos indica la vida útil o de servicio del pavimento existente, y las relaciones con la capacidad funcional determinando su Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Profundidad de Roderas (PR), Coeficiente de Fricción (CF), Macrotextura y Deterioros (agrietamiento), así como los Radios de Curvatura, la Sobreelevación e Inventario de la carretera en estudio.

Los asociamos con los Costos de Operación de la flota vehicular, el confort, las velocidades de operación e incluimos la Seguridad Vial, evaluando las condiciones de Fricción de la superficie de rodamiento, para asegurar el frenado (sin riesgo) de los vehículos.

Equipos utilizados en México para lograr una evaluación o a nivel nacional que dará resultados en los Estados de Tlaxcala y Puebla:

1. Deflectómetro de Impacto (FWD).

Mide las deflexiones superficiales provocadas al someter a al pavimento a una fuerza real en el sitio de la obra, (peso de los vehículos) que simula las cargas de transito estandarizadas, lo que permite inferir o calcular la capacidad de soporte del pavimento y estimar la vida útil remanente en dicha estructura se asocia con ocurrencia de agrietamientos por fatiga y deformaciones permanentes en la capa de rodamiento, tales como roderas; efecto que reduce la vida útil del pavimento.

2. Perfilómetro láser.

Es un equipo de última generación que mide la irregularidad superficial de la carretera es decir, la condición de regularidad superficial mediante un Índice de estado estandarizado mundialmente, denominado IRI (International Roughness Index).

Lo que para el usuario de la carretera percibe y le denomina confort de marcha (aparentemente subjetivo), es lo que técnica y objetivamente definimos como regularidad o rugosidad de la carretera, equivalente a la suma de irregularidades de la superficie en una unidad (100 m) de longitud. Esto se asocia también con los Costos de Operación de los vehículos que circulan dado que afecta el consumo de combustible y costos de mantenimiento.

3. Para la Seguridad Vial. Equipo del nivel de fricción, agarre o rozamiento, para definir el coeficiente de la Resistencia al deslizamiento, (GRIP Number), de la llanta del vehículo en el pavimento de la carretera.

También puede denominarse coeficiente de rozamiento, porque determina el grado de adherencia de la llanta con la calzada y se relaciona directamente con el Índice de peligrosidad de un tramo carretero o ruta. Indica que al incrementarse el número de fricción, agarre o rozamiento mayor es la fuerza que trata de oponerse al deslizamiento del vehículo, lo cual es indispensable para brindar condiciones seguras a los usuarios en caso de: frenada de emergencia, al tomar una curva a velocidades moderadas en rotondas, glorietas o accesos a autopistas. Por otro lado, los pavimentos con NIVEL (Grip) bajo causan peligro de derrape o pérdida de control del vehículo y son causa común de accidentes cuando el usuario a su vez trae el vehículo en llantas lisas.

De lo anterior se concluye que es vital mantener un valor mínimo del coeficiente al deslizamiento del vehículo sobre la superficie del pavimento, para conservar las condiciones de Servicio y Seguridad estipuladas para la normatividad para el tipo de vía carretera.

El Nivel de agarre de la llanta depende de varios factores, siendo los principales la micro y macro textura de la mezcla asfáltica o concreto de la carpeta. En la figura 1, se muestra esquemáticamente su diferencia.

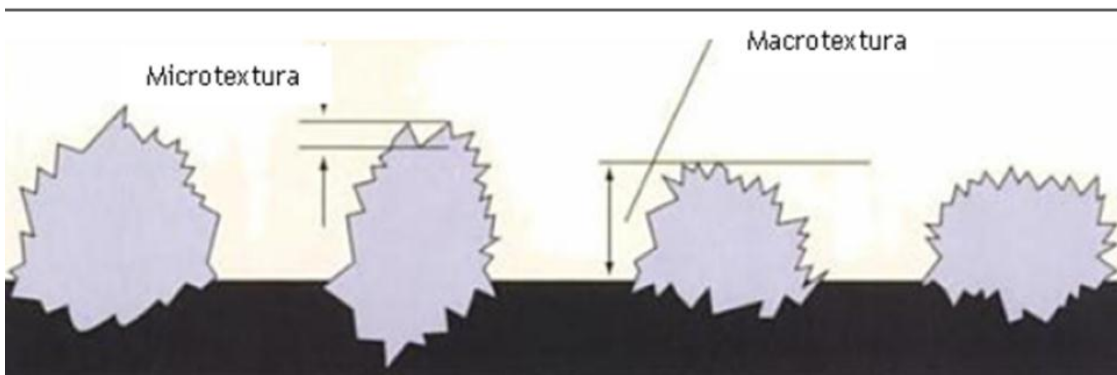
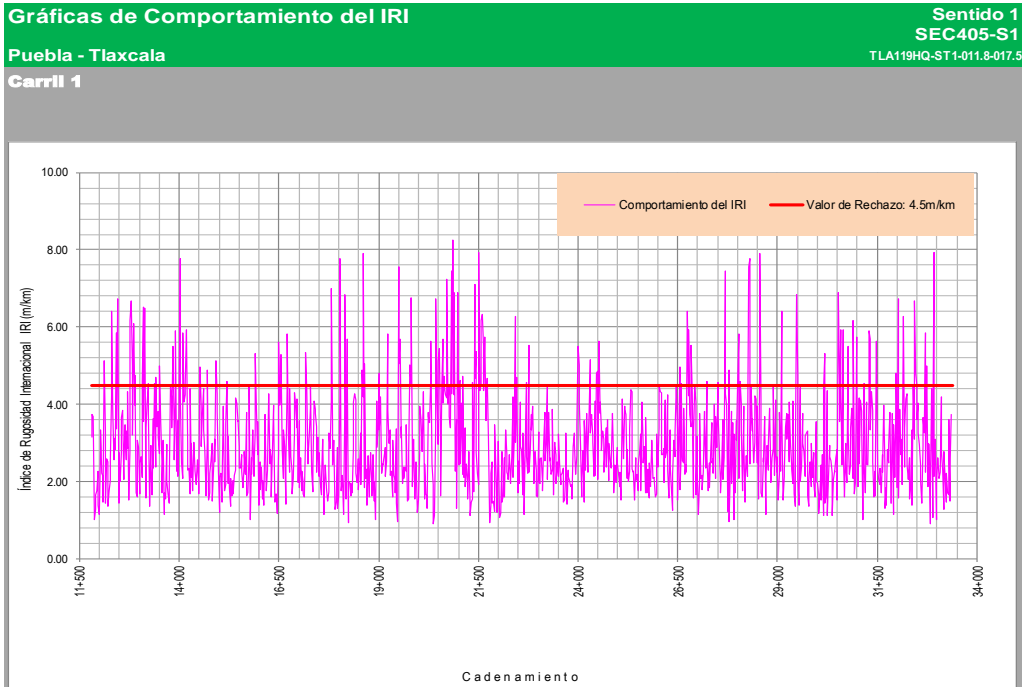
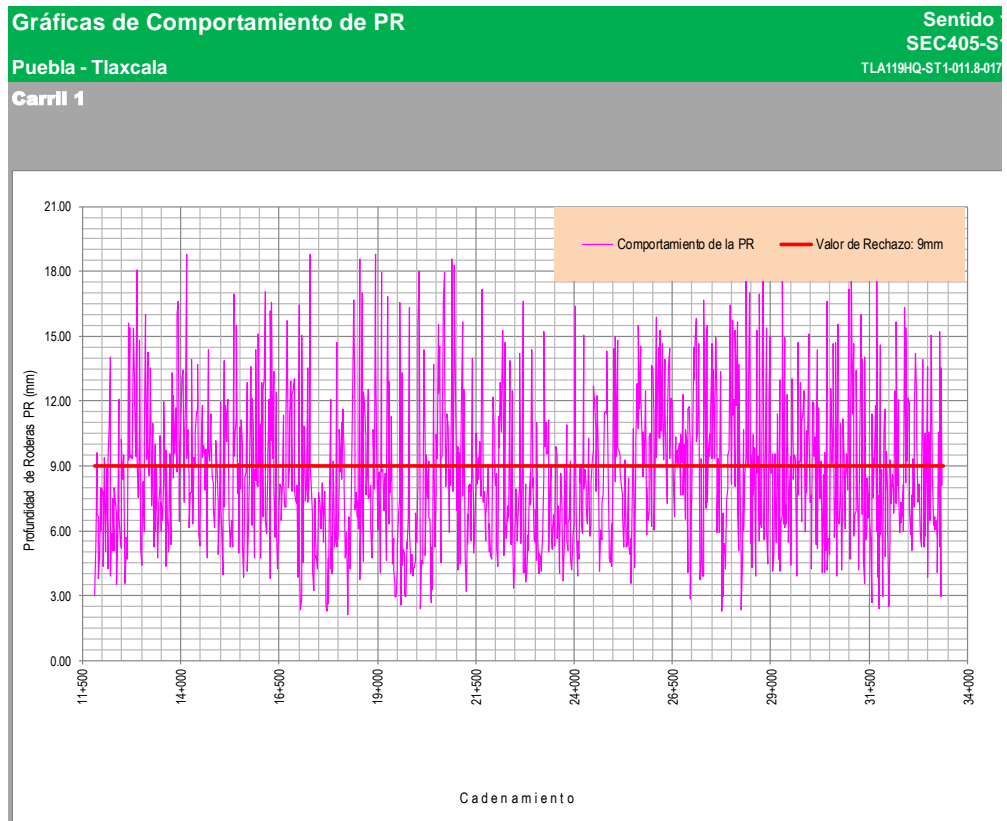


Figura 2.1. Concepto de microtextura y macrotextura

La macrotextura depende del tipo de agregado expuesto en la mezcla diseñada para la superficie de rodamiento y expuesto en la mezcla obtenida.



Gráfica. 2.1. Comportamiento del índice de rugosidad internacional (IRI).



Gráfica. 2.2. Comportamiento de Profundidad de Roderas (PR).

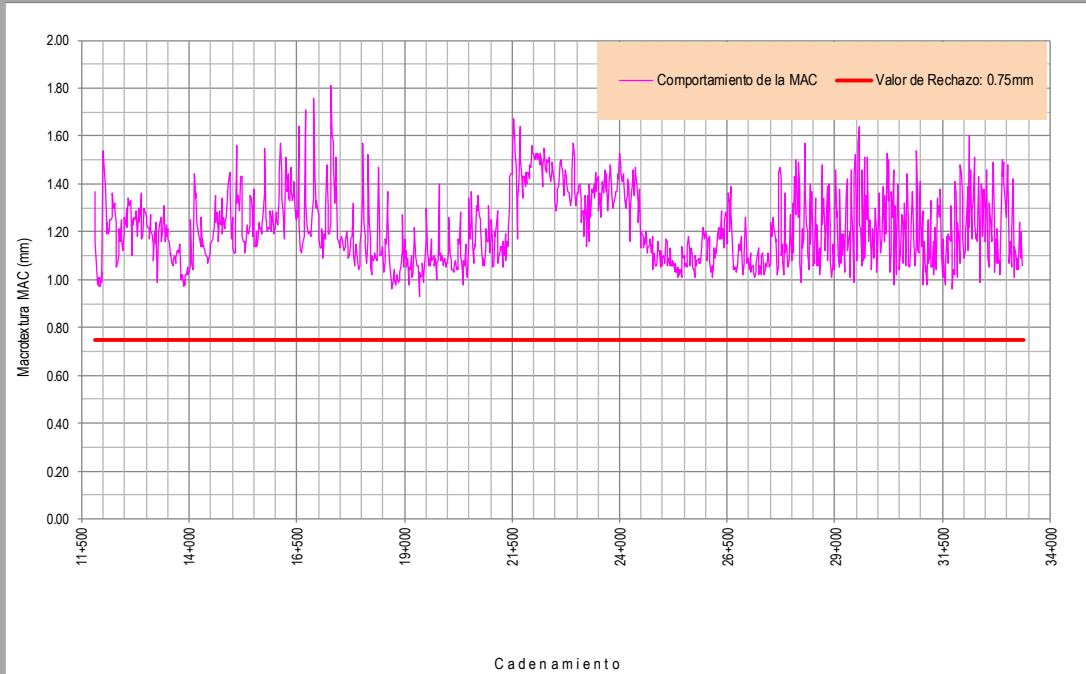
Gráficas de Comportamiento de MAC

Sentido 1
SEC405-S1

Puebla - Tlaxcala

TLA119HQ-ST 1-011.8-017.5

Carril 1



10

Gráfica. 2.3. Comportamiento de la Macrotextura (MAC).

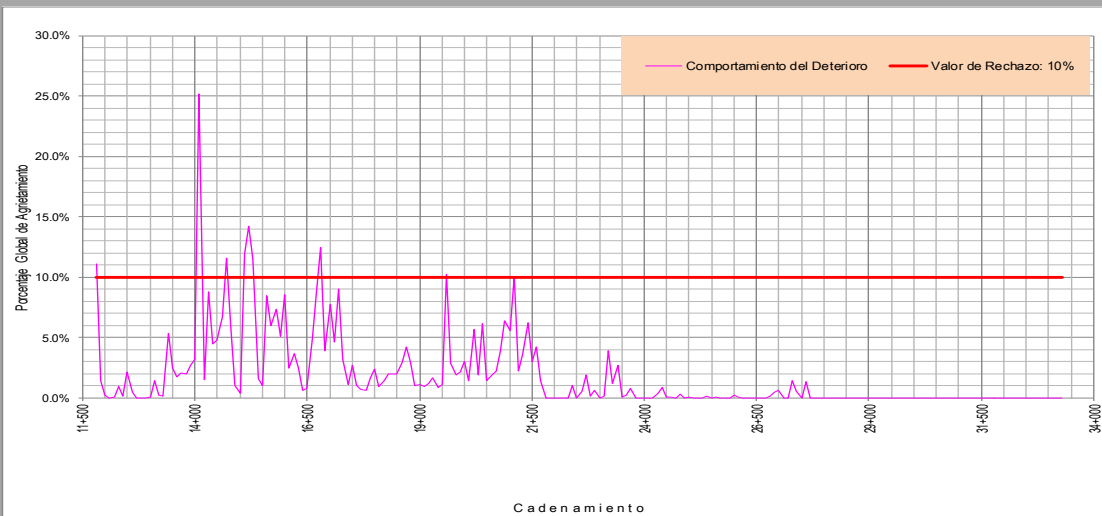
Gráficas de Comportamiento del Porcentaje Global de Agrietamiento

Sentido 1
SEC405-S1

Puebla - Tlaxcala

TLA119HQ-ST 1-011.8-017.5

Carril 1



Gráfica. 2.4. Comportamiento del porcentaje global de Agrietamiento.

36

Valores Aceptables y No Aceptables de los Indicadores del Estado Superficial del Pavimento en Tramos de 1000 metros						Sentido 1 SEC405-S1	
Puebla - Tlaxcala						TLA119HQ-ST1-011.8-017.5	
		Aceptable	No Aceptable				
		IRI	PR	MAC	Deterioro		
		Carril	Carril	Carril	Carril		
De Km:	A Km:	1	1	1	1		
11+800	12+000						
12+000	13+000						
13+000	14+000		9.04				
14+000	15+000		9.40				
15+000	16+000		9.02				
16+000	17+000		9.54				
17+000	18+000						
18+000	19+000						
19+000	20+000						
20+000	21+000		9.75				
21+000	22+000						
22+000	23+000						
23+000	24+000						
24+000	25+000						
25+000	26+000		9.12				
26+000	27+000		10.29				
27+000	28+000		9.73				
28+000	29+000		9.72				
29+000	30+000		9.05				
30+000	31+000						
31+000	32+000						
32+000	33+000						
33+000	33+374						

Tabla. 2.1. Indicadores del estado superficial del pavimento en tramos de 1000 m.

Valores Aceptables y No Aceptables de los Indicadores del Estado Superficial del Pavimento en Tramos de 20 metros

Sentido 1

Puebla - Tlaxcala



TLA119HQ-

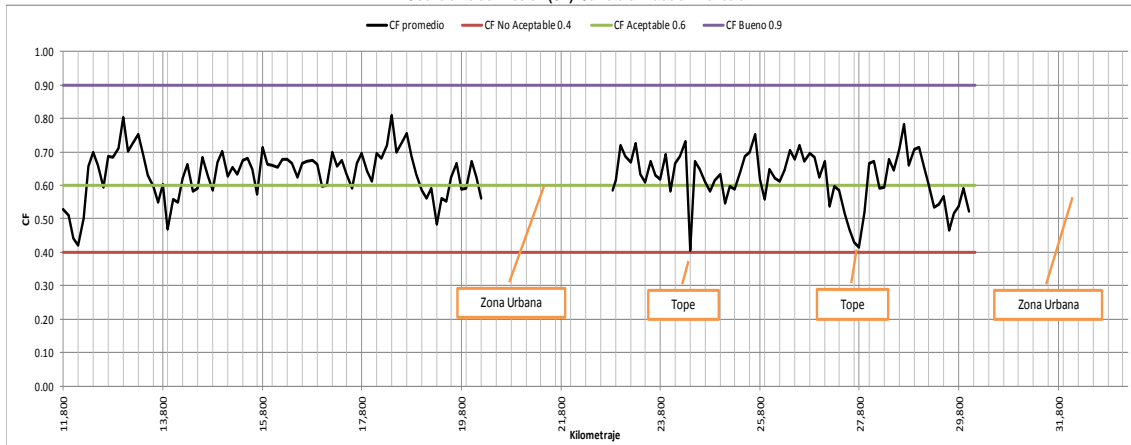
		Aceptable		No Aceptable			
		IRI		PR		MAC	Deterioro
		Carril		Carril		Carril	Carril
De Km:	A Km:	1		1		1	1
11+800	11+820						11.10%
11+820	11+840						11.10%
11+840	11+860						11.10%
11+860	11+880			9.62			11.10%
11+880	11+900						11.10%
11+900	11+920						
11+920	11+940						
11+940	11+960						
11+960	11+980						
11+980	12+000						
12+000	12+020						
12+020	12+040						
12+040	12+060						
12+060	12+080			9.38			
12+080	12+100						
12+100	12+120						
12+120	12+140	5.13					
12+140	12+160						
12+160	12+180			9.34			
12+180	12+200			10.88			
12+200	12+220			14.04			
12+220	12+240						
12+240	12+260						
12+260	12+280						
12+280	12+300						
12+300	12+320						
12+320	12+340	6.41					

Tabla. 2.2. Indicadores del estado superficial del pavimento en tramos de 20 m.

Nivel de Confianza:	0.9	
Z:	1.65	
Valor de Rechazo IRI:	4.50	m/km
Valor de Rechazo PR:	9.0	mm
Valor de Rechazo MAC:	0.75	mm
Valor de Rechazo DET:	10	%
Umbrales		
	IRI	
Bueno	0.00	IRI <= 3.0
Aceptable	3.00	3.0 < IRI <= 4.5
No Aceptable	4.50	IRI > 4.5
	PR	
Bueno	0.0	PR <= 7.0
Aceptable	5.0	7.0 < PR <= 9.0
No Aceptable	9.0	PR > 9.0
	MAC	
No Aceptable	0.00	MAC <= 0.75
Bueno	0.75	MAC > 0.75
	DET	
Bueno	0%	DET <= 10%
No Aceptable	10%	DET > 10%

Tabla. 2.3. Umbrales de indicadores.



 Dirección General de Servicios Técnicos
Determinación del Coeficiente de Fricción de la superficie de rodamiento de los pavimentos de la Red Carretera Federal 2013 (Secundaria y principales carreteras estatales que interconectan a los ejes troncales)
Coeficiente de Fricción (CF). Carretera: Puebla - Tlaxcala



Gráfica. 2.5. Coeficiente de Fricción Carretera: Puebla – Tlaxcala

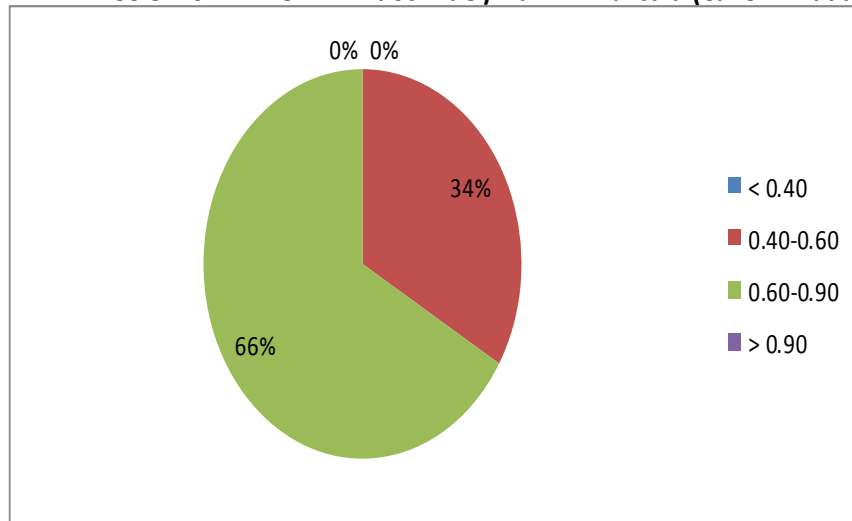
Determinación del Coeficiente de Fricción de la superficie de rodamiento de los pavimentos de la Red Carretera Federal 2013 (Secundaria y principales carreteras estatales que interconectan a los ejes

Estadístico de Resultados de Coeficiente de Fricción (CF). Carretera: Puebla - Tlaxcala

Pue./Tlax. A Tlaxcala (Calle		
Rango	CF	
< 0.40	0	0.00
0.40-0.60	5,300	33.54
0.60-0.90	10,500	66.46
> 0.90	0	
Total	15,800	100.00

Tabla. 2.4. Estadístico de resultados de Coeficiente de Fricción (CF), en la carretera: Puebla-Tlaxcala.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN SENTIDO Lim. Edos. Pue./Tlax. A Tlaxcala (Calle Privada de calle 1)



Gráfica. 2.6. Coeficiente de fricción.

Cadenamiento Carretera	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	X	Y	DESCRIPCION
11+800.00	19.138307	-98.222544	2182.330	581761.265	2116312.771	Limite de Estados PUEB - TLAX (INICIA TRAMO)
12+022.33	19.140179	-98.221885	2183.290	581829.702	2116520.242	Poste KM 12
12+174.89	19.141556	-98.221840	2188.580	581833.748	2116672.701	Sección transversal de 4 carriles con camellon central
12+381.20	19.143419	-98.221829	2192.420	581833.984	2116878.866	Anuncio Espectacular
12+875.14	19.147671	-98.223251	2193.057	581682.316	2117348.614	Tope
12+887.37	19.147775	-98.223290	2193.870	581678.222	2117360.132	Semáforo
13+027.03	19.148994	-98.223619	2195.790	581642.972	2117494.923	Poste KM 13
13+184.20	19.150412	-98.223628	2196.270	581641.331	2117651.837	Estación de servicio GASOLINERIA
13+220.01	19.150736	-98.223626	2197.677	581641.426	2117687.608	Semáforo
13+252.21	19.151026	-98.223631	2197.710	581640.738	2117719.711	Paso Peatonal
13+301.53	19.151471	-98.223610	2197.230	581642.696	2117768.991	Zona Comercial
13+809.17	19.155957	-98.223484	2203.000	581653.728	2118265.469	Puente
14+008.69	19.157610	-98.224238	2198.664	581573.599	2118448.076	Poste KM 14
14+034.66	19.157835	-98.224310	2197.230	581565.966	2118472.894	Tope
14+059.28	19.158043	-98.224393	2198.670	581557.138	2118495.821	Paso Peatonal
14+089.47	19.158298	-98.224492	2198.670	581546.544	2118524.089	Interseccion a Nivel TD
14+117.75	19.158545	-98.224562	2198.190	581539.157	2118551.356	Tope
14+271.79	19.159865	-98.225022	2197.710	581490.074	2118697.217	Tope
14+517.80	19.161964	-98.225793	2200.110	581408.025	2118929.062	Tope
14+582.86	19.162521	-98.225986	2200.587	581387.374	2118990.738	Cruce de ferrocarril
14+936.35	19.165549	-98.227055	2200.590	581273.511	2119325.268	Tope
14+952.03	19.165687	-98.227088	2201.560	581270.033	2119340.520	Anuncio Espectacular
15+002.84	19.166117	-98.227258	2202.520	581251.895	2119387.976	Estación de servicio GASOLINERIA
15+103.44	19.166980	-98.227559	2202.520	581219.875	2119483.315	Tope
15+431.06	19.169776	-98.228576	2206.360	581111.552	2119792.282	Tope
15+756.37	19.172355	-98.229947	2208.770	580966.076	2120077.034	Tope
15+775.01	19.172463	-98.230083	2208.770	580951.745	2120088.946	Paso Peatonal
15+878.07	19.173053	-98.230842	2208.770	580871.705	2120153.799	Alcantarilla
16+018.82	19.173846	-98.231887	2208.290	580761.403	2120241.082	Poste KM 16
16+136.53	19.174526	-98.232746	2206.840	580670.728	2120315.916	Tope
16+193.23	19.174851	-98.233161	2207.320	580626.936	2120351.773	Paso Peatonal
16+377.45	19.176177	-98.234196	2205.880	580517.500	2120498.037	Tope
16+551.14	19.177519	-98.235052	2205.400	580426.778	2120646.082	Tope

Tabla. 2.5. Inventario Físico.

De Km:	A Km:	IRI_IQZ	IRI_DER	IRI_PROM	PR_IQZ	PR_DER	PR_MAX	MAC_IQZ	MAC_DER	MAC_PROM	Radio de curvatura	Sobreelevación
11+800	11+820	2.36	3.93	3.15	2.03	2.99	2.99	1.07	1.67	1.37		1.5%
11+820	11+840	2.79	4.70	3.75	2.58	3.12	3.12	0.82	1.50	1.16	220.006	0.8%
11+840	11+860	3.73	3.64	3.69	5.19	5.44	5.44	0.64	1.50	1.07	220.006	1.5%
11+860	11+880	0.83	1.38	1.11	8.64	9.62	9.62	0.49	1.48	0.98		0.8%
11+880	11+900	1.01	1.00	1.01	6.75	4.33	6.75	0.49	1.46	0.98		0.1%
11+900	11+920	1.43	1.14	1.29	6.64	4.13	6.64	0.55	1.46	1.01	166.031	-0.8%
11+920	11+940	1.68	1.62	1.65	3.69	3.82	3.82	0.51	1.43	0.97	166.031	-1.2%
11+940	11+960	1.91	1.61	1.76	4.78	1.70	4.78	0.53	1.41	0.97	166.031	-2.3%
11+960	11+980	1.94	2.59	2.27	0.91	8.00	8.00	0.56	1.50	1.03	166.031	-2.5%
11+980	12+000	1.05	1.75	1.40	2.99	6.00	6.00	0.53	1.45	0.99		-1.7%
12+000	12+020	1.00	1.27	1.14	2.67	7.95	7.95	1.32	1.75	1.54		-0.2%
12+020	12+040	2.13	3.55	2.84	2.10	7.69	7.69	1.26	1.65	1.46		-0.3%
12+040	12+060	4.17	2.50	3.34	4.36	1.33	4.36	1.25	1.68	1.46		-0.6%
12+060	12+080	2.75	1.68	2.22	9.38	0.83	9.38	1.12	1.65	1.38	505.505	-0.9%
12+080	12+100	1.71	2.56	2.14	5.04	1.99	5.04	0.91	1.47	1.19		-0.3%
12+100	12+120	1.28	1.67	1.48	5.59	3.62	5.59	0.98	1.50	1.24		-0.3%
12+120	12+140	3.88	6.37	5.13	2.69	8.88	8.88	0.92	1.47	1.19		0.2%
12+140	12+160	4.02	2.53	3.28	4.25	3.79	4.25	0.96	1.48	1.22		0.2%
12+160	12+180	1.07	1.78	1.43	2.02	9.34	9.34	1.03	1.47	1.25		0.2%
12+180	12+200	2.31	2.84	2.58	4.39	10.88	10.88	1.04	1.47	1.25		-0.5%
12+200	12+220	3.13	1.88	2.51	14.04	3.06	14.04	1.06	1.45	1.26		-0.3%
12+220	12+240	1.54	1.16	1.35	3.91	3.51	3.91	1.17	1.55	1.36		-0.5%
12+240	12+260	1.20	2.29	1.75	5.84	4.73	5.84	1.04	1.56	1.30		0.1%
12+260	12+280	2.24	1.82	2.03	4.17	5.08	5.08	1.09	1.55	1.32		-0.4%
12+280	12+300	2.69	2.45	2.57	7.51	4.24	7.51	1.07	1.51	1.29		-0.1%
12+300	12+320	4.51	3.93	4.22	5.06	4.39	5.06	0.94	1.53	1.24		0.0%
12+320	12+340	8.45	4.37	6.41	4.76	8.00	8.00	0.68	1.43	1.05		0.3%
12+340	12+360	3.64	3.83	3.74	7.35	0.89	7.35	0.72	1.42	1.07		0.5%
12+360	12+380	1.78	3.33	2.56	3.96	6.80	6.80	0.74	1.46	1.10	267.37	0.1%
12+380	12+400	2.87	3.38	3.13	2.28	3.52	3.52	0.84	1.58	1.21	267.37	-0.4%
12+400	12+420	3.34	2.29	2.82	5.62	1.40	5.62	0.89	1.43	1.16	267.37	-0.3%
12+420	12+440	5.10	6.59	5.85	12.09	5.39	12.09	0.94	1.56	1.25	267.37	-0.6%

Tabla. 2.6. Resultados del estudio de auscultación en un tramo de la carretera: Puebla-Tlaxcala.

CAPITULO 3

CATÁLOGO DE ESTRUCTURACIÓN DE PAVIMENTOS EN DESARROLLO POR LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

3.1. La Estructuración de los Pavimentos en carreteras

El diseño de pavimentos debe arrancar de un estudio geotécnico, que prevea la resistencia, la compresibilidad y la rigidez de los suelos que formarán las terracerías, sobre las que se apoyarán los pavimentos, puesto que, en gran medida, estos suelos condicionarán el comportamiento de toda la sección estructural, concepto propuesto por el Maestro Alfonso Rico Rodríguez, hace más de cuarenta años y que propone analizar en conjunto las terracerías y los pavimentos.

El estudio geotécnico proporciona a la vez, la información necesaria sobre las fuentes de abastecimiento de los materiales, sus características y propiedades, además de su ubicación y accesibilidad, informando al proyectista sobre la calidad de los materiales de que dispone en la Región. Se complementa con la información climatológica (temperatura, humedad, etc.), ya sea regional o inclusive por subtramos críticos en su comportamiento de una misma carretera.

Con esta información es posible dar el primer paso en el diseño de las secciones estructurales, proponiendo una que cumpla con los requisitos básicos siguientes:

- Trabajar en conjunto haciendo compatibles con su resistencia, no sólo los esfuerzos generados por las cargas aplicadas, sino también las

deformaciones que se producirán, especialmente en las capas más superficiales, que en general cuando presentan resistencia a la tensión, son las más afectadas.

- Generar, bajo el efecto de las cargas aplicadas durante todo el ciclo de vida, deformaciones permanentes (roderas) no más allá de los 2.5 cm, considerados como máximo para no afectar seriamente el drenaje transversal.
- Plantear una estrategia de conservación acorde con la intensidad del tránsito, es decir que el efecto sobre el flujo de los vehículos sea el mínimo, considerando que entre mayor sea el tránsito mayores serán los congestionamientos producidos por los trabajos de conservación, mayores los tiempos de espera y mayores los costos transferidos a los usuarios.
- Considerar correctamente el drenaje y el subdrenaje. Probablemente es éste el concepto menos entendido del funcionamiento de un pavimento. Frecuentemente el concepto de drenaje sólo se asocia con la evacuación de aguas superficiales, lo cual es evidentemente necesario, por razones de seguridad en la operación, al evitar el acuaplaneo.

En el caso de reforzamientos o reconstrucciones de pavimentos, a los requisitos atrás enumerados debe agregarse la evaluación correcta de los pavimentos existentes, que va más allá de la determinación de espesores de las capas y las determinaciones de sus características, casi siempre índice de los materiales que las forman.

Para ser efectiva y útil la auscultación debe cubrir aspectos esenciales como la respuesta mecánica de la Sección Estructural en conjunto, a través de su deformabilidad (deflexiones); su resistencia al derrapamiento (Coeficiente de

Fricción); regularidad (Índice Internacional de Rugosidad, IRI); agrietamiento, etc.

3.2. La Homologación y Sistematización de Procesos

Como puede fácilmente intuirse de lo antes expuesto, la tecnología de pavimentos es compleja y muy amplia, pues requiere conocimientos de Mecánica de Suelos, de Geología, de Procedimientos de Construcción, de Costos, de Ingeniería de Tránsito, Climatología, Nanotecnología, etc.

Ante esta situación, la ingeniería mundialmente ha desarrollado procesos, que homologan materiales, diseños estructurales, métodos constructivos, etc. que orientan los trabajos y simplifican las decisiones. A continuación se destacan algunos de esos esfuerzos.

Conociendo las solicitaciones a las que, las diversas capas de la sección estructural estarán sujetas, es posible caracterizar los materiales que las formarán. En esta tesina nos referiremos a la denominación usual de las capas que forman el pavimento, como sigue: carpetas asfálticas, carpeta de concreto hidráulico, base hidráulica, base estabilizada con asfalto, base estabilizada con cemento hidráulico, base modificada con cemento hidráulico.

Esta caracterización generalmente se hace con apoyo en propiedades índice de cada una de las capas, que encuentran sustento en correlaciones confiables con las propiedades mecánicas determinadas en ensayos de laboratorio mucho más complejos. Adicionalmente, dichas propiedades índice y sus valores límite recomendables, se validan en tramos experimentales, tramos de prueba o pistas de prueba, diseñadas y construidas ex profeso. Es por ello que la metodología para determinar valores índices no puede arbitrariamente modificarse, pues pierden todo su valor empírico.

Las propiedades índices así definidas, se integran en Normas, organizadas bajo nombres propios que han sido asignados a cada una de las capas. Para cada capa se seleccionan las propiedades índices más relevantes y los valores límite que deberán cumplir.

Este procedimiento simplifica enormemente el trabajo diario, sin embargo, tiene el inconveniente de que puede interpretarse como que solo esos materiales así definidos pueden emplearse en la construcción de un pavimento. Lo anterior queda evidenciado por la costumbre de llamar “Base” a un material en lugar de por ejemplo, “grava-arena poco limosa”. Esta forma de nomenclatura cancela la posibilidad de utilizar materiales novedosos o marginales, como los obtenidos al recuperar un pavimento antiguo.

Históricamente se ha utilizado una capa denominada “sello”, que para algunos constructores servían para protección de las carpetas, sin embargo su costo por unidad de volumen es insostenible en relación a la de la carpeta que supuestamente protegía. Su verdadera función ha sido siempre la de una “Capa de Rodadura de un solo riego”, con funciones antiderrapantes, de textura uniforme y que produzca un bajo nivel de ruido.

Como capa de rodadura, a la fecha se ha introducido la técnica de las microcarpetas y la técnica de los riegos sincronizados. En ambos casos se eliminan los defectos más importantes de los riegos de sello, como son: el desprendimiento de una parte significativa (15% a 30%) del material pétreo y los daños causados a los vehículos, tanto por el golpe de las partículas desprendidas sobre los cristales y “faros” delanteros, como por el derrape de los vehículos y su pérdida de control.

3.3. Características de un Catálogo de secciones estructurales de pavimentos

El número de soluciones estructurales para un caso dado, es prácticamente semi-infinito, pues se pueden manejar diversos tipos de materiales, infinito número de combinaciones de espesores, diferentes estrategias de conservación, etc.

Por ello resulta práctico disponer de un Catálogo de Secciones Estructurales en el que las variables se reducen prácticamente a tres:

- El Tránsito Diario Promedio Anual y su composición vehicular, traducido a ejes equivalentes acumulados en la vida de servicio.
- Las características de las terracerías, incluyendo la capa subrasante.
- Los espesores de la carpeta y la capa de rodadura o losa de concreto hidráulico, que determinarán el ciclo de vida.

3.4. Requisitos

Las secciones estructurales propuestas en un catálogo, deben cumplir con ciertos requisitos:

- Haber sido diseñadas utilizando los métodos de cálculo de espesores más confiables, tomando en cuenta las cargas reales presentes en la carretera, expresadas en términos de ejes equivalentes.
- Haber sido ensayadas en pistas de prueba o en tramos de prueba, siendo preferibles las primeras, pues en ellas es posible controlar todas las variables, manteniéndolas fijas, excepto aquella que se desea estudiar y por permitir una mejor operación y lectura de la instrumentación que se coloque.

- Ser secuencialmente compatibles, para que la sección estructural evolucione desde la más modesta hasta la más resistente, sin destruir lo ya colocado y simplemente reforzándolas mediante la modificación, estabilización o transformación de los materiales más superficiales o la adición de nuevas capas. Aquí se entiende por modificación de los materiales, el efecto obtenido al agregar un producto estabilizante, como el asfalto o cemento Portland en cantidades reducidas que modifican el comportamiento mecánico de los materiales.
- Contemplar una Estrategia de conservación acorde con el Tránsito Diario Promedio Anual durante toda la vida útil de la sección estructural, que en general se considera de 15 o más años, así como su refuerzo o reconstrucción para incrementar su valor de rescate. Se hace notar que todo pavimento que ha recorrido su evolución normal, se espera que al final pueda ser conservado periódicamente mediante la corrección en superficie de las deformaciones acumuladas. Los pavimentos rígidos también requieren de esta corrección periódica para eliminar los saltos entre losas o escalonamiento.
- Considerar conceptos de obra ampliamente conocidos y utilizados en el país. En lo futuro, la introducción de “novedades” requerirá pasar por el proceso de verificación de calidad, normalización, difusión, adquisición de nueva maquinaria especializada, etc. Por ello las evoluciones o transformaciones deben implantarse lentamente, pero manteniendo una actitud permanente de innovación.
- Los procesos de utilización de un Catálogo de Secciones Estructurales debe ser simple, conservadora y obligatoria en una institución como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- El uso del catálogo de secciones estructurales debe ser simple, para demandar del potencial usuario el mínimo grado de especialización posible, pues como ya se dijo, al menos por el momento, no se dispone en el país del número necesario de expertos.
- Las soluciones deben ser conservadoras, pues la necesaria simplificación de los valores en los parámetros de diseño podrían no cubrir confiablemente toda la gama que en la realidad existe.

Cabe aquí un comentario adicional sobre el costo de construcción o costo inicial de las obras de pavimentación y el costo del ciclo de vida. Prácticamente en todos los casos, desde la sección estructural más modesta, pero con mucha mayor razón en las secciones estructurales más robustas, ubicadas en las carreteras y autopistas con más alto tránsito, el costo de operación iguala o supera ampliamente al costo inicial de construcción. Esta diferencia no ha logrado eliminar del todo la tradicional compulsión por el costo inicial mínimo y por consecuencia, darle el peso que merece el costo de operación. La causa más probable es que mientras el costo de construcción lo desembolsa la institución dueña de la carretera, el costo de operación corre a cargo de los usuarios.

Adicionalmente, al comparar los costos de las diferentes soluciones, es necesario ponerlos en términos de unidades de servicio, por ejemplo, por eje equivalente de 8.2 ton. De otra manera se comparan soluciones que no son equivalentes y rápidamente se llega a la conclusión absurda de que lo más barato sale caro. Esto podrá ser barato, pero nunca será económico.

3.5. Rescate de Secciones Estructurales

Como atrás quedó anotado, la sección más comúnmente encontrada, consta de una sub-base, una base y una carpeta, esta última integrada por una serie de renivelaciones y sobrecarpetas hasta alcanzar espesores importantes del orden de los 35 a 40 cm.

El defecto más importante de las sobre carpetas es el agrietamiento por fatiga. Para corregirlo y no continuar acumulando concreto asfáltico que tendrá una vida de servicio muy corta, es necesario recuperarlas y recompactarlas, para así hacer desaparecer los agrietamientos y darle una nueva estructura granular continua. Con este trabajo, se obtiene automáticamente un refuerzo estructural

Si en esta estructura se producen roderas de 2.5 cm en los primeros tres años, será indicio claro de falta de capacidad. En ese momento, se podrá elegir una de las siguientes alternativas.

3.5.1. Refuerzo de Secciones Estructurales

- Si se dispone de recursos financieros suficientes, se podrá modificar, estabilizar o transformar la base que ya fue recuperada para incrementar su capacidad estructural, según se deduzca de los estudios y análisis específicos y en el espesor que estos indiquen. Sobre esta base se podrá colocar una carpeta y una capa de rodadura.
- Si no se dispone de recursos financieros suficientes, se podrán recuperar los 10 – 12 cm superiores para corregir las roderas y cubrir la base con una nueva capa de rodadura de un riego, para en el futuro modificarla, estabilizarla o transformarla.

3.5.2. Refuerzo Definitivo de la Sección Estructural

Sobre la base ya estabilizada se requerirá colocar el refuerzo necesario, definido éste con base en las deflexiones medidas y sobre ella colocar la capa de rodadura, cuya vida útil deberá ser mayor que los quince años.

La estrategia de conservación en estas condiciones será un nuevo refuerzo con concreto asfáltico a los quince años y una nueva capa de rodadura cuando las roderas o daños en la superficie de rodamiento registren un IRI fuera de Norma.

3.5.3. Criterios de Selección de Obras Necesarias

- El primer criterio de selección será eliminar las carpetas agrietadas.
- El segundo criterio será la profundidad de roderas.
- El tercer criterio será la rugosidad.

Para el rescate de los pavimentos se requiere introducir nuevos y modernos procesos de auscultación de pavimentos para determinar:

- El Índice Internacional de Rugosidad, medido en toda la Red Nacional cada año.
- Medir las deflexiones, a lo largo de toda la Red, cada cinco metros.
- Evaluar el coeficiente de fricción a lo largo de toda la Red cada dos años.
- Corregir puntual y oportunamente los sitios dañados.

El éxito de esta estrategia dependerá de la calidad de las obras que se realicen siguiendo el Sistema de Gestión de la Calidad, ya desarrollado y prácticamente en operación en todas sus partes, incluyendo la realización periódica de auditorías externas para completarlo en la SCT.

El manejo de la enorme cantidad de datos que habrán de obtenerse, se hará en un Banco de Información Carretera, al que se podrá acceder vía coordenadas carreteras (tramo, subtramo, km) o mediante coordenadas geográficas para todos y cada uno de los puntos de la Red. Este Banco de Datos está actualmente en desarrollo en el Instituto de Geografía de la UNAM, revisado por INEGI en su topografía y localización y coordinado por el IMT y la DGST.

Para el diseño de los pavimentos y las medidas de conservación, se desarrollará el Catálogo de Pavimentos propuesto, con la colaboración directa del Instituto Mexicano del Transporte.

3.5.4. Técnicas útiles para la verificación de calidad de carpetas asfálticas, de carreteras de los Estados de Puebla y Tlaxcala

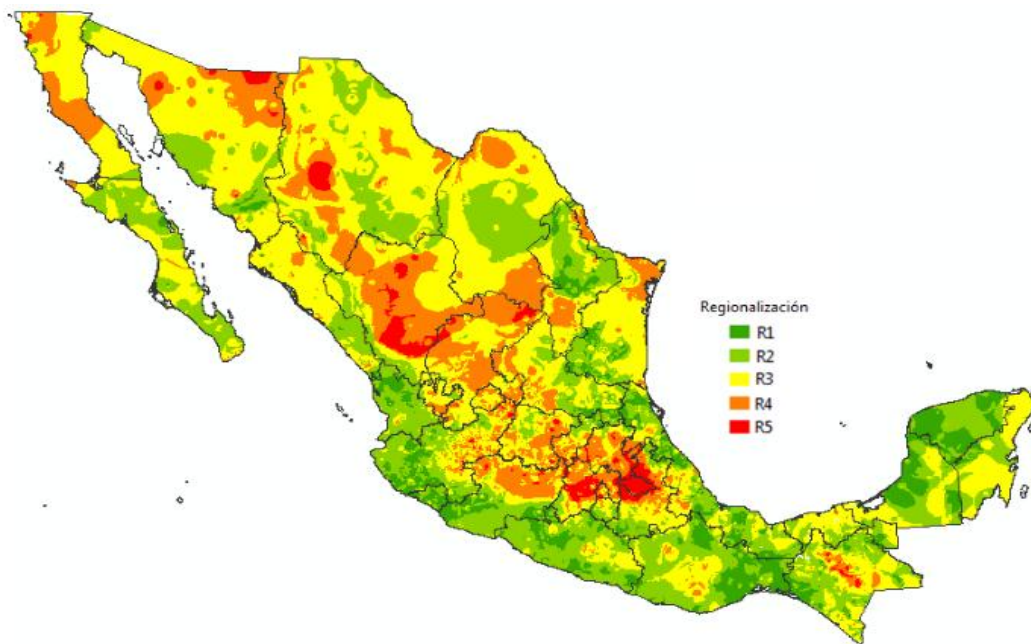


Figura. 3.1. Regionalización de la República Mexicana según la temperatura, precipitación pluvial y terreno natural

La Administración de Pavimentos en las carreteras parece haber encontrado en los sistemas manejados por computadora el sustento para analizar las grandes redes de carreteras, detectar los segmentos que requieren atención y priorizar las obras, con el fin de armar los programas de trabajo que facilitarán la verificación de calidad y harán más rentables las inversiones.

El tránsito vehicular de diseño, es el proyectado a futuro. Se determina con la fórmula que contiene el tránsito diario promedio anual (TDPA) actual

registrado ó el previsto en una carretera nueva, multiplicado por un coeficiente de acumulación del tránsito que depende de la tasa de crecimiento vehicular, que en México es del 1 al 5% y una vida útil de servicio de 20 años. Por ello se explica la ecuación siguiente:

$$TD = TDPA_{actual} \times CT = TDPA_{actual} \times 365 \left[\frac{(1 + TC)^n - 1}{TC} \right]$$

Donde:

TD = Tránsito de diseño

TC = Tasa de crecimiento, en decimales

n = Número de años de servicio (horizonte de proyecto)

TDPA_{actual} = Último dato registrado del Tránsito Diario Promedio Anual

CT = Coeficiente de acumulación del tránsito = $365 \left[\frac{(1+TC)^n-1}{TC} \right]$

Ecuación 3.1. Obtención del tránsito de diseño para el horizonte de proyecto deseado

Ejes sencillos equivalentes de 8.2t (ΣEE)

La suma de ejes sencillos equivalentes de 8.2t (ΣEE) esperados en el horizonte de proyecto, se calcula utilizando el criterio indicado en la publicación 444 "Instructivo para diseño estructural de pavimentos flexibles para carreteras" del Instituto de Ingeniería de la UNAM, que considera coeficientes de daño en función de la profundidad (Z), los cuales se obtienen a partir del daño que causa el eje analizado respecto al eje sencillo equivalente de 8.2t. El cálculo con la ecuación siguiente:

$$\Sigma EE = (TD) \times (Cd) \times (CD) \times (Ci)$$

Siendo:

ΣEE = Suma de ejes sencillos equivalentes de 8.2 t, esperados en el horizonte de proyecto.

TD = Tránsito de diseño.

Cd = Coeficiente de daño (en función del tipo de vehículo)

CD = Coeficiente de distribución por carril (en decimales)

Ci = Coeficiente de distribución direccional.

Ecuación 3.2. Calculo de sumatoria de ejes sencillos equivalentes

El CD varía de acuerdo a lo indicado en la tabla 3.1. El Ci se refiere al sentido de circulación del tránsito en el que va el mayor porcentaje de vehículos, se recomienda un valor de 0.5, pero puede variar de 0.30 a 0.70.

COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL CD .	
NÚMERO DE CARRILES EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE EN EL CARRIL DE PROYECTO
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Tabla 3.1. Distribución del tránsito en el carril de diseño

Una vez calculada la ΣEE (en la superficie, $Z=0$), el valor obtenido se ubicará en alguno de los rangos de la tabla 2, esto con la finalidad de saber en qué rango de tránsito se encuentra la carretera que se esté estudiando.

Los datos contenidos en la tabla 2 se establecieron en función del TDPA típico que circula por las carreteras de México.

RANGOS DE TRÁNSITO EN FUNCIÓN DE EJES EQUIVALENTES (ΣEE)				
ΣEE1	ΣEE2	ΣEE3	ΣEE4	ΣEE5
=<10000000	>10000000- <=20000000	>20000000- <=40000000	>40000000- <=80000000	>80000000

Tabla 3.2. Rangos de tránsito en función de ejes equivalentes.

La República Mexicana se regionalizó de acuerdo a tres parámetros:

- Tipo de terreno natural
- Precipitación pluvial máxima (PPm)
- Temperatura máxima y mínima (Tmax y Tmin)

El tipo de terreno se obtuvo a partir de la información recabada en campo por las diferentes Unidades de Servicios Técnicos de cada uno de los Centros SCT de la República Mexicana. Los datos de la precipitación pluvial y la temperatura máxima y mínima fueron proporcionados por el personal del "Sistema Meteorológico Nacional", cuyos datos corresponden al periodo del año 2007 al año 2011.

En función de los tres parámetros antes referidos se elaboró un mapa de la República Mexicana en el cual se definieron cinco regiones(R), que para fines de este catálogo, se denominan R1, R2, R3, R4 Y R5.

R1 se refiere a las condiciones de clima y terreno natural más favorables para el comportamiento de los pavimentos (color verde en el mapa); R5 (color rojo) corresponde a las condiciones adversas; R2, R3, Y R4 son para condiciones intermedias.

Como puede apreciarse en el Estado de Puebla domina en su parte central la condición R5, se va desvaneciendo hacia el norte y sur, pasando por R4, R3 y R2; el Estado de Tlaxcala está en su totalidad en la Región R5, con condiciones desfavorables para el comportamiento de los pavimentos.

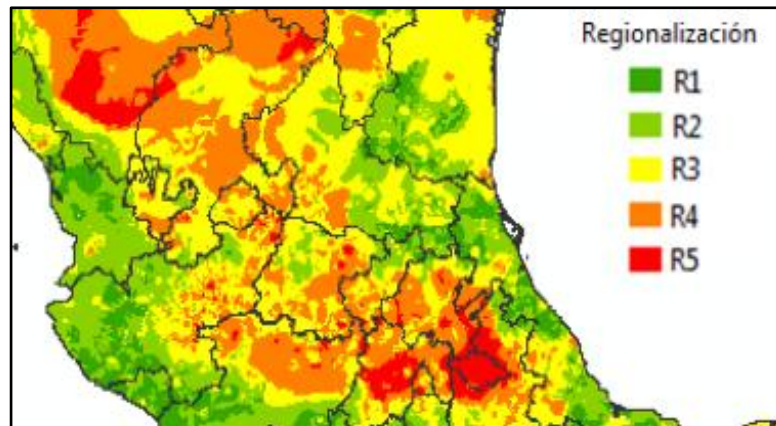


Figura. 3.2. Comportamiento del pavimento en los estados de Puebla-Tlaxcala

3.5.5. Determinación de la región donde existe o donde se construirá el pavimento.

Para determinar la región donde se ubica o donde se construirá el pavimento, se requiere obtener la denominada Calificación Global (C_g), la cual es función de la Calificación particular (C_p) que se asigna a la temperatura (máxima y mínima), a la precipitación pluvial y al tipo de terreno del área donde se localiza o donde se construirá el pavimento, considerando en cada caso lo siguiente:

- Temperatura máxima del día más caluroso (T_{max})
- Temperatura mínima del día más frío (T_{min})
- Precipitación pluvial máxima del día más lluvioso (PP_m)
- Clasificación del terreno natural en rocas y suelos. Para estos últimos se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Se sugiere que los datos de las temperaturas y precipitación pluvial sean tomados de la estación climatológica más cercana al sitio donde existe o se construirá el tramo carretero. En la tabla No. 3 se presenta la calificación, según la condicional del sitio.

Parámetro	Valor máximo	Valor mínimo	Calificación particular (Cp)
Temperatura máxima, °C	50.0	36.2	0
	36.1	34.0	25
	33.9	32.0	50
	31.9	29.3	75
	29.2	10.0	100
Temperatura mínima, °C	2.2	-14.0	0
	6.7	2.3	25
	11.3	6.8	50
	15.8	11.4	75
	27	15.9	100
Precipitación pluvial máxima, mm	550.0	213.7	0
	213.6	158.1	25
	158.0	111.1	50
	111.0	66.3	75
	66.2	0.0	100
Clasificación de suelos y rocas (ver tabla 4)	Aptitud Muy baja		0
	Aptitud Baja		25
	Aptitud Media		50
	Aptitud Alta		75
	Aptitud Muy alta		100

Tabla 3.3. Calificación según condiciones del sitio

No.	SUCS	Descripción	Aptitud
1	OH	Limos o arcillas orgánicas de alta plasticidad	Muy Baja
2	OL	Limos o arcillas orgánicas de baja plasticidad	Muy Baja
3	CH	Arcilla de alta plasticidad	Baja
4	CL	Arcilla de baja plasticidad	Media
5	MH	Limo de alta plasticidad	Baja
6	ML	Limo de baja plasticidad	Media
7	SC	Arena arcillosa	Alta
8	SM	Arena limosa	Muy Alta
9	SP	Arena mal graduada	Alta
10	GC	Grava arcillosa	Muy Alta
11	GM	Grava limosa	Muy Alta
12	GP	Grava mal graduada	Muy Alta
13	-	Rocas	Muy Alta

Tabla 3.4. Aptitud de suelos y rocas

La Calificación particular del terreno natural se asignó en función del concepto “Aptitud”, que para fines de este catálogo, se considera como la capacidad que tienen los materiales para soportar las cargas que actuarán sobre ellos, sin sufrir deformaciones excesivas y sin colapsarse por resistencia al esfuerzo cortante. En la tabla No. 4, se presenta el concepto de “Aptitud” de suelos y rocas.

Una vez que se ha determinado a calificación particular para cada parámetro (temperatura, precipitación y tipo de terreno natural), se requiere determinar la Calificación por influencia (C_i), la cual representa el impacto que cada parámetro tiene en el comportamiento del pavimento. C_i se obtiene con la ecuación siguiente:

$$C_i = C_p \times F_i$$

Dónde:

C_i = Calificación por influencia

C_p = Calificación particular

F_i = Factor de influencia, en decimales (tabla 3.5).

F_i se asignó en forma empírica, considerando que cada parámetro (T_{max} , T_{min} , PPM y terreno natural) tienen un cierto grado de influencia en el comportamiento del pavimento

Parámetro	Factor de Influencia (F_i)
Temperatura mínima	15%
Temperatura máxima	30%
Precipitación pluvial máxima	20%
Terreno natural	35%

Tabla 3.5. Factores de influencia (F_i)

$$C_g = \sum C_i$$

Ecuación 3.3. Cálculo de la calificación global

Finalmente la calificación global se divide en 5 intervalos de 20 hasta llegar a 100 y cada intervalo se asocia con cada una de las 5 regiones (R) antes referidas, como se indica en la tabla siguiente:

Calificación Global	Clasificación de la región
80 a 100	R1
60 a 79.9	R2
40 a 59.9	R3
20 a 39.9	R4
0 a 19.9	R5

Tabla.3.6. Factores de la región

3.5.6. Caracterización de materiales

3.5.6.1. Pavimentos flexibles

La caracterización de los materiales se realizó mediante el módulo resiliente (M_r), el cual se define como la relación del esfuerzo desviador entre la deformación resiliente ($M_r = \sigma_d / \epsilon_r$).

Los módulos resilientes se determinaron en el laboratorio. En el caso de las mezclas asfálticas, el M_r , se determinó con el ensayo de tensión indirecta descrito en la norma ASTM D 4123, a una temperatura de 20 °C.

Para las capas granulares el módulo resiliente se obtuvo con pruebas Triaxiales de compresión aplicando cargas cíclicas, siguiendo el procedimiento indicado en la GUIA AASHTO1993.

Para fines de este catálogo se considera que la carpeta asfáltica debe tener un Mr mínimo= 35,000 kg/cm².

Módulos Resilientes, kg/cm ²			
BH	BEA	SB	SR
≥ 3,000	≥ 30,000	≥ 2,000	≥ 1,200
<i>BH = Base Hidráulica, BEA = Base con Asfalto, SB = Subbase, SR = Subrasante</i>			

Para las capas de base, subbase y subrasante se considera que los valores mínimos de Mr son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Valores mínimos de Mr

3.5.6.2 Pavimentos rígidos

El parámetro que define la resistencia del concreto hidráulico es el módulo de ruptura (MR) obtenido a los 28 días de edad, en vigas con cargas en los tercios medios. Como opción puede determinarse la resistencia a compresión simple (f'c) también a los 28 días de edad y correlacionar f'c con MR. En este catálogo se consideró MR de 48 kg/cm².

Para las capas subyacentes al concreto hidráulico se determinó el módulo de reacción (k), definido como el esfuerzo necesario para producir una deformación previamente establecida. El valor de k se obtiene de una prueba de placa realizada en campo. Para fines prácticos el valor k se determina mediante correlaciones con valores índice de resistencia como el Valor de Estabilidad (R), CBR, etc.

En este catálogo se consideró que el valor de k de la capa subrasante es 17 kg/cm³.

Las secciones estructurales para pavimentos rígidos que se presentan en este catálogo, son aplicables para losas de concreto simple, con pasajuntas y con acotamientos de concreto hidráulico.

Las características de las juntas, pasajuntas, barras de amarre, sellado de juntas, así como de la calidad de materiales y procedimientos de construcción se apegarán a lo indicado en la Norma para la Infraestructura del Transporte vigente en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

3.5.7. Secciones de estructuras de pavimentos

Las secciones estructurales de pavimentos que se presentan a continuación son aplicables a carreteras nuevas tanto normales como de altas especificaciones. Se utilizan los niveles de deterioro establecidos en el método de diseño del Instituto de Ingeniería de la UNAM (deformación permanente y agrietamiento por fatiga), con nivel de confianza 85% para carreteras normales y 95% para las de altas especificaciones.

Para seleccionar las secciones estructurales de pavimentos es necesario definir el tránsito de proyecto (para un horizonte de proyecto de 20 años), la región donde se ubica el pavimento y el tipo de carretera que se pretende construir. Con estos datos de entrada se debe seleccionar el grupo de secciones estructurales de pavimentos que son adecuadas para la carretera en estudio.

De las secciones propuestas, el diseñador debe seleccionar la más conveniente de acuerdo a la disponibilidad de materiales y costo de los mismos.

Es necesario aclarar que en el caso de las bases estabilizadas con cemento hidráulico, se considera 25 cm como espesor mínimo recomendable, ya que la experiencia de otros países ha demostrado que no es conveniente colocar espesores inferiores.

En la tabla 3.8 se muestra el espesor de sobrecarpeta en centímetros de concreto asfáltico para rehabilitar pavimentos flexibles. (Se considera que la sobrecarpeta asfáltica, debe tener módulo resiliente mínimo de 35,000 kg/cm²).

ESPEORES DE SOBRECARPETA EN CM DE CONCRETO ASFALTICO					
Deflexión mm	Rangos de tránsito				
	ΣEE1	ΣEE2	ΣEE3	ΣEE4	ΣEE5
0.50 a 0.70 (20 a 30 x 10 ⁻³ plg)	8	11	13	15	17
0.71 a 1.02 (31 a 40 x 10 ⁻³ plg)	11	14	16	20	22
Mayor 1.02 (40 x 10 ⁻³ plg)	13	16	20	22	24

Tabla 3.8. Espesor de sobrecarpeta para rehabilitar pavimentos flexibles.

En las siguientes tablas se muestran las secciones estructurales ordenadas por tipo de región y suma de ejes sencillos equivalentes, esperados en el horizonte de proyecto.

CARRETERAS NORMALES

Σ EE	REGION (R)				
	R1	R2	R3	R4	R5
≤ 10'000.000					
> 10'000.000 a					
≤ 20'000.000					
> 20'000.000 a					
≤ 40'000.000					
> 40'000.000 a					
≤ 80'000.000					
> 80'000.000					

Nota: Los espesores están en cm y las secciones no están a escala.

- Carpeta asfáltica
- Concreteo hidráulico
- Subbase
- Base hidráulica
- Base estabilizada con asfalto
- Base estabilizada con cemento hidráulico
- Base modificada con cemento hidráulico
- Σ EE = Sumatoria de ejes equivalentes
- R_n = Tipo de región

Tabla 3.8. Secciones estructurales de pavimentos, ordenadas por tipo de región.

CARRETERAS DE ALTAS ESPECIFICACIONES

Σ EE	SECCIONES ESTRUCTURALES DE PAVIMENTOS				
	REGIÓN (R)				
	R1	R2	R3	R4	R5
≤ 10'000,000					
> 10'000,000					
≤ 20'000,000					
> 20'000,000					
> 40'000,000					
≤ 80'000,000					

Nota: Los espesores están en cm y las secciones no están a escala.

- Carpeta asfáltica
 - Base estabilizada con asfalto
 - Base estabilizada con cemento hidráulico
 - Subbase
 - Base modificada con cemento hidráulico
 - Base hidráulica
 - Concreto hidráulico
- Σ EE = Sumatoria de ejes equivalentes R_n = Tipo de región

Tabla 3.9. Secciones estructurales de pavimentos, ordenadas por tipo de región

CAPITULO 4

PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS- MÉXICO (iRAP- México)

El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP, International Road Assessment Programme) México, se estableció por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con el objetivo de ayudar a reducir los devastadores costos sociales y económicos de las colisiones viales.

Se proyecta que si no hubiera una intervención preventiva en todo el mundo, el número anual de muertes por accidentes de tránsito se incrementaría. El problema es grande y hacer que las vías sean seguras es un desafío de gran envergadura; sin embargo, ya existen investigaciones, tecnologías y expertos que pueden salvar vidas. La ingeniería de la seguridad vial contribuye de manera directa a reducir las muertes y lesiones que ocurren en las vías.

Los carriles dedicados a los motociclistas y ciclistas pueden minimizar el riesgo de muerte o lesión entre estos usuarios de las vías.

El programa iRAP-México ha desarrollado cuatro protocolos que se usan de manera consistente en todo el mundo para evaluar y mejorar la seguridad de las vías (vea el recuadro 1). Para ello, ha tomado como base el trabajo de los Programas de Evaluación de Carreteras (Road Assessment Programme, RAP), en los países desarrollados (EuroRAP, AusRAP y UsRAP) y la experiencia de organizaciones líderes en seguridad vial a nivel mundial, incluidos el TRL (Reino Unido) y el Midwest Research Institute (Estados Unidos).

4.1. Protocolos del iRAP

Recuadro 1: Protocolos del iRAP

1. **Mapas de Riesgo**; elaborados con datos detallados de colisiones para precisar el número real de muertes y lesiones en una red vial.
2. **Calificación por Estrellas**; brinda una medición simple y objetiva del nivel de seguridad que provee el diseño de una vía.
3. **Rastreo del Desempeño**; posibilita el uso de la Calificación por Estrellas y los Mapas de Riesgo para rastrear el desempeño de la seguridad vial y establecer posiciones de políticas.
4. **Planes de Inversión para Vías Más Seguras**; basados en aproximadamente 70 opciones probadas para mejorar vías que produzcan infraestructuras asequibles y económicas que salven vidas.

Tabla 4.1. Protocolos del iRAP.

Esta tesina se centra en el segundo de estos protocolos: la Calificación por Estrellas. El enfoque de la Calificación por Estrellas y el posterior desarrollo de los Planes de Inversión para Vías Más Seguras representan un enfoque sistemático para el diseño y renovación de la infraestructura vial basado en la investigación sobre dónde se estima y se prevé que ocurran colisiones severas. La Calificación por Estrellas y los Planes de Inversión para Vías Más Seguras están estrechamente relacionados, como se muestra en la Figura 1. Este escrito brinda una visión general de los componentes en color verde claro; los componentes en verde oscuro no se abordan, pero existen en un informe posterior, titulado *Planes de Inversión para Vías Más Seguras: La Metodología del iRAP*.², motivo de otra investigación.

A continuación se describe brevemente la forma en que se realiza la inspección, el tipo de elementos que se registran y cómo se logra la Calificación por Estrellas.

4.2 Calificación por estrellas para vías más seguras

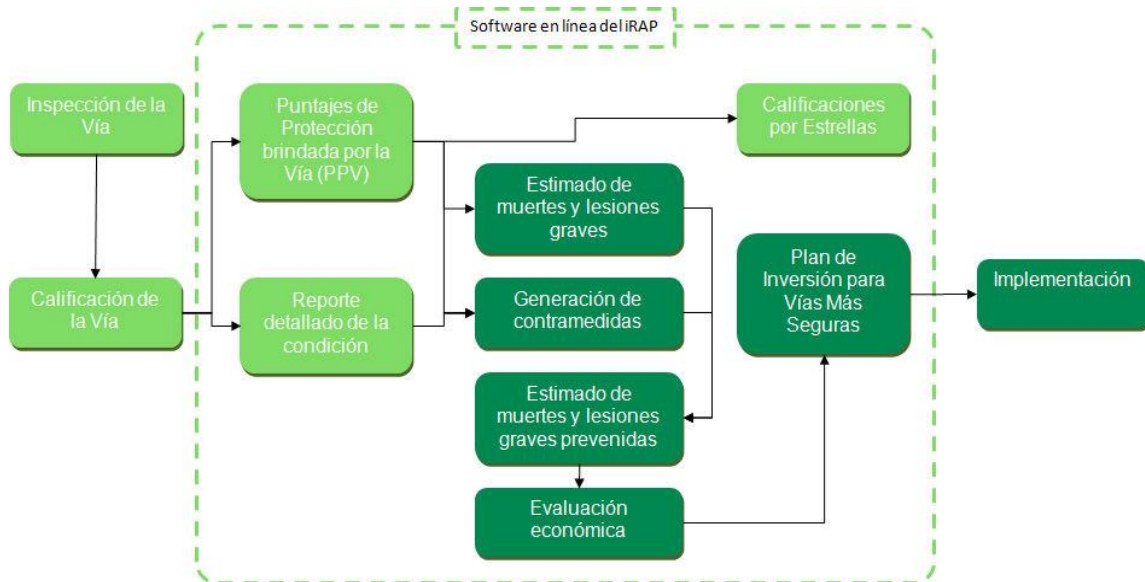


Figura 4.1. El proceso de la inspección vial, la Calificación por Estrellas y los Planes de Inversión para Vías Más Seguras del iRAP

La Calificación por Estrellas implica realizar una inspección de los elementos de la infraestructura vial que se sabe tienen un impacto en la probabilidad de que ocurra una colisión y en su nivel de gravedad. Se otorga entre 1 a 5 estrellas dependiendo del nivel de seguridad que posee una vía.

Las vías más seguras (4 y 5 estrellas) tienen elementos de seguridad vial que son apropiados para las velocidades de tráfico actuales.

- Las vías menos seguras (1 y 2 estrellas) no tienen elementos de seguridad vial que sean apropiados para las actuales velocidades de tráfico.

4.3 Inspecciones visuales desde el vehículo

En las inspecciones visuales desde el vehículo se requieren al menos dos personas: la que conduce el vehículo y un pasajero que registra los elementos de la infraestructura vial a medida que se desplazan utilizando un Dispositivo de Inspección del RAP (RAPID, por su sigla en inglés), como se muestra en la Figura 4.2.

Esta inspección es de naturaleza técnica y requiere que los inspectores sean acreditados por el iRAP. Las inspecciones que utilizan el RAPID a menudo se utilizan en situaciones donde la red vial no es demasiado compleja, o resulta difícil o toma mucho tiempo importar un vehículo que esté equipado para realizar inspecciones basadas en video.

El equipo de inspección visual incluye una cámara de video, una computadora portátil con pantalla táctil y una antena para el sistema de posicionamiento global (GPS, por su sigla en inglés). Si bien los elementos de seguridad vial se registran principalmente durante la inspección visual desde el vehículo, el video también se utiliza como medio de control y aseguramiento de la calidad.



Figura 4.2. El Dispositivo de Inspección del RAP (RAPID)

4.3.1 Inspecciones basadas en el video

Las inspecciones basadas en video difieren de las inspecciones desde vehículo, primero se recolectan mediante video y luego los calificadores analizan los datos obtenidos de la infraestructura vial en estudio.

Los videos se graban usando un vehículo de inspección especialmente equipado (vea la Figura 4.3.) registra imágenes digitales de una vía a intervalos de 5-10 metros usando una variedad de cámaras alineadas para captar tomas foto panorámicas (hacia adelante, al lado izquierdo, al lado derecho). La principal vista panorámica frontal se calibra para poder realizar más adelante mediciones de los elementos clave de la estructura vial. El vehículo también está equipado con GPS lo cual permite correlacionar imágenes por video con las ubicaciones precisas en la red vial. Los vehículos pueden desplazarse por la vía a las velocidades permitidas mientras se recopila esta información.

Después de que se recopilan los datos del escritorio de los elementos de la infraestructura vial al realizar una inspección virtual de la red, los calificadores utilizan un software especializado para hacer mediciones precisas de elementos tales como ancho de los carriles, ancho de los acotamientos y distancia entre el borde de la vía y los peligros fijos, tales como árboles y postes.



Figura 4.3. Equipo para calificar los elementos de la infraestructura vial. Vehículos especialmente equipados toman imágenes por video de la red vial (izquierda en Vietnam y derecha en Serbia)

Si bien las inspecciones visuales desde el vehículo involucran un registro continuo de los elementos de la infraestructura vial, y la inspección basada en video registra imágenes de video a intervalos de 5-10 metros, la Calificación por Estrellas se basa en tramos de carretera de 100 metros de longitud.

Al final de cada tipo de inspección, es posible elaborar un informe detallado de la condición de la vía que resuma muchas características de la calzada para la red inspeccionada. El informe contiene información como la porción de la red que tiene acotamientos pavimentados y el número de ubicaciones que tienen cruces peatonales adecuados. Estos datos forman la base de la Calificación por Estrellas.

4.4 Elementos de la Infraestructura Vial

La Calificación por Estrellas de una vía se basa en una inspección de los elementos de la infraestructura que, influyen en la *probabilidad* de que ocurran esas colisiones y en la *gravedad* de aquellas que se producen. La Calificación por Estrellas se centra en los elementos de la infraestructura que influyen en los tipos más comunes y graves de colisiones viales para ocupantes de vehículos,

motociclistas, ciclistas y peatones. Los calificadores asignan cada elemento de la infraestructura vial a una categoría de acuerdo a su condición. Por ejemplo, la delineación de un tramo de carretera se asigna a una de estas dos categorías:

- adecuada, donde las señales de advertencia de peligros y las demarcaciones en el centro y los bordes generalmente están presentes y son visibles
- deficiente, donde las señales de advertencia de peligros, o las demarcaciones en el centro y los bordes están ausentes o están en malas condiciones en tramos largos.

La Figura 4.4. Es un ejemplo de cómo un inspector y calificador categorizarían los elementos de la infraestructura vial en una carretera.

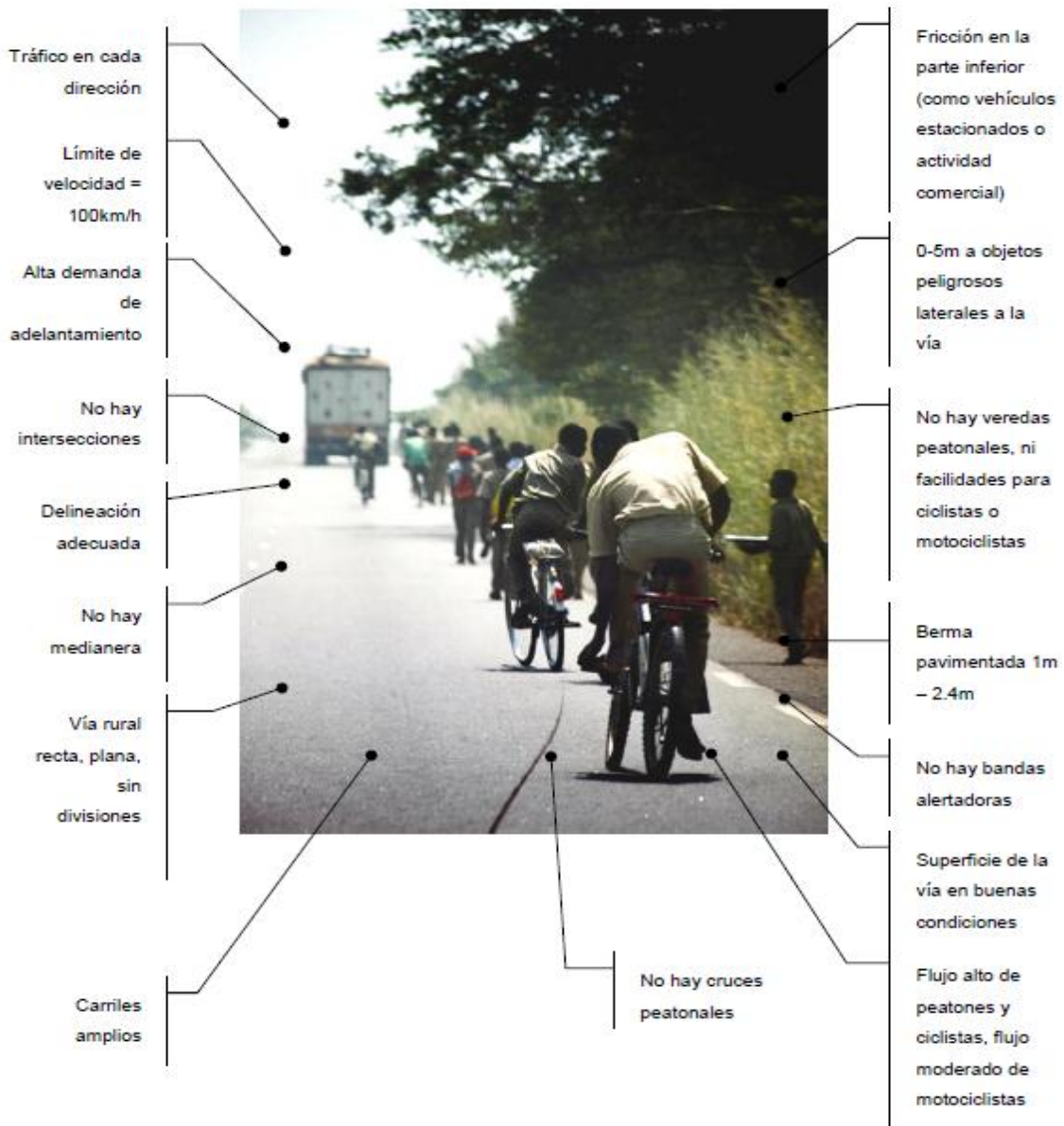


Figura 4.4. Categorías de los elementos de diseño de las vías para los elementos de la infraestructura de un tramo de carretera en África

4.5. Puntaje de protección brindada por la vía

Luego de las inspecciones de los elementos de la infraestructura vial, se calcula un Puntaje de Protección brindada por la Vía (PPV) por cada tramo de 100 metros de vía usando el software del iRAP. El PPV es una medición

objetiva de la probabilidad de que ocurra una colisión y su gravedad en base a una evaluación de los elementos de infraestructura de una vía. El PPV sirve de base para generar la Calificación por Estrellas (y, a su vez, los Planes de Inversión para Vías más Seguras).

El Puntaje de Protección por la Vía del iRAP se desarrolló a partir de un modelo de EuroRAP que evalúa la protección que ofrecen los elementos de la vía a los ocupantes de un vehículo en caso de una colisión, y a partir de otro modelo que evalúa la protección ofrecida por la vía a los ocupantes de un vehículo y la probabilidad de que ocurra una colisión. El PPV del iRAP también se vale exhaustivamente de la investigación actual sobre el riesgo relativo asociado con la infraestructura vial, del cual solo se mencionarán los detalles sobre la infraestructura que requirieron el desarrollo de un modelo integral para:

- evaluar el riesgo, para una variedad de usuarios de las vías
- represente una proporción significativa de los tipos de colisiones
- aplique factores de riesgo relativo detallados.

Una vez que se completa la inspección vial y el proceso de calificación, los datos se cargan al software en línea del iRAP. El software permite a los usuarios generar e interrogar automáticamente al Puntaje de Protección brindada por la vía (PPV), a la calificación por Estrellas y a los Planes de Inversión para Vías más Seguras, complemento del iRAP y además pueden tener acceso seguro al software como parte de dicho proyecto.

4.5.1 Usuarios de las vías

La composición de usuarios de una red vial ocupantes de vehículos generalmente ingresos, en países de bajos y medianos peatones. La idoneidad de la infraestructura vial provista para cada uno de los usuarios de las vías también es variable.

Se elaboró un PPV separado para los cuatro tipos que representan la mayoría de usos.

1. ocupantes de vehículos
2. motociclistas
3. ciclistas
4. peatones.

Un beneficio del modelo integral de riesgos que representa estos cuatro tipos de usuarios de las vías es que amplía el número de opciones para el mejoramiento de la infraestructura, permitiendo así garantizar que los Planes de Inversión para Vías Más Seguras identifiquen oportunidades para salvar vidas de la forma más costo-efectiva posible.

4.6. Tipos de colisiones

El PPV del iRAP se basa en una evaluación de los elementos de la infraestructura vial que influyen en los principales tipos de colisiones para cada uno de los usuarios de las vías (vea el Cuadro 4.1).

Ocupantes de vehículos	Motociclistas	Ciclistas	Peatones
<ul style="list-style-type: none"> • Salida de la vía • Frontal • En intersecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida de la vía • Frontal • En intersecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazándose por la vía • Cruzando la vía • En intersecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Caminando por la vía • Cruzando la vía

Cuadro 4.1. Tipos de colisiones incluidos en el Puntaje de Protección brindada por la Vía del iRAP

Estos tipos de colisiones brindan un marco sistemático para evaluar la mayoría de colisiones fatales que ocurren.

4.6.1. Factores de riesgo

Existen varios ‘factores de riesgo’ que influyen en la probabilidad de que ocurra una colisión y en su gravedad. Estos incluyen factores conductuales como conducir bajo los efectos del alcohol y el uso del cinturón de seguridad, factores relacionados con el vehículo como el accesorio de los cinturones de seguridad y las bolsas de aire, y los elementos de la infraestructura vial, como el ancho de los carriles y el diseño de las intersecciones. El iRAP se centra principalmente en los factores de riesgo de la infraestructura.

Las muertes y lesiones en las carreteras se pueden mitigar si se reduce la probabilidad de que ocurra una colisión.

Por ejemplo, si todo lo demás permanece igual, la probabilidad de que ocurran colisiones graves en las curvas, especialmente aquellas con delineaciones inadecuadas, es mayor que en tramos rectos de la carretera. Por lo tanto, la probabilidad que ocurra una colisión puede reducirse al convertir las curvas en rectas.

En el caso de que ocurriera una colisión, los Verificadores de la operación de la vialidad analizan si su gravedad puede reducirse al proveer elementos de infraestructura vial que protejan a los usuarios de las vías, simplemente al disminuir la energía cinética de la colisión a un nivel tolerable.

La intervención de la Verificación de la Calidad determina de acuerdo a un procedimiento de detección de Puntos de Conflicto si se requieren obras importantes para aumentar la protección ofrecida a los usuarios de las vías, o bien si no cuenta con el presupuesto se programa y de inmediato se dan recomendaciones de mejora temporal en la infraestructura vial, que podría no reducir el *número* de colisiones, pero sí reducirá la *gravedad* de la lesión. En el ejemplo anterior, si una curva no puede mejorarse con el fin de reducir la

probabilidad de que ocurran colisiones, la gravedad de las colisiones que se producen podría mitigarse al usar barreras de seguridad que disminuyan el impacto para los vehículos que se salen de la vía.

La velocidad a la cual se mueve el tráfico también es un determinante importante de la probabilidad y gravedad de una colisión. El efecto de la velocidad del tráfico es especialmente marcado para peatones, 90 por ciento de los cuales sobrevivirán los impactos de vehículos a velocidades de hasta 30 km/h, pero más de la mitad fallecerá a velocidades de 45 km/h o más. En esencia, la seguridad de una vía no puede entenderse si no se toman en cuenta las velocidades de tráfico por lo que la velocidad es parte trascendental de la valoración del puntaje del PPV.

4.6.2. Factores de probabilidad de las colisiones

Como un ejemplo de un factor de riesgo de la probabilidad, la relación entre la delineación y la probabilidad de que los ocupantes de un vehículo fallezcan o terminen gravemente lesionados en una colisión se muestra más abajo en el Cuadro 4.2. Indica que el riesgo relativo de muerte o lesión grave en una vía rural es 20 por ciento mayor cuando la delineación es inadecuada, y todo lo demás permanece igual.

Delineación	Riesgo Relativo
Adecuada	1.00
Deficiente	1.20

Cuadro 4.2. Factores de riesgo para ocupantes de vehículos respecto a la probabilidad de que ocurra una muerte o lesión grave en una vía

Las Figuras 4.5. y 4.6. Se muestran ejemplos de delineación adecuada y deficiente en una carretera alimentadora.

En la Figura 4.5. la probabilidad de que ocurra una colisión por salirse de la vía alimentadora en la que resulte afectado un ocupante de vehículo es relativamente alta si la vía tiene una delineación inadecuada. Se estimará en este caso un Factor de Riesgo del orden de 1.20

En la Figura 4.6. la probabilidad de que se presente un choque por salirse de la vía en la que resulte afectado un ocupante de vehículo es relativamente baja si la delineación es adecuada. El Factor de Riesgo se reduce a la unidad, (1.00).



Figura 4.5. Riesgo de los ocupantes de vehículos y la probabilidad de que mueran o resulten gravemente lesionados en una carretera alimentadora. Factor de Riesgo = 1.20



Figura 4.6. Riesgo muy bajo de los ocupantes del vehículo y de los peatones si la delineación y el señalamiento es la adecuada. Factor de Riesgo= 1.00

4.6.3. Factores de gravedad de las colisiones

Las señales de tránsito, árboles, postes, terraplenes profundos y tras ser impactados, especialmente a altas velocidades. Sin embargo, las barreras de seguridad adecuadamente ubicadas pueden ser muy eficaces en reducir lesiones. Cuadro 4.3. El cuadro muestra que el riesgo relativo para las barreras de seguridad es 1.75, mientras que el riesgo relativo para los terraplenes profundos es casi tres veces más alto, en 5.00. Ello forma parte de las investigaciones que muestran que las barreras ayudan a prevenir las muertes y lesiones.

Categoría	Factor de Riesgo
Barrera de seguridad	1.75
Distancia al objeto rígido 5-10m	3.80
Drenaje profundo, cunetas y terraplenes empinados	5.00
Precipicio	10.00

Cuadro 4.3. Ejemplo de factores de riesgo de los ocupantes de un vehículo para la condición de los bordes de la carretera

En la Figura 4.7. En un camino rural, las barreras de seguridad ayudan a reducir la energía cinética en una colisión por salirse de la vía, en donde podrían resultar afectados los ocupantes de un vehículo. Factor de riesgo = 1.75

En la Figura 4.8. En un camino rural los terraplenes altos o cortes con curvas pronunciadas y precipicios presentan un peligro severo lateral a la vía para los ocupantes de un vehículo involucrados en una colisión donde se puede salir de la vía. Factor de riesgo = 5 a 10



Figura 4.7. En zona montañosa una barrera de seguridad económica puede representar un Factor de riesgo relativamente bajo =1.75



Figura 4.8. En cortes con curvas pronunciadas, pendientes fuertes y terraplenes altos el Factor de riesgo puede variar de 5 a 10.

4.6.4. Factores de calibración por tipo de colisión

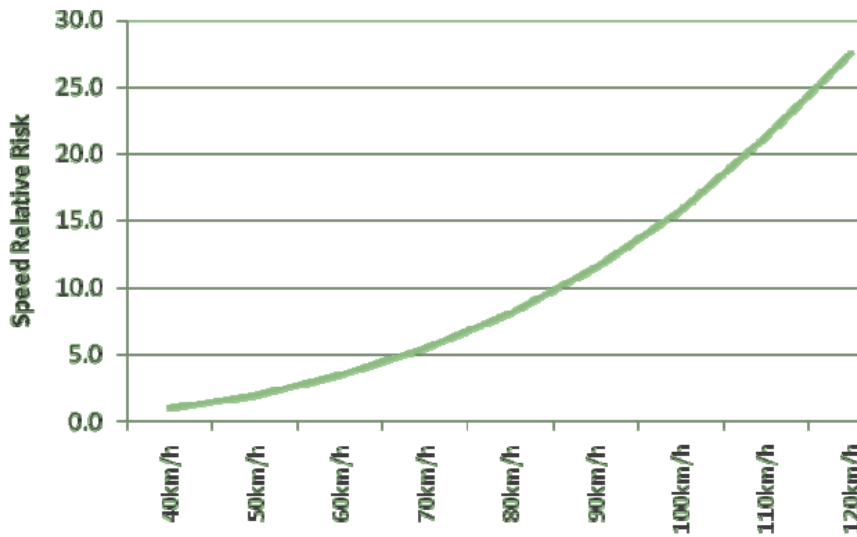
Para reflejar fehacientemente los tipos comunes de colisiones y sus proporciones a lo largo de una red vial, el modelo del iRAP aplica un “factor de calibración por tipo de colisión”. Estos factores se han basado en un análisis de las proporciones de casos mortales asociados con cada tipo de colisión en los tipos de vías genéricas. Los factores toman en consideración las combinaciones de colisiones típicas en áreas rurales, semiurbanas y urbanas.

4.6.5 Factores de velocidad

Los modelos de Puntajes de Protección brindada por la Vía (PPV) del iRAP incluyen un factor de velocidad en los componentes de probabilidad y protección de las ecuaciones. Con respecto a la probabilidad, los factores del riesgo de velocidad se determinaron al calcular la razón del *cuadrado* de la velocidad en un tramo de prueba con respecto al cuadrado del límite de velocidad para un caso base.

Para el componente de gravedad, los factores del riesgo de velocidad se determinaron al calcular el cociente de la velocidad en un tramo de prueba con respecto al cuadrado del límite de velocidad para un caso base. Cuando se combinan, estos factores proporcionan un efecto global donde el riesgo varía con el *cuubo* del cociente de las velocidades, como se ilustra en la Figura 10.

Se observa que el riesgo relativo para una vía con una velocidad de 120 km/hr es del orden de 30 veces mayor que el de una carretera con límite de velocidad de 40 km/h. La evidencia provista por variación de colisiones mortales y graves con la velocidad.



Gráfica 4.1. Factores relativos de riesgo respecto a la velocidad.

Los PPV se basan en las 'velocidades de operación del tráfico, que se consideran entre las más altas en el punto, de las siguientes: el límite de velocidad legal de proyecto o la velocidad del 85vo percentil, redondeado al valor de 10 km/h más cercano.

Cuando los datos de velocidad del 85vo percentil no están disponibles, se utiliza el límite de velocidad legal de proyecto.



Figura 4.9. Las contramedidas especiales para motociclistas, tales como carriles separados reducen las probabilidades de que un motociclista sufra una colisión severa

4.7. Conceptos para determinar el puntaje de protección brindada por la vía. (PPV).

La estructura de los conceptos que estandarizan el Puntaje de Protección brindada por la Vía (PPV) para ocupantes de vehículos se muestra en la Figura 12. En forma semejante se estructuran los PPV para los motociclistas, ciclistas y peatones.

Cada PPV para usuarios de la vía es la suma del PPV para los tipos de colisiones relevantes, que a su vez son una función de los factores de probabilidad, gravedad y calibración por tipo de colisión.

El PPV es una medición sin unidades y se calcula para cada usuario de la vía por cada tramo de 100 metros de carretera. Un puntaje alto corresponde a un nivel de alto riesgo, y un puntaje bajo corresponde a un nivel de bajo riesgo.

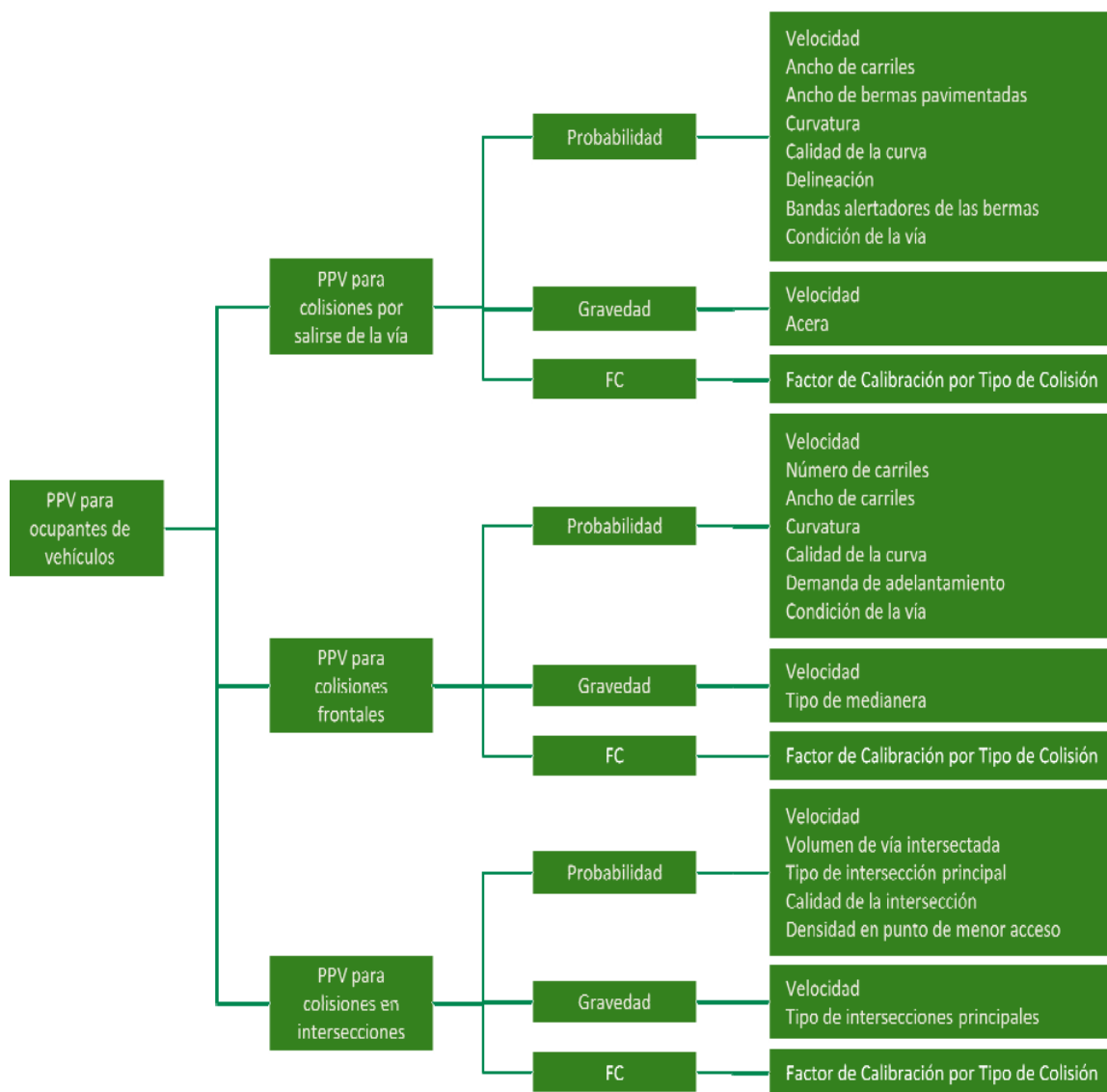


Figura 4.10. Ecuación del PPV para ocupantes de vehículos

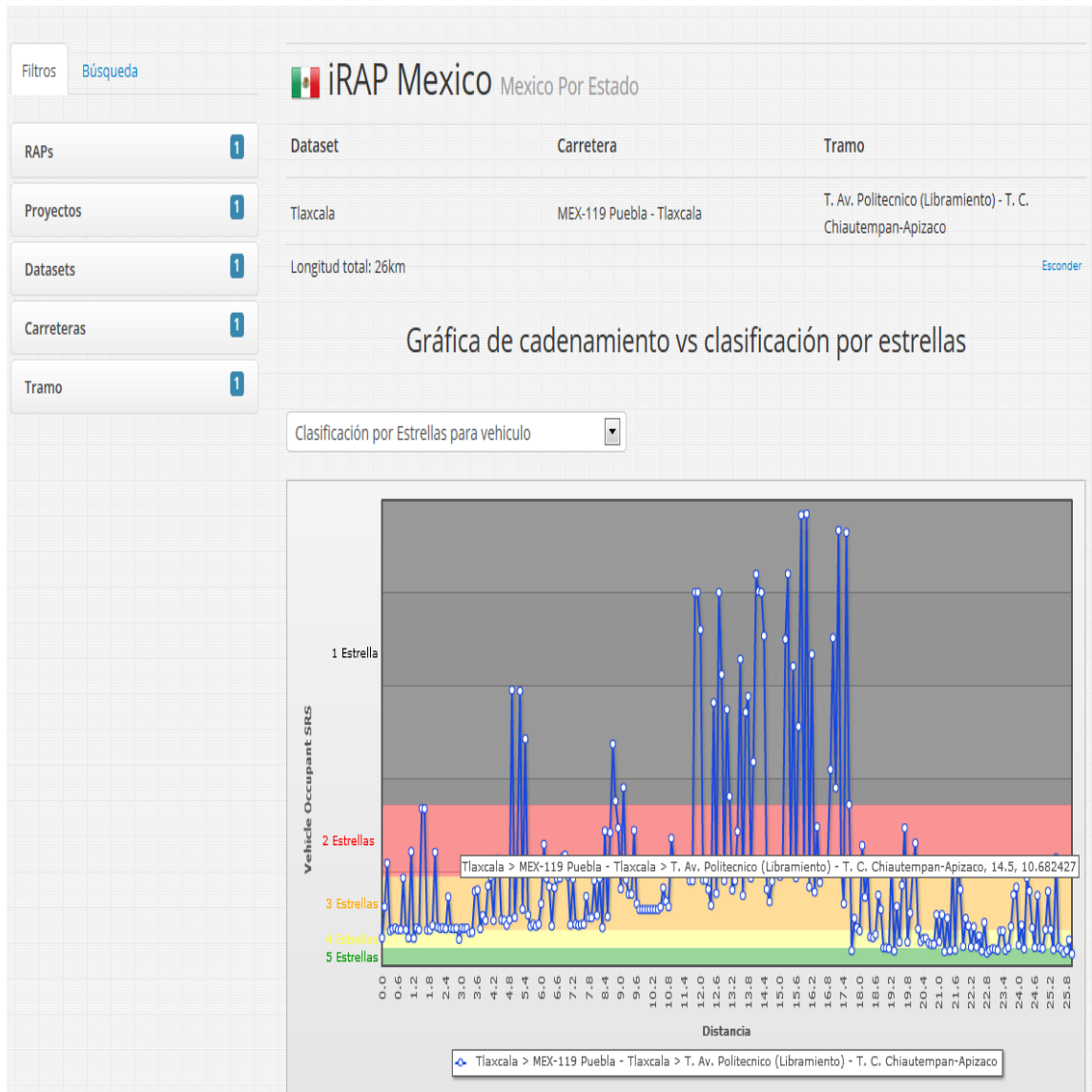
4.7.1. Calificación por estrellas

Los Puntajes de Protección brindada por la Vía (PPV) se calculan por cada tramo de 100 metros de carretera. Estos pueden trazarse en un gráfico, donde la distancia en kilómetros desde el inicio de una carretera se traza en el eje horizontal y el PPV se grafica en el eje vertical.

Un ejemplo de un gráfico de PPV para ocupantes de vehículos y Calificación por estrellas para la carretera Puebla- Tlaxcala se muestra en la Gráfica 4.2. Se observa que a medida que un ocupante de un vehículo se desplaza por la vía, el riesgo al que está expuesto cambia constantemente a medida que varían los elementos de la infraestructura vial (nótese que a medida que se incrementa el PPV, también aumenta el riesgo).

Para generar Calificaciones por Estrellas, se asigna un PPV a una de las cinco bandas de Calificación por Estrellas. El sistema de Calificación por Estrellas refleja la práctica internacional común de reconocer la categoría con el mejor desempeño con 5 estrellas (verde) y la de peor desempeño con 1 estrella (negro).

La Figura 4.11. muestra la Calificación por Estrellas para la misma vía, pero en forma de mapa. Debido a que la Calificación por Estrellas para tramos de 100 metros ofrece demasiado detalle para un mapa de gran escala, la Calificación por Estrellas se “simplifica” para la elaboración de los mapas que a continuación se presentan a manera de ejemplo en el tramo: Puebla- Tlaxcala de la carretera Mex- 119 determinados por en el iRAP- México



Gráfica 4.2. Puntajes de Protección brindada por la Vía para ocupantes de vehículos y Calificación por Estrellas para la Carretera Puebla - Tlaxcala

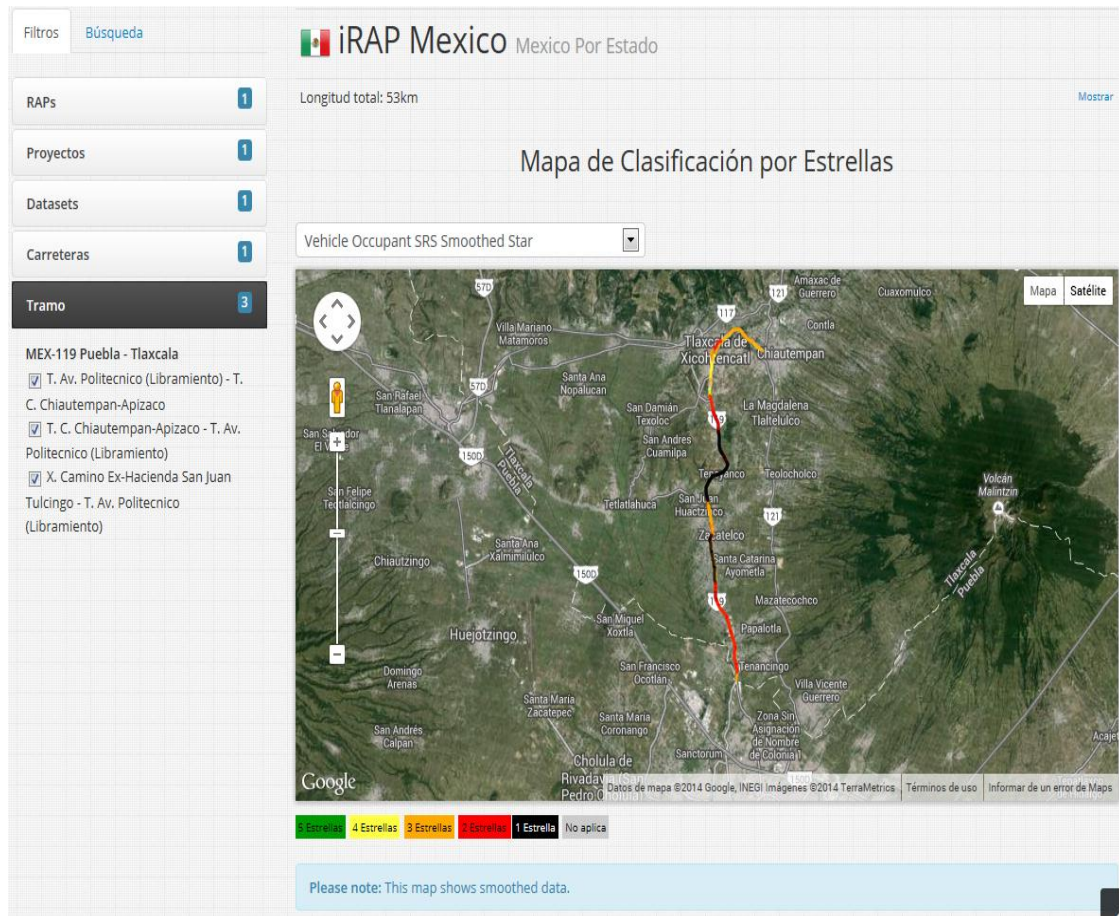
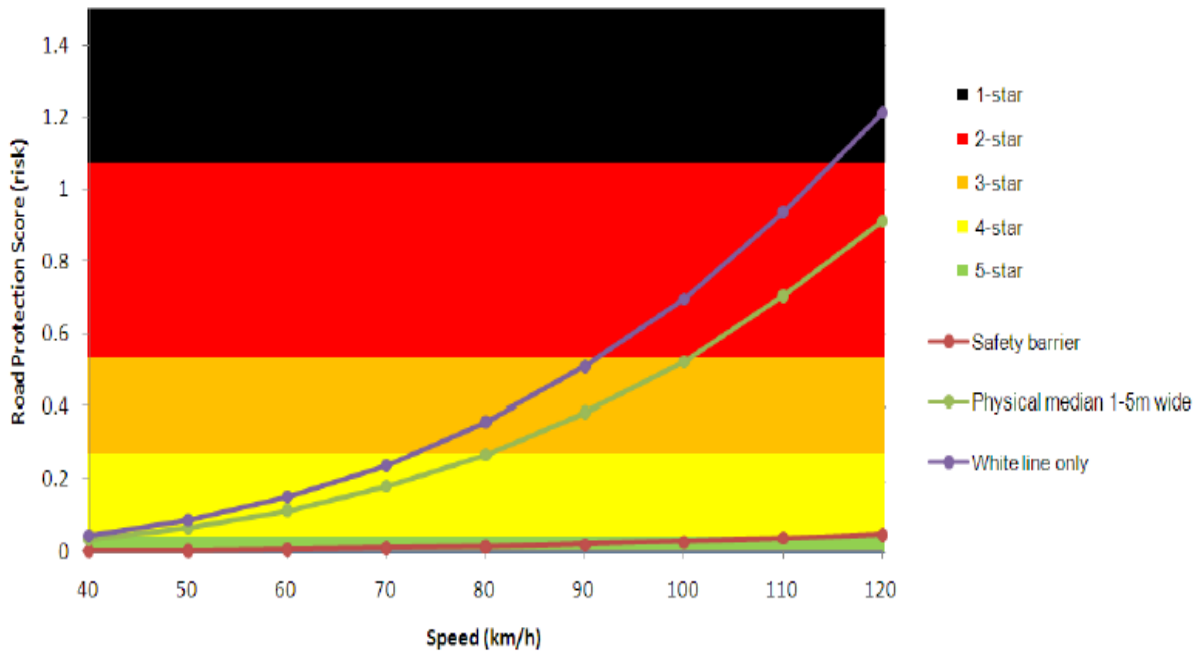


Figura 4.11. Puntajes de Protección brindada por la Vía para ocupantes de vehículos y Calificación por Estrellas para la Carretera Puebla – Tlaxcala

En principio, una carretera de 5 estrellas es aquella donde la probabilidad de que ocurra una colisión y una muerte o lesión grave es muy baja. Los umbrales superiores e inferiores del PPV para la Calificación por Estrellas se establecieron luego de realizar pruebas de sensibilidad significativas para determinar cómo el PPV varía con los cambios en los elementos de la infraestructura vial.

La Gráfica 4.3. ilustra la forma en que el PPV para colisiones frontales de ocupantes de vehículos varía de acuerdo al tipo de faja separadora central y a la velocidad.

La curva roja muestra que una barrera de seguridad obtendrá una calificación de seguridad (score) de cinco estrellas (verde) independientemente de la velocidad, mientras que el PPV asociado con una faja separadora central y línea central sólo se incrementa rápidamente a medida que aumenta la velocidad, de manera que disminuye la Calificación por Estrellas.



Gráfica 4.3. PPV, Calificación por Estrellas y opciones de faja separadora central considerándola solo por la línea central. Velocidad versus Riesgo.

En circunstancias donde las carreteras son de doble calzada, se calcula un PPV para ambas direcciones y la Calificación por Estrellas se presenta por separado. En casos en que es poco probable que un tipo específico de usuario de la vía utilice un tramo de la carretera, no se elabora una Calificación por Estrellas para ese usuario de la vía.

Por ejemplo, si los ciclistas no utilizan un tramo de carretera, no se elabora una Calificación por Estrellas para ciclistas.

El mapa en la Figura 4.12. ilustra la Calificación por Estrellas para ocupantes de vehículos en el Estado de Tlaxcala.

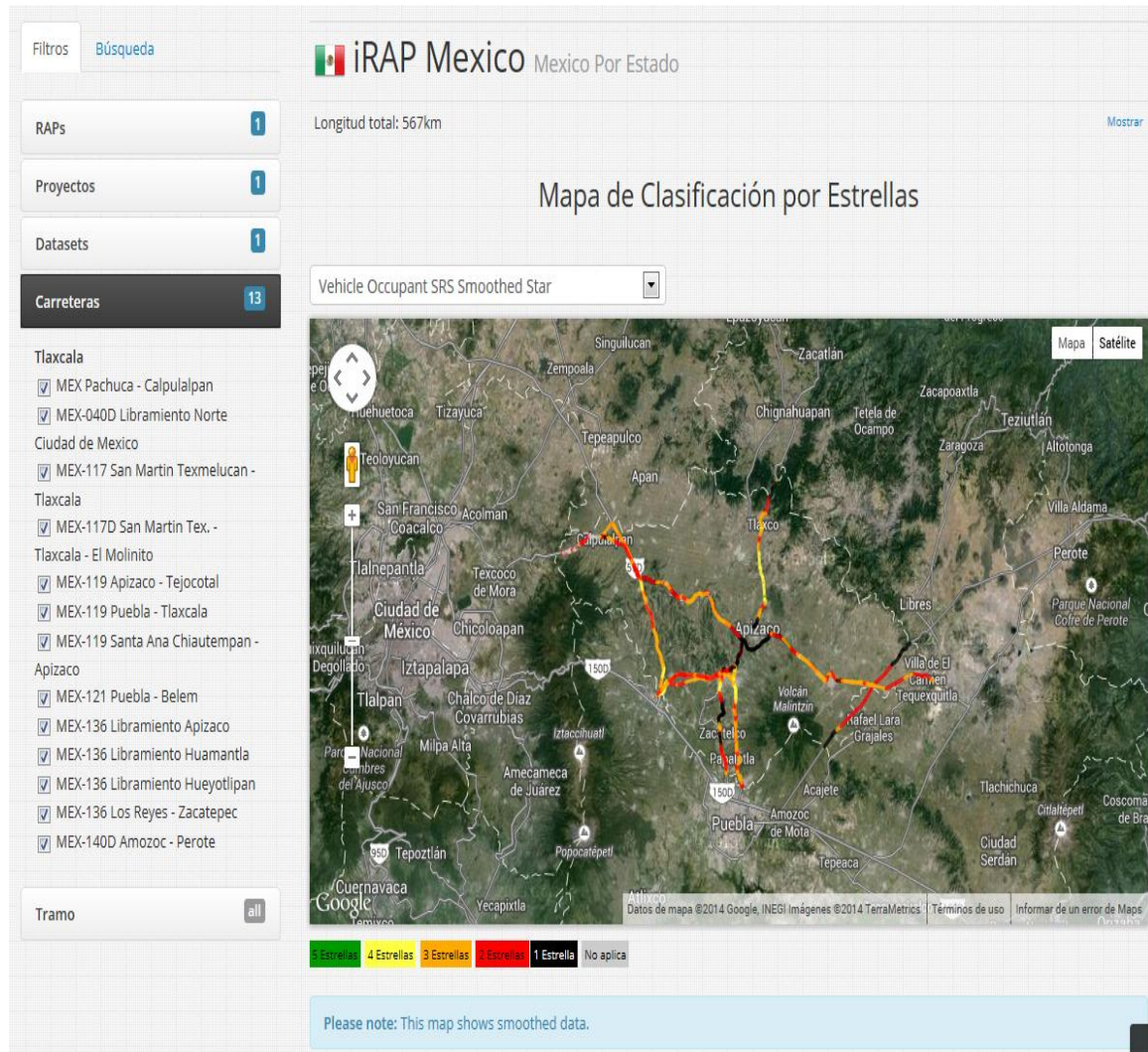


Figura 4.12. Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos en el Estado de Tlaxcala

El mapa en la Figura 4.13. ilustra la Calificación por Estrellas para ocupantes de vehículos en el Estado de Puebla.

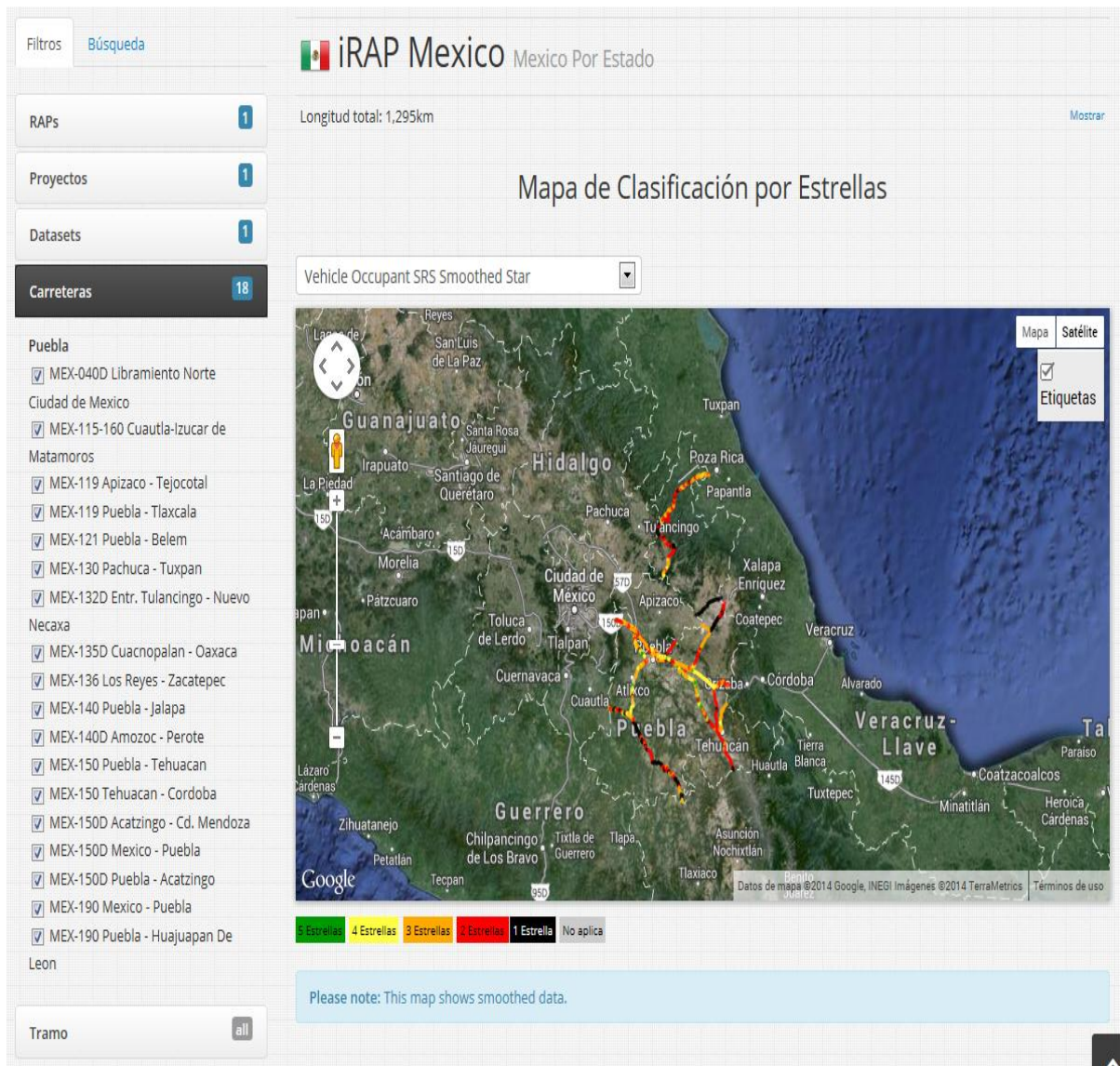


Figura 4.13. Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos en Puebla

El mapa en la Figura 4.14. ilustra la Calificación por Estrellas para ocupantes de vehículos en la República Mexicana.

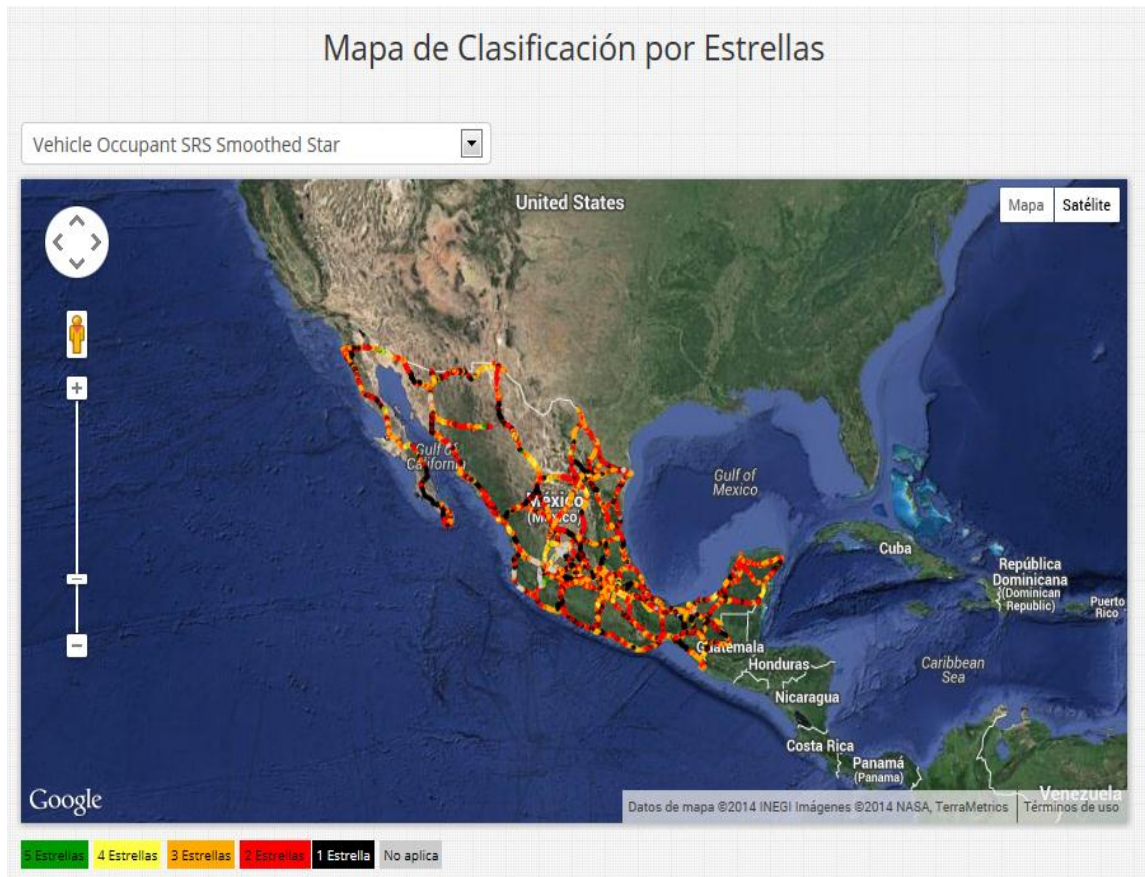


Figura 4.14. Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos en el País de México

CONCLUSIONES

La labor realizada en esta Tesina tiene como propósito cumplir con la normativa responsable para proveer al usuario de las vías terrestres un apoyo técnico a manera de herramientas, logradas con la auscultación del estado actual de la red carretera, mediante el manejo de tecnología de punta, para ofrecer soluciones e innovadores proyectos de estructuración de los pavimentos, y proporcionar un servicio de calidad, que brinde seguridad, optimice los recursos y maximice la inversión pública en el Sector de Infraestructura carretera.

En el segundo capítulo se concluye y se demuestra como mediante la realización de un programa de “Auscultación de la Red Carretera Federal”, básica libre y de cuota, tomando en cuenta sus condiciones actuales: funcionales, estructurales y de seguridad vial, se está logrando contar con una base de datos muy completa e importante, que nos proporciona un sin número de objetivos por aplicar. Por ejemplo:

1.- Regionalizar la República Mexicana en cuanto a tipos de materiales que constituyen el terreno natural, la precipitación pluvial, las temperaturas mínimas y máximas, etc., que puedan ser útiles como información para innumerables estudios o proyectos.

2.- El diseño de pavimentos, con una estructura ajustada a la zona de su aplicación, desde los agregados, los equipos de construcción o de control de calidad de laboratorios, hasta la preparación del profesionista en su educación continua.

3.- En la Verificación de calidad útil en el diseño de la carretera, la construcción y operación de la superficie de rodamiento y para asegurar un control total de la calidad para satisfacción del usuario, del transportista y de la sociedad, abatiendo los costos de operación al mínimo, en beneficio de la economía del país.

4.- La planeación de rutas, el uso de pavimentos rígidos o flexibles, ya que se establecen rangos de tránsito, acordes a la información de los libros de Datos Viales de la SCT, en función de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas.

En el capítulo 3 se concluye que el contar a la fecha con un Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para las carreteras de la República Mexicana, y mostrando como ejemplo sencillo las tablas correspondientes a la Región en la que se ubican los Estados de Puebla y Tlaxcala nos proporciona una herramienta cuya utilidad es proponer la estructura mínima de pavimentos de nueva construcción en la Región, así como para la rehabilitación y la modernización de las existentes. Como función especial está su aplicación básica de apoyo para una rápida y eficaz Verificación de Calidad de la estructura del pavimento según las condiciones de tránsito, de los bancos de materiales extraíbles y pavimentos existentes en la región.

Los resultados de las estrategias presentadas en los anteriores capítulos se están registrando en el “Portal Electrónico VIDA” del proyecto iRAP-México, actualmente en uso en muchos países y en México se está probando en los Centros SCT de Puebla y Tlaxcala, así como en el resto de los Estados, para la Verificación de Calidad, Evaluación y Calificación del estado físico de las carreteras.

Esta tesina se centra en el capítulo cuatro en el manejo del proyecto iRAP-México y a la fecha, en particular en su protocolo: Calificación por Estrellas.

Con la descripción breve de la forma en que se realizó la inspección motorizada, el tipo de elementos que se registraron y cómo se logró la Calificación por Estrellas, se concluye que esta herramienta será de enorme utilidad para ubicar geográficamente los puntos de conflicto, así como localización de defectos, topes, alcantarillas insuficientes, las condiciones de los pavimentos, etc.

Como se propone en este trabajo, para el mejoramiento del pavimento de la Red carretera nacional, como sustento del usuario para su transportación y seguridad el compromiso de México por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y escalar posiciones en el rango internacional de competencia como lo están haciendo países del Corredor Pacífico de Centro y Sur América, con objetivo de certificarse en el Foro Económico Mundial (WEF) y en la Asociación Mundial de Carreteras (PIARC) es continuar con la auscultación de la Red Carretera verificando el estado actual de Calidad, y con un diagnóstico sistemático y consistente de la información, datos y resultados obtenidos en cada programa de Verificación de la Calidad alcanzada, con la contratación del Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (IRAP) y un Catálogo de estructuración de los pavimentos como apoyo, se calificará la seguridad en las carreteras del país, comparadas con estándares europeos y mesoamericanos, detectando a la fecha los tramos que presentan defectos fuera de la normatividad, nuestras carencias y limitaciones.

Con esa meta que ya se va alcanzando, es indispensable seguir con la segunda parte del iRAP que determine la evaluación económica y la implementación de un Plan de Inversión para Vías más Seguras, a corto y mediano plazo.

La seguridad vial requiere de soluciones que parten de una voluntad colectiva para adoptarlas, comprenderlas y lograr así mitigar en cada problema el origen de inseguridad y accidentes. Requiere de un compromiso del gobierno y la sociedad como usuarios, de una política integral, respaldada con innovación de planes estratégicos de profesiones diversas, programas multisectoriales (comunicaciones, salud, transportes, seguridad, economía). Se espera y desea que esta tesina contribuya a los ingenieros, catedráticos y profesionistas interesados en este tema, con dicho Fin.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO, "Guide for design of pavement structures", 1994

Cuevas-Colunga, Cecilia. "Definición de Indicadores de Seguridad Vial en Red Carretera Federal", Pub Técnica 345, IMT, SCT, México, 2011

Deming, W. Edwards, "Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis", MIT, 1982; Ed. Diaz de Santos, España, 1992; MIT, EUA, 1998

Feigenbaum, Armand V., "Control Total de la Calidad2. (CEVSA), México, 1996

International Road Assessment Programme. "Calificación con estrellas para vías más seguras", Hampshire, Reino Unido, 2012.

Lionel, E. Stebbing, "Aseguramiento de la calidad". CECSA, México, 1999

Marcelino, A. M, "Administración de la Calidad, Nuevas Perspectivas", Ed Patria, México, 2012

Miranda G, F. Javier, "Introducción a la Gestión de Calidad", DELTA U, España, 2012

Rico, Rodriguez y Orozco y Orozco, A. y J.M., "Sistema de Evaluación de Pavimentos", Pubs. Tecs. Nos. 208 y 245, IMT-SCT, México, 2004

Shingo Shigeo. "Zero Quality Control", Productivity Press, E.U.A, 1986

Taylor W. "Guide to Acceptance Sampling". MC Graw Hill, E.U.A, 1997