ISSN 0188-7297

APLICACION DEL SIMAP A LA RED CARRETERA FEDERAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Instituto Mexicano del Transporte

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Publicación Técnica No. 109
Sanfandila, Qro. 1998

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Aplicación del SIMAP a la Red Carretera Federal del Estado de Puebla

Publicación Técnica No. 109
Sanfandila, Qro. 1998

Este trabajo fue realizado conjuntamente por Alberto Mendoza Díaz, Gandhi Durán Hernández y Emilio Mayoral Grajeda del Instituto Mexicano del Transporte; Esteban Ambriz Reyes, Miguel Sánchez Mejía y Patricio Gómez Torres de la Dirección General de Servicios Técnicos; José Luis Jaen Balvanera y Julio César Chacón Vivanco de la Dirección General de Conservación de Carreteras; y Jorge León Paz y José de Jesús de la Cruz Rodríguez del Centro SCT del Estado de Puebla.

Los ingenieros Oscar De Buen Richkarday, Jorge De La Madrid Virgen, Cedric Iván Escalante Sauri, Juan M. Orozco y Orozco y Alfonso Rico Rodríguez promovieron y conocieron la evolución de este trabajo en todas sus etapas.

Indice.

	Pág.
Indice.	V
Resumen.	IX
Abstract.	XI
Resumen Ejecutivo.	XIII
1. Introducción.	1
1.1 Generalidades.	1
1.2 Justificación.	2
1.3 Objetivos.	2
1.4 Alcances.	3
2. Elementos que Constituyen un Sistema de Administración de Pavimentos.	5
2.1 Introducción.	5
2.2 Niveles de Gestión de Pavimentos.	7
2.3 Descripción de los Elementos a Nivel de Red.	10
2.3.1. Inventario.	10
2.3.2. Evaluación de la Condición de los Pavimentos.	11
2.3.3. Determinación de las Necesidades de Financiamiento.	14
2.3.4. Priorización de Secciones Candidatas.	15
2.3.5. Determinación de los Efectos o Impactos de las Decisiones Presupuestarias.	17
2.3.6. Sistemas de Retro-Alimentación.	18
2.4 Descripción de los Elementos a Nivel de Proyecto.	18
2.4.1. Diseños Nuevos.	19
2.4.2. Desarrollo de los Tratamientos de Mantenimiento, Rehabilitación y Reconstrucción.	21
2.4.3. Selección de la Mejor Estrategia.	25

Pág.

2.5 Relación entre los Elementos a Nivel de Red y a Nivel de Proyecto. 27
2.6 Importancia de los Sistemas de Gestión de Pavimentos. 27
2.7 Beneficios de la Administración de Pavimentos. 28

3. Información de Campo de la Red de Carreteras Federales de Puebla. 31
3.1 Datos Generales. 31
3.2 Calidad de Rodamiento. 36
3.3 Información de Tránsito. 38
3.4 Inventario de Deterioros. 43
3.5 Proyectos Homogéneos de Conservación. 55
3.6 Deflexiones y Propiedades Estructurales. 55

4. Aplicación del SIMAP. 65
4.1 Descripción del Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP). 65
4.1.1. Módulo Técnico. 65
4.1.2. Módulo Económico. 69
4.2 Programa Piloto en Puebla. 70
4.2.1. Módulo Técnico. 70
4.2.2. Módulo Económico. 73
4.3 Resultados. 74
4.3.1. Módulo Técnico. 74
4.3.2. Módulo Económico. 74

1. Conclusiones y Recomendaciones. 93
5.1 Conclusiones. 93
5.2 Recomendaciones. 93

Pág.

Referencias. 95

ANEXO A. Calificación del Servicio Actual en los Tramos Considerados. 101

ANEXO B. Inventario de Deterioros. 113

ANEXO C. Información de Deflexiones. 123

Resumen.

Este trabajo muestra un ejemplo completo de aplicación del Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP) a un caso real. El ejemplo que se describe corresponde a la Red de Carreteras Federales del Estado de Puebla. Fue desarrollado, conjuntamente, por el Instituto Mexicano del Transporte, la Dirección General de Servicios Técnicos (SCT), la Dirección General de Conservación de Carreteras (SCT) y el Centro SCT del Estado de Puebla.

El objetivo fundamental de este trabajo es explorar las posibilidades prácticas de utilización en México de los denominados Sistemas de Administración de Pavimentos.

Se presentan algunos principios básicos de la administración de pavimentos. Se describe la elaboración del inventario de la red carretera considerada, mediante la aplicación del Módulo Técnico del SIMAP. Se realizan los análisis económicos para determinar los programas de conservación correctiva y rehabilitación para el futuro inmediato (año próximo), mediante la aplicación del Módulo Económico del SIMAP. Se establecen una serie de conclusiones y recomendaciones.

Abstract.

This work shows a complete example of application of the Mexican Pavement Management System (SIMAP) to a real case. The described example corresponds to the network of Federal Roads of the state of Puebla. It was developed, jointly, by the Mexican Transportation Institute, the General Directorate of Technical Services of SCT, the General Directorate of Road Maintenace of SCT and the SCT Center of Puebla.

The main objective of this work is to explore the practical possibilities of use in Mexico of Pavement Management Systems.

The basic principles of pavement management are shown. The creation of the database for the considered network through the use of the Technical Modulus of SIMAP, is described. The economic analysis to generate the maintenance and rehabilitation programs for the immediate future is carried out, through the application of the Economic Modulus of SIMAP. A series of conclusions and recommendations are finally established.

Resumen Ejecutivo.

1. Introducción.

Los sistemas de administración o gestión de pavimentos tienen como finalidad ayudar a elaborar programas anuales de conservación, que distribuyan a las tareas que más convenga realizar los casi siempre limitados recursos disponibles.

En México se han realizado diversos esfuerzos por elaborar sistemas de gestión de pavimentos congruentes con la realidad nacional. Dentro de éstos se cuenta el Sistema Mexicano de Administración de Pavimentos (SIMAP), desarrollado por el Instituto Mexicano del Transporte.

Las prácticas de administración o gestión de pavimentos se basan en el concepto de encontrar una combinación económica de medidas a aplicar en cualquier momento para poder obtener un nivel de servicio deseado. Los sistemas de administración de pavimentos (SAP) pueden evaluar varias estrategias, usan los efectos esperados de las medidas de mantenimiento y rehabilitación sobre el comportamiento futuro de la superficie de los caminos para identificar aquellas secciones que necesiten un tratamiento, e identificar la combinación de medidas preventivas que proporcionen una condición global deseada, considerando las restricciones impuestas.

Desde un punto de vista amplio, la administración de pavimentos cubre todas las fases de la planeación, programación, análisis, diseño, construcción e investigación de los pavimentos. Puede llegar a considerar tanto las necesidades de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos existentes, como las necesidades de áreas adicionales de pavimento para aumentar la capacidad vial; no incluye mantenimiento rutinario (limpieza y reparación de taludes, señales, etc.), el cual suele enfrentarse a través de un presupuesto anual fijo reducido, que no requiere de un sistema o estrategia de gestión.

Los principales beneficios de la administración de pavimentos son:

- Uso más eficiente de los recursos disponibles.
- Una mayor habilidad para justificar y asegurar un mayor financiamiento para las actividades de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

- Una información más exacta y accesible sobre el estado de un sistema de vialidades.
- Habilidad para evaluar con el tiempo, el comportamiento de los tratamientos seleccionados.
- Habilidad de mostrar el impacto de distintas estrategias de financiamiento.

2. Aplicación del SIMAP a la red carretera federal del Estado de Puebla.

El SIMAP se define como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afectan la funcionalidad, economía y vida útil de los pavimentos y que permiten una utilización adecuada de los recursos humanos y presupuestales disponibles. El SIMAP, para su operación, fue elaborado en dos módulos, uno técnico y otro económico; el primero permite conducir el proceso de recopilación de la información de campo requerida para la red bajo estudio, elaborar la base de datos con toda la información obtenida y generar distintos tipos de reportes a partir de dicha base de datos; el Módulo Económico permite realizar análisis de factibilidad económica para una serie de alternativas posibles de mantenimiento de los diferentes tramos, es una herramienta de cálculo computacional destinada a trabajar con los proyectos que han quedado igualados en los horizontes de calidad y tiempo al final de la etapa anterior. Las fases de éstos Módulos se muestran en la figura 1.

Los parámetros que se evaluaron fueron los siguientes:

- Calidad de rodamiento mediante la calificación de servicio actual (CSA), el valor de un CSA de 2.5 es frecuentemente considerado como un valor de alerta, sin embargo en este estudio se fijó como límite de rechazo el valor de CSA igual a 3.8 para permitir el análisis de un mayor número de tramos. La mayoría de los segmentos en que se dividió la red se encuentran en estado "regular" (61.2%) y "bueno" (38.4%); y solamente 0.4% de los mismos se encuentra en estado "muy bueno".

- Información de tránsito. Los datos viales permitieron identificar, dentro de cada tramo, los subtramos con diferente nivel de tránsito, encontrándose TDPA desde 17,476 para el tramo Puebla-Izucar de Matamoros, así como tramos con TDPA de 649 como mínimo.

SISTEMA MEXICANO DE ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS

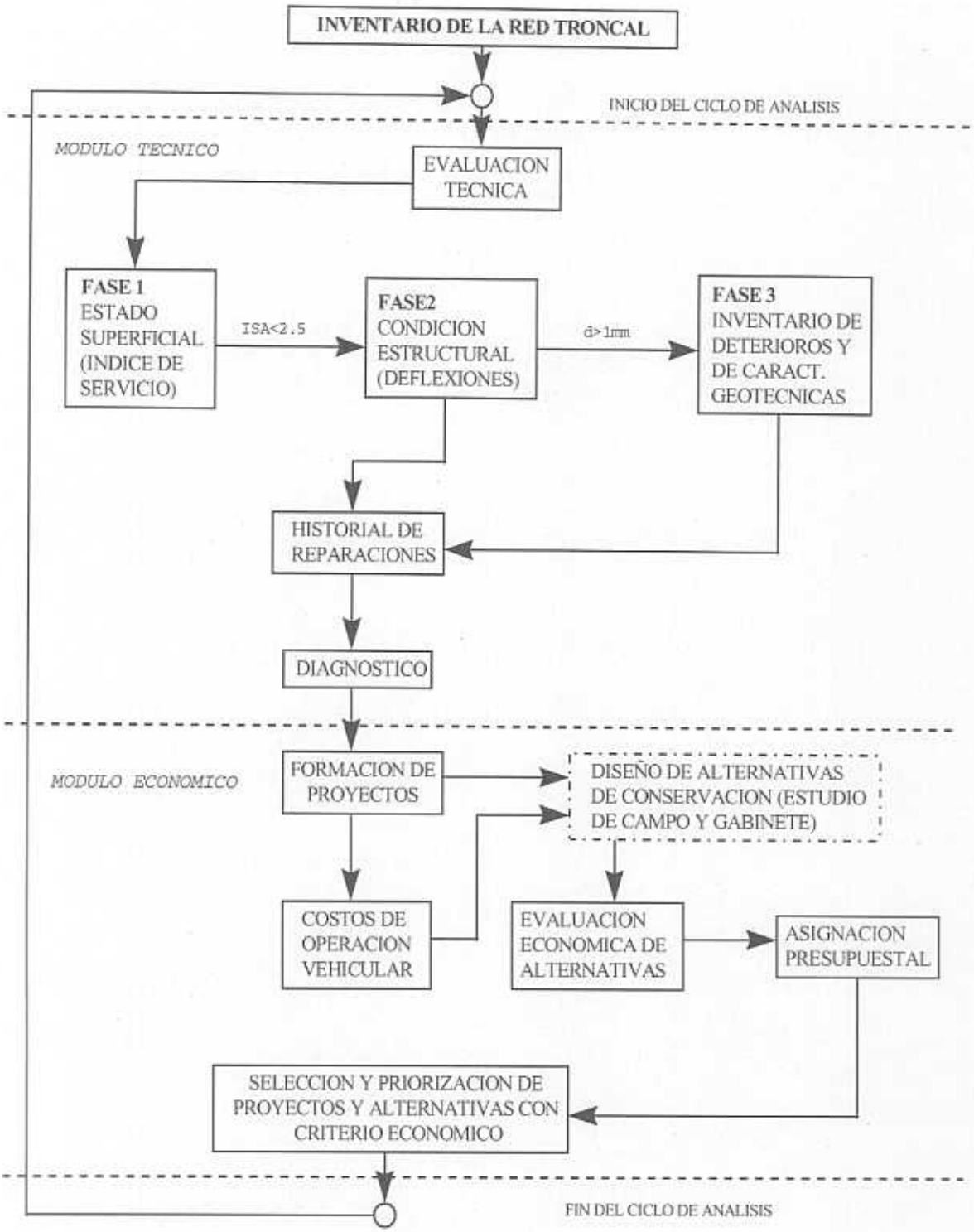


FIGURA 1.

- Inventario de deterioros. Se registraron los distintos tipos de falla (roderas, baches, grietas longitudinales, grietas transversales y otros) que muestra la superficie de rodamiento de los tramos de la red carretera, evaluando la severidad en términos de una escala compuesta de los niveles de la A (despreciable) a la E (muy grave).

- Proyectos homogéneos de conservación. Se definieron los 57 proyectos, los cuales guardaban relativa homogeneidad tanto en términos de nivel de tránsito como de estado superficial (CSA).

- Deflexiones y propiedades estructurales. En todos los segmentos de 5 km se midieron deflexiones utilizando Viga Benkelman, en los 500 m más críticos de cada segmento se tomaron 25 deflexiones para los distintos segmentos, una a cada 20 m. Los datos anteriores permitieron generar la información de deflexiones a nivel de los diferentes proyectos.

- Finalmente, para los segmentos que tuvieron deflexiones mayores de 1 mm se recabó información sobre la resistencia estructural del pavimento, en términos del espesor y el Valor Relativo de Soporte (VRS) de las distintas capas, la obtención del primero generalmente precisa de la obtención de muestras (corazones) mediante cilindros y taladros.

El programa piloto se llevó a cabo en los 1,166.01 km que constituyen la red federal de carreteras del Estado de Puebla, de los cuales no cumplían con las especificaciones antes mencionadas (CSA $\leq$ 3.8 y deflexiones $>$ 1 mm) 362.44 km.

3. Resultados.

A partir del Módulo Técnico se obtuvo un reporte selectivo de tramos con CSA menor a 3.8 con la finalidad de considerarlos dentro de la evaluación económica. El reporte generado indicó que de los 57 tramos totales, debían descartarse 8, estableciendo un período de análisis de 15 años para todos los proyectos con una tasa anual de actualización de 12%. Los indicadores de rentabilidad económica para cada alternativa fueron el Valor Presente Neto (VPN) y la relación VPN/costo.

Se propusieron 2 alternativas de conservación o mantenimiento de tipo periódico o correctivo, estableciéndose para cada una de ellas, el número de acciones de que constará, la vida útil, el valor de CSA que se recuperaría, la degradación del CSA en función de la vida útil y el costo de cada acción. Cabe destacar que cada proyecto contiene de una a tres alternativas, estableciéndose para los 49 proyectos, 105 alternativas en total.

No obstante que el monto necesario para atender la totalidad de la red fue de 200.41 millones de pesos, tomándose como restricción la inversión para el Estado durante 1997, que fue de 61.446 millones de pesos, distribuidos en acciones de conservación periódica y reconstrucción.

Los resultados aparecen en la tabla 1, la cual incluye 12 proyectos. Adicionalmente se realizó otra evaluación con CSA menor a 3, obteniéndose los mismos resultados para los primeros 4 proyectos mostrados en la tabla 1.

Con los resultados anteriores concluye estrictamente la aplicación del sistema; sin embargo, con la finalidad de ampliar la longitud atendida con los recursos disponibles, se propuso:

- Que los primeros 3 proyectos de la tabla 1 representen el rubro de construcción, con una asignación de 31.475 millones de pesos, atendiéndose éstos en 2 años, por lo que en el primer año se actuaría sólo en la mitad de la longitud total de los 3 proyectos con un costo de 29.622 millones de pesos. Asimismo, en el primer año se emprenderían las acciones correspondientes a la alternativa 1 del proyecto 21 (el cual tiene una longitud de 28.3 km), con un costo total de 2.264 millones de pesos. Así, el costo total para este rubro en el primer año sería de 31.886 millones de pesos con una longitud atendida en el primer año de 94.4 km. En el mapa de la figura 2 se muestran los tres tramos que deben atenderse para reconstrucción, según resultados del SIMAP.

- Por lo que respecta al rubro de conservación periódica, al cual en 1997 se le asignaron 29.971 millones de pesos, se atenderían 2 proyectos que serían el 7 y 55, con un costo de 26.876 millones de pesos; adicionalmente se propuso atender los proyectos 18 y 27, con un costo de 3.024 millones de pesos. De esta manera la longitud total atendida en este rubro en el primer año sería de 111.20 km.

Tabla 1. JERARQUIZACIÓN DE LOS PROYECTOS POR EL VALOR PRESENTE NETO DE LA ALTERNATIVA MAS RENTABLE (TRAMOS CON ISA MENOR O IGUAL A 3.8)

PROYECTO No.	ALTERNATIVA OPTIMA	VPN (miles $)	LONGITUD ACUMULADA (km)	COSTOS EN EL AÑO 1 (miles de $)	
				PROYECTO	ACUMULADO
29	1.2	646,313.25	62.50	22,187.50	22,187.50
2	3.2	581,488,43	109.00	24,877.50	47,065.00
20	1.2	474,353.43	132.20	12,180.00	59,245.00
7	1.2	409,259.45	159.80	16,146.00	75,391.00
56	2.4	371,675.50	229.50	12,894.50	88,285.50
55	2.4	346,634.79	287.50	10,730.00	99,015.50
9	2	281,156.23	323.60	6,678.50	105,694.00
18	2	259,900.29	332.90	1,720.50	107,414.50
15	2	224,470.36	380.40	1,622.50	109,077.00
19	1.2	206,967.64	392.70	4,366.50	113,443.50
27	5	205,788.79	409.00	1,304.00	114,747.50
5	2	189,639.22	449.00	5,600.00	120,347.50
				Otros	83,729.85
				Total	**204,077.35**

Nota:

Todas las alternativas incluyen riego de sello.

(1) Recubrimiento del pavimento estabilizado con emulsión

(2) Carpeta de concreto asfáltico

(3) Recubrimiento del pavimento con material de banco

(4) Renivelación de sello

(5) Renivelación con concreto asfáltico

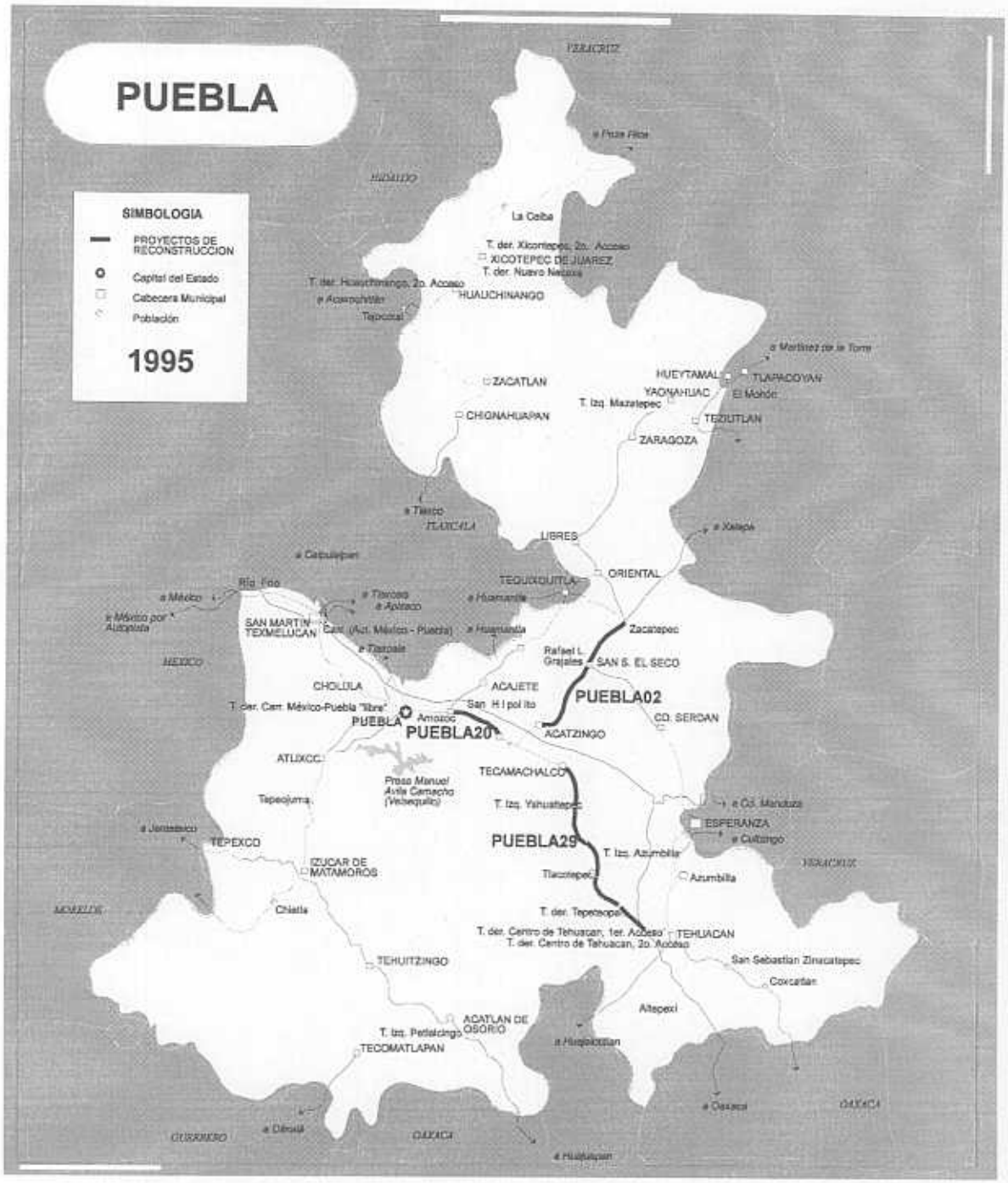

PUEBLA
SIMBOLOGIA
PROYECTOS DE RECONSTRUCCION
Capital del Estado
Cabecera Municipal
Población
1995
La Ceiba
XICOTEPEC DE JUAREZ
HUAUCHINANGO
ZACATLAN
CHIGNAHUAPAN
HUEYTAMAL
TLAPACOYAN
YAONAHUAC
TEZIUTLAN
ZARAGOZA
LIBRES
ORIENTAL
TEQUIXQUITLA
Zacatepec
SAN S. EL SECO
SAN MARTIN TEXMELUCAN
CHOLULA
ACAJETE
PUEBLA02
CD. SERDAN
PUEBLA
PUEBLA20
ACATZINGO
ATLIXCO
TECAMACHALCO
Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo)
Tepeojuma
ESPERANZA
PUEBLA29
TEPEXCO
IZUCAR DE MATAMOROS
Tlacotepec
Azumbilla
Chiatla
TEHUACAN
TEHUITZINGO
San Sebastian Zinacatepec
Coxcatlan
Altepexi
ACATLAN DE OSORIO
TECOMATLAPAN
MEXICO
GUERRERO
OAXACA

FIGURA 2.

4. Conclusiones y recomendaciones

Con base en la experiencia obtenida en el Estado de Puebla se demostró que el SIMAP es operable.

A partir de la aplicación del SIMAP en el Estado de Puebla se observó que con el valor de rechazo CSA menor o igual a 2.5, la longitud resultante de carreteras a estudiar era muy limitada; por esta razón, se dejó abierto este valor con el fin de que en aplicaciones posteriores del SIMAP, el usuario lo establezca conforme a la calidad de servicio de sus carreteras y a los recursos financieros posibles.

Por otra parte se recomendaron las siguientes acciones:

- Aplicar el SIMAP en las diferentes entidades federativas de la red federal y estatal de carreteras con el Indice de Servicio Actual y las deflexiones obtenidas durante el año de 1996.

- Actualizar los documentos técnicos relacionados con el sistema que contengan las modificaciones hechas al SIMAP durante el programa piloto en la red de carreteras federales del Estado de Puebla.

- Trabajar sobre la inclusión del módulo geográfico del SIMAP.

- Trabajar con la inclusión al SIMAP de los resultados obtenidos con los equipos de impacto KUAB y DYNATEST de tal manera que permita ingresar módulos elásticos o VRS y deflexiones obtenidas con estos equipos o con Viga Benkelman, como opciones.

- Medir el índice internacional de rugosidad (IIR) cada año en la red federal de carreteras, con la finalidad de tener mayor objetividad en los resultados del sistema.

1. Introducción.

1.1. Generalidades.

En México, la red federal de carreteras tiene una extensión aproximada de 30,000 kilómetros. Según datos de principios de 1994 referentes al estado actual de esta red principal, se estima que en términos de la calidad de servicio ofrecida a los usuarios, alrededor de 30% de ella se encuentra en buenas condiciones, 66% en estado regular mientras que el resto se encuentra en estado deficiente (Referencia 1). La considerable proporción de la red en estado regular o deficiente se debe, en buena parte, a la existencia de carreteras que fueron construidas hace muchos años para tránsitos de menor intensidad y peso que los actuales. Como consecuencia del progreso general del país, existen hoy tramos con aforos que pueden llegar a ser de 20 a 30 mil vehículos diarios, con 30 ó 40% de vehículos pesados. A la situación anterior se le une el que el nivel de asignación de recursos para conservación en los últimos años ha sido apenas suficiente para conservación rutinaria, resultando escaso para revertir la tendencia actual de la red hacia un deterioro generalizado (Referencias 2 y 3).

La situación anterior es parecida a la que sufren muchas otras redes carreteras del mundo. Por tal razón, desde la década de los 80's se han venido utilizando, cada vez con mayor frecuencia, los denominados "sistemas de administración o gestión de pavimentos". Estos tienen como finalidad ayudar a elaborar programas anuales de conservación que distribuyan a las tareas que más convenga realizar los casi siempre limitados recursos disponibles. Algunos de ellos han tenido una amplia aceptación en los países de América Latina (Referencia 4).

Diversos sistemas de administración de pavimentos (SAP) desarrollados en el mundo, a pesar de su innegable calidad, son considerados insuficientes para México. Estos SAP proceden de países con excelentes redes carreteras, construidas con buenos materiales. Por lo tanto, se parte de que en todos los casos se tiene una falla funcional, pero nunca estructural. En México, se considera que estos criterios no son aplicables en forma única, puesto que con mucha frecuencia los deterioros superficiales están ligados a fallas estructurales profundas. Es por ello que en México se han realizado diversos esfuerzos por elaborar sistemas de gestión de pavimentos congruentes con la realidad nacional. Dentro de éstos se

cuenta el Sistema Mexicano de Administración de Pavimentos (SIMAP), desarrollado por el Instituto Mexicano del Transporte. Este sistema comprende fundamentalmente dos módulos, uno denominado Módulo Técnico, el cual permite llevar un inventario de todos los parámetros importantes para el diseño de la conservación de los distintos tramos de la red; y el otro denominado Módulo Económico, el cual permite realizar análisis de factibilidad económica para una serie de alternativas posibles de mantenimiento de los diferentes tramos.

1.2. Justificación.

En este trabajo se describe un ejemplo completo de aplicación del SIMAP, al caso particular de la red de carreteras principales del Estado de Puebla.

De aquí en adelante, cuando se haga referencia al "sistema de gestión de pavimentos utilizado" pero no se indique explícitamente su nombre, deberá entenderse que se trata del SIMAP. De la misma manera, cuando se haga referencia a la "red de carreteras", deberá entenderse que se trata de la red de carreteras principales del Estado de Puebla.

Este tema fue seleccionado para elaborar el presente trabajo por la inquietud de investigar la conveniencia de emplear este tipo de tecnologías y analizar las limitantes que su aplicación pudiese tener actualmente en México, particularmente a los niveles locales (estatal y municipal).

1.3. Objetivos.

Como ya se indicó, el objetivo fundamental de este estudio consiste en desarrollar un ejemplo completo de aplicación del SIMAP a la planeación de la conservación de la red carretera principal del Estado de Puebla. Esto, con el fin de:

- Explorar las posibilidades prácticas de utilización en México de estos sistemas.

- Ejemplificar su uso con un caso real.

1.4. Alcances.

En este trabajo se describen algunos aspectos de la elaboración del inventario de la red carretera considerada (aplicación del Módulo Técnico) así como los análisis económicos para determinar los programas de conservación correctiva y rehabilitación para el futuro inmediato (año próximo principalmente) (aplicación del Módulo Económico). No se describe con detalle, por otra parte, la recopilación de información de campo ya que ésta suele seguir métodos bien definidos que se presentan en diversas fuentes (Referencias 11 y 12).

La definición de los programas anuales de conservación se realiza a un nivel preliminar de planeación (nivel de red), en términos de los presupuestos, tramos y medidas con que deberá actuarse el año próximo. Queda fuera de los alcances de este estudio la determinación de la acción óptima definitiva a realizar en cada uno de los tramos a mejorar (nivel de proyecto). Tanto el nivel de red como el nivel de proyecto de los SAP se describirán con gran detalle en el siguiente capítulo.

Los alcances específicos de este trabajo están contenidos en los siguientes capítulos que lo constituyen:

- El presente capítulo muestra la introducción, indicando algunos aspectos de carácter general relacionados con la administración de la conservación de pavimentos y los motivos que condujeron a seleccionar este tema, así como los objetivos y alcances particulares de este trabajo.

- En el Capítulo 2 se describen los diferentes elementos que, en general, constituyen un sistema de gestión de pavimentos.

- El Capítulo 3 describe algunos aspectos de la organización de la información recopilada para la red, con fines de elaboración del inventario. Asimismo se muestran algunos análisis preliminares de dicha información.

- En el Capítulo 4 se presentan los análisis realizados con los Módulos Técnico y Económico del SIMAP. Estos culminan con la definición del programa preliminar de conservación para el futuro

inmediato (como ya se dijo, a nivel de red). Se muestran algunos aspectos de la elaboración del inventario a través del Módulo Técnico. Asimismo se muestran los análisis de factibilidad realizados para una serie de alternativas posibles de mantenimiento para los diferentes componentes de la red, definiéndose los tramos en que resultaría más conveniente la actuación inmediata y las medidas más adecuadas a efectuar en ellos; estos análisis se realizan con el Módulo Económico.

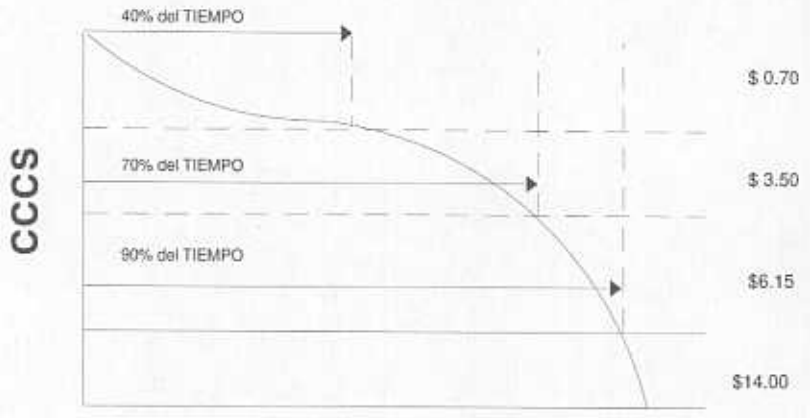
- El Capítulo 5 presenta las conclusiones y recomendaciones más relevantes derivadas de los capítulos anteriores.

2. Elementos que Constituyen un Sistema de Administración de Pavimentos.

2.1. Introducción.

En este capítulo se describen los principios más importantes de la gestión de pavimentos. El sistema de administración de pavimentos (SAP) que se emplea en este trabajo es congruente con los principios aquí mencionados. Sus particularidades más relevantes se destacan en el Capítulo 4, el cual detalla su aplicación específica a la red carretera del Estado de Puebla.

Todas las superficies de los caminos se deterioran con el tiempo debido al tránsito y al medio ambiente. La Figura 2.1 muestra la tasa promedio de deterioro y el cambio de los costos de reparación a medida que el pavimento se deteriora. El término CCCS (calificación compuesta de condición superficial) es una medida o índice de la condición de un pavimento (sus valores altos representan una condición mejor que sus valores bajos). Es evidente que el costo total será menor si el pavimento se repara oportunamente. La figura también indica que le costará menos a la agencia que proporciona el mantenimiento, mantener las carreteras en buen estado.



CCCS = calificación compuesta de condición superficial.

FIGURA 2.1 Efectos del Tratamiento Oportuno Sobre los Gastos de Recuperación.

Las prácticas de administración o gestión de pavimentos se basan en el concepto de encontrar una combinación económica de medidas a aplicar en cualquier momento para poder obtener un nivel de servicio deseado. Los SAP que pueden evaluar varias estrategias, usan los efectos esperados de las medidas de mantenimiento y rehabilitación sobre el comportamiento futuro de la superficie de los caminos para identificar aquellas secciones que necesiten un tratamiento, e identificar la combinación de medidas preventivas que proporcionen una condición global deseada, considerando las restricciones impuestas.

Un SAP es una herramienta que se usa para ayudar a tomar decisiones económicas en lo que se refiere al mantenimiento y rehabilitación de pavimentos y superficies de caminos (Referencias 13 a 16). Mucha gente piensa que un SAP es un conjunto de programas de computadora. Esto es erróneo, ya que los programas de computadora no gestionan o toman decisiones. El personal de una organización es el que administra los pavimentos y el que toma las decisiones. Los programas de computadora solamente asisten en la administración de la información y apoyan a la toma de decisiones. Los SAP proveen los instrumentos para organizar una cantidad enorme de datos que se desarrollan en una red de carreteras. Cuando el almacenamiento y los análisis de datos se automatizan, un SAP guarda los datos, los recupera y realiza cálculos múltiples y complejos en una forma rápida y eficiente.

El término gestión de pavimentos se usa para describir la administración de redes de supercarreteras, carreteras y calles con superficies pavimentadas, mientras que el término gestión de superficies de carreteras y calles, o solamente gestión de superficies, se utiliza para describir la gestión de redes de carreteras y calles con superficies pavimentadas y no pavimentadas (Referencia 17). En este estudio se hace referencia exclusivamente a superficies pavimentadas con estructuras flexibles de varias capas, de las cuales la más superficial es de concreto asfáltico.

Desde un punto de vista amplio, la administración de pavimentos cubre todas las fases de la planeación, programación, análisis, diseño, construcción e investigación de los pavimentos (Referencia 18). Puede llegar a considerar tanto las necesidades de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de pavimentos existentes, como las necesidades de áreas adicionales de pavimento para aumentar la capacidad

vial; no incluye generalmente el mantenimiento rutinario (limpieza y reparación de taludes, señales, etc), el cual suele enfrentarse a través de un presupuesto anual fijo reducido, que no requiere de un sistema o estrategia de gestión. Trata también sobre los requerimientos de los trabajos seleccionados y las normas a seguir en ellos. La planificación de actividades programadas de mantenimiento normalmente se desarrolla dentro de un sistema de administración de pavimentos o uno de superficie de caminos.

2.2. Niveles de Gestión de Pavimentos.

La administración de pavimentos generalmente se desarrolla a dos niveles, el nivel de red y el nivel de proyecto (Referencias 13, 14 y 18). Las diferencias entre el nivel de red y el de proyecto se extienden más allá del nivel en el cual se toman las decisiones e incluyen diferencias en la cantidad y el tipo de datos que se requieren. La recolección de datos es costosa y a menudo no se sabe con exactitud que tipo ni que cantidad de ellos serán requeridos, hasta que parte de los datos hayan sido recolectados. La recolección excesiva de datos ha creado problemas en la implementación y el uso continuo de SAP en el pasado (Referencia 19). Para evitar este problema, a nivel de red normalmente se recolecta una cantidad mínima de datos (aunque para toda la red). Esto permite que el SAP sea implementado con un monto de inversión inicial bajo en la recopilación de datos; sin embargo, los datos recopilados a nivel de red no son los más adecuados para tomar la mayoría de las decisiones a nivel de proyecto. Se deben recolectar más datos de las secciones de pavimento individuales identificadas como candidatas prioritarias para mantenimiento o rehabilitación por el análisis a nivel de red (es decir, a nivel de proyecto se requiere la información de detalle necesaria para el diseño de las medidas más adecuadas, pero sólo para las secciones candidatas prioritarias). La necesidad de minimizar los costos de la recolección de datos es una razón para separar los elementos de gestión de pavimentos en elementos a nivel de proyecto y a nivel de red.

La diferencia en el nivel de decisión normalmente se encuentra en la cantidad de pavimento que se considere y también en el propósito de la decisión (Referencia 20). A nivel de red, las agencias normalmente incluyen los pavimentos de toda la red bajo su jurisdicción. Sin embargo,

las agencias pueden separar la red en subconjuntos, como caminos arteriales, las rutas de autobuses o las calles industriales. La cantidad de pavimento que se considera a nivel de proyecto normalmente consiste en un tramo o sección sencilla a gestionar, la cual a veces corresponde a una sección original de construcción, aunque las secciones pueden ser combinadas o subdivididas para propósitos de análisis.

El propósito del proceso de gestión a nivel de red normalmente se relaciona con el proceso presupuestario para identificar las necesidades de trabajo de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, la selección de secciones a repararse o mantener y la determinación de los efectos de las varias opciones sobre el comportamiento del sistema de todos los pavimentos de la red y sobre el bienestar global de la comunidad (Referencia 18). La parte que trata de la selección de secciones a financiarse en determinados períodos se denomina como selección y programación de proyectos; en algunas agencias ésta ha sido identificada con la gestión a nivel de proyecto. Sin embargo, esta parte es un elemento del proceso de administración a nivel de red y aquí será discutida como parte de la gestión a nivel de red. Los resultados principales de los análisis a nivel de red incluyen las necesidades de mantenimiento y rehabilitación, las necesidades de financiamiento, un listado priorizado de las secciones o tramos candidatos que necesitan reparación y un pronóstico de las condiciones futuras de la red para varias opciones de financiamiento.

A nivel de proyecto, el propósito es determinar la estrategia más económica posible de diseño inicial así como de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción durante el período de vida de una sección de pavimento seleccionada, dado el financiamiento disponible (Referencia 18). Los resultados principales de la administración de pavimentos a nivel de proyecto incluyen una evaluación de las causas del deterioro, identificación de las estrategias posibles de diseño, mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción y la selección de la estrategia más económica a seguir durante el período de vida de la sección, dadas las restricciones impuestas. Este proceso requiere de una cantidad considerable de datos detallados para la sección considerada.

A nivel de red se analiza toda la red considerada, con el mínimo de datos de ella para generar programas de conservación preliminares (para un horizonte de tiempo dado), utilizados principalmente para la gestión de los

recursos. A nivel de proyecto se consideran sólo los tramos carreteros con mayor urgencia de actuación (programa del año próximo), determinándose para ellos las medidas definitivas a aplicar. No todos los datos que se necesitan para tomar las decisiones a nivel de proyecto son requeridos para tomar las decisiones a nivel de red. Generalmente las decisiones a nivel de red pueden ser tomadas con una cantidad menor de datos que aquéllos que se requieren para tomar decisiones específicas sobre una sección a nivel de proyecto. Para reducir los costos de implementar un SAP, solamente se recolecta la cantidad mínima de datos requeridos, y sólo cuando sean necesitados.

La administración de pavimentos a nivel de proyecto básicamente consiste en los análisis y diseños de ingeniería que se requieren para desarrollar la estrategia más efectiva (de mayor factibilidad económica) de diseño, mantenimiento o rehabilitación para una sección específica de pavimento. Algunos se refieren a este proceso como análisis de proyecto o diseño de proyecto, en vez de gestión de pavimentos a nivel de proyecto (Referencia 14). Las secciones que necesitan trabajos de mantenimiento y rehabilitación (e incluso reconstrucción), serán seleccionadas para reparación por el SAP a nivel de red (y posiblemente también por algún sistema de gestión de seguridad vial). Las actividades de diseño de pavimentos nuevos (por ejemplo, de ampliaciones y vías nuevas) deben de provenir de algún sistema de administración de tránsito o de otros procesos establecidos para determinar esas necesidades específicas. Debido a la necesidad de evaluar la condición de los materiales ya en su lugar, el diseño de un trabajo de rehabilitación pudiera requerir más ingeniería que el diseño de un pavimento nuevo (en el que muchos de los parámetros se asumen o se obtienen mediante pruebas de laboratorio).

El tamaño del proyecto y la importancia de la vía para la agencia determinan la cantidad de tiempo y fondos a gastarse en la evaluación a nivel de proyecto. Los pavimentos sobre vías principales con alto tránsito deben sujetarse a una mejor evaluación que aquéllos sobre caminos o vías de bajo tránsito. Todos los conceptos y los procedimientos de evaluación descritos son válidos para cualquier calle o carretera, independientemente del volumen de tránsito. Lo único que varía es la cantidad de pruebas a realizar y el tiempo que se dedique para arribar a conclusiones.

2.3. Descripción de los Elementos a Nivel de Red.

Esta sección trata principalmente de los elementos a nivel de red; en ella se proporciona una descripción breve de un SAP a nivel de red. Los elementos básicos de un SAP a nivel de red son (Referencias 13 y 15):

- Un inventario.
- Evaluación de la condición.
- Determinación de las necesidades de financiamiento.
- Identificación de proyectos candidatos a financiar.
- Un método para determinar el impacto o los efectos de las decisiones de financiamiento sobre las condiciones futuras y el financiamiento futuro.
- Un proceso de retroalimentación.

Obsérvese que en esta discusión, la identificación de proyectos candidatos para financiamiento se incluyen en el análisis a nivel de red. Como ya se indicó, este elemento de programación ha sido llamado por algunas agencias como nivel de proyecto, pero es una parte del proceso a nivel de red y será incluido en este documento dentro del análisis a nivel de red.

2.3.1. Inventario.

El inventario de la red vial proporciona información sobre la cantidad de pavimentos que el administrador es responsable de gestionar, información sobre la ubicación de las secciones de pavimento e información básica relacionada con las secciones de pavimentos dentro de la red (Referencias 13 a 15). Es imposible administrar una red de pavimentos como una sola unidad; una tarea importante del proceso de implementación de un SAP es la división de la red en secciones o tramos a administrar. El inventario proporciona información básica sobre la ubicación y la conectividad de cada sección de gestión dentro de la red.

Se usan dos conceptos generales para dividir la red en secciones de gestión. En el primero, la red se divide en tramos de un largo uniforme (alrededor de media milla) y si se desea, los tramos pueden ser combinados para el análisis. En el segundo concepto, se definen secciones de gestión que serán tratadas por el administrador como unidades completas y a las cuales normalmente se les aplicará el mismo tratamiento de mantenimiento. Cualquiera de los dos conceptos pueden ser utilizados y ambos tienen ventajas y desventajas.

Los datos nunca deben ser recolectados con la filosofía de que "sería bueno tener los datos" o de que "algún día podrían ser útiles". Cada tipo de datos requiere de tiempo, esfuerzo y dinero para recolectarse, guardarse, extraerse y usarse. Cualquier dato sólo debe ser recopilado cuando ese elemento sea importante para tomar decisiones de mantenimiento y rehabilitación al nivel considerado (Referencia 13). Se pueden usar diferentes tipos de datos, cantidades y niveles de exactitud para los análisis a nivel de red y a nivel de proyecto. Cualquier información que no sea vital para tomar una decisión debe evitarse, sin embargo se debe conocer cierta información básica acerca de cada sección de administración. Los elementos que generalmente se requieren para cada sección de administración incluyen: identificación, ubicación, número de carriles de tránsito, clasificación funcional, área, tipo de superficie, niveles de tránsito y fecha en la cual la superficie existente fue construida. Adicionalmente, otros datos que pudieran ser útiles son: información sobre el drenaje, información de los carriles de estacionamiento e información sobre la geografía y el medio ambiente.

2.3.2. Evaluación de la Condición de los Pavimentos.

La evaluación de la condición de un pavimento empieza con la recolección de datos para determinar el tipo, la cantidad, la severidad de los deterioros superficiales, la integridad estructural, la calidad de circulación y la resistencia al deslizamiento del pavimento. Los datos sobre la condición de los pavimentos son necesarios para la evaluación y determinación de las necesidades de trabajos de mantenimiento y rehabilitación; también se usan para pronosticar el comportamiento del pavimento, establecer las estrategias de mantenimiento y rehabilitación y para ayudar a optimizar el financiamiento disponible para esos trabajos.

La condición de los pavimentos normalmente se mide utilizando los factores siguientes (Referencias 13 y 14):

- **Deterioro Superficial.** Se refiere al daño o deterioro en la superficie del pavimento. Normalmente se realizan estudios para determinar el tipo, la severidad y la cantidad de los defectos superficiales. Esta información se usa con frecuencia para determinar un índice o calificación compuesta de condición superficial (CCCS), el cual sirve para calcular la tasa de deterioro y pronosticar la condición futura (Referencia 13). El deterioro superficial y los valores de CCCS actuales o futuros se utilizan para identificar el momento oportuno para realizar los trabajos de mantenimiento y rehabilitación, así como las necesidades monetarias requeridas en el proceso de la gestión de pavimentos. El nivel de defectos superficiales es la medida más común utilizada por el personal de mantenimiento para determinar el tipo y momento oportuno del mantenimiento requerido.

- **Capacidad Estructural.** Se refiere a la máxima carga y el máximo número de repeticiones que un pavimento puede soportar. Normalmente se realiza un análisis estructural para determinar la capacidad de carga actual y la capacidad necesaria para soportar el tránsito proyectado. Los ensayos de deflexión no-destructivos del pavimento son un método simple y confiable para realizar esta evaluación; sin embargo, también pueden utilizarse técnicas de muestreo mediante cilindros y taladros tubulares. La evaluación estructural del pavimento es importante en la selección de los tratamientos a nivel de proyecto.

- **Rugosidad (Calidad de Circulación).** Es una medida de la distorsión de la superficie del pavimento o un estimado de la habilidad de éste para proporcionar un viaje confortable a los usuarios. Se evalúa mediante una calificación que trata de representar la opinión de los usuarios sobre la calidad de circulación actual que el pavimento les proporciona (Calificación de Servicio Actual, CSA) o mediante algún índice correlacionado con esa opinión, como es el Indice Internacional de Rugosidad (IIR). La rugosidad del pavimento es considerada por el público como la medida más importante, especialmente en aquellos pavimentos con elevados límites de velocidades (por arriba de los 70 kilómetros por

hora). La rugosidad es considerada muy importante por las agencias de transporte estatales, pero por lo general no es tan importante para las agencias municipales debido a las bajas velocidades en estas jurisdicciones.

- **Resistencia al Derrapamiento**. Se refiere a la habilidad del pavimento de proporcionar la fricción suficiente para evitar los problemas de seguridad asociados con los derrapamientos o deslizamientos. La resistencia al deslizamiento es más importante para los pavimentos de las vías rápidas y generalmente se le considera como una medida separada de la condición; a menudo puede utilizarse por sí misma para determinar la necesidad de realizar algún tipo de trabajo correctivo.

Los cuatro factores anteriores de condición pueden ser utilizados para determinar la condición global del pavimento e identificar el tratamiento de mantenimiento y rehabilitación económicamente más efectivo. El grado de importancia de estos factores en términos del comportamiento del pavimento y de las necesidades de mantenimiento y rehabilitación varían; es obvio que cualquier tratamiento recomendado para corregir un problema de capacidad estructural puede remediar todas las deficiencias que pudieran estar presentes, incluyendo la rugosidad. Al mismo tiempo, cualquier tratamiento seleccionado para corregir la rugosidad puede ser usado para mejorar la resistencia al deslizamiento y corregir cualquier deterioro superficial.

Hay muchos métodos que pueden usarse para recolectar cualquiera de las cuatro medidas anteriores (Referencias 21 y 22). Cada método tiene ventajas y desventajas, pero en general, aquellos procedimientos que requieren menos esfuerzos y costos son los menos exactos. Aquéllos que son más exactos también son más costosos y que toman más tiempo. La agencia de transporte debe considerar cuidadosamente el tipo y el nivel de decisiones que se tomarán a partir de las medidas obtenidas, junto con los recursos disponibles, para determinar el método que deba usar. En la mayoría de las agencias estatales de transporte, las medidas del deterioro y rugosidad se recolectan a nivel de red. En las agencias locales, las medidas del deterioro superficial son las que se usan con más frecuencia. Por lo general, la mayoría de las agencias usan métodos menos exactos para los análisis a nivel de red y utilizan medidas más detalladas para los análisis a

nivel de proyecto. Los datos son normalmente recolectados para definir la condición de cada sección individual de gestión identificada en le inventario.

La información recolectada sobre la condición se utiliza de varias maneras a lo largo del SAP (Referencias 14 y 21). Algunas agencias utilizan tipos específicos de deterioros superficiales a nivel de red; otras los combinan para determinar índices de la condición, tales como el índice o la calificación de servicio presente (CSA), la calificación compuesta de condición superficial (CCCS) o el índice de la condición del camino (ICC).

En los siguientes capítulos se indican las medidas consideradas en el ejemplo presentado en este trabajo, así como los métodos utilizados para obtenerlas. También se describe el uso específico que se da a ellas en la aplicación de SAP mostrada.

2.3.3. Determinación de las Necesidades de Financiamiento.

Una vez que la red de pavimentos ha sido definida y que los datos de las condiciones han sido recolectados, la condición de las secciones individuales de gestión y la condición global de la red, sin ningún mantenimiento o rehabilitación, pueden ser determinados proyectando los deterioros individuales, la CSA, la CCCS, o alguna combinación de índices, a un tiempo futuro (Referencia 15). Las secciones pavimentadas de administración se seleccionan para mantenimiento y rehabilitación durante un período de análisis, si se cumple con un criterio de decisión establecido, el cual está normalmente basado en la condición, el tipo de superficie, la clasificación funcional y el tránsito (Referencia 15). Para trabajos de mantenimiento preventivo, se utiliza un programa cronológico en el cual la condición de la sección de pavimento se proyecta para bajar hasta un cierto valor mínimo de condición establecido. Cuando las secciones de pavimentos se identifican para trabajos de mantenimiento y rehabilitación, se usa una categoría de costo a nivel de red para el tipo de pavimento y condición de que se trate, para determinar las necesidades financieras de cada sección. Estas se suman para cada año del período de análisis para determinar las necesidades presupuestarias anuales.

El propósito de la planeación presupuestaria a nivel de red es asignar un costo de reparación a cada sección de pavimento que ha alcanzado los valores mínimos de condición seleccionados; es generalmente una categoría de costo en vez de un costo específico real. Los valores mínimos de condición y las categorías de costos asociados con cada uno de ellos, deben ser seleccionados basados en un análisis de los niveles de servicio más económicos que la agencia puede proporcionar al público con las restricciones existentes. Los tratamientos correspondientes a las distintas categorías de costos deben definirse con base en análisis de costos durante la vida útil, para proporcionar la mejor condición por la mínima cantidad de dinero. Sin embargo, como éstos solamente son tratamientos a nivel de red, sólo deben proveer un costo inicial suficientemente razonable que permita identificar las secciones candidatas y la cantidad de dinero que se necesita para obtener algún objetivo definido por la agencia. En la realidad, algunas secciones candidatas requerirán más dinero de lo estimado, mientras que otras requerirán menos. El análisis a nivel de proyecto se usa para ajustar los tratamientos, porque requiere de una observación más detallada de las secciones para determinar la medida económicamente más eficiente para la sección específica de pavimento.

Los procedimientos de asignación que relacionan la condición del pavimento con la categoría de costos, generalmente usan una categoría de costo para cada nivel de condición. Los programas de SAP que utilizan técnicas completas de optimización pueden considerar muchos tratamientos específicos para cada nivel de condición; sin embargo, estos tratamientos generalmente no deben ser aplicados o usados para determinar el presupuesto para una sección de gestión, hasta que un análisis más completo sea desarrollado a nivel de proyecto, a no ser que existan datos completos a nivel de red para asignar los tratamientos.

2.3.4. Priorización de Secciones Candidatas.

Una vez que la agencia identifica las secciones de pavimento que necesitan de acciones de mantenimiento o rehabilitación y determina los fondos necesarios para mantener la red de pavimentos en la condición deseada, la agencia debe priorizarlas y asignar los fondos monetarios correspondientes (Referencia 14). En la mayoría de los casos, la cantidad de fondos disponibles es menor que la que necesita para completar todas

las reparaciones identificadas; aún cuando existen suficientes fondos, generalmente deben ser distribuidos a través de varios años para igualar la cantidad de trabajo con el personal disponible. El objetivo de priorizar es obtener la mejor condición posible en la red de pavimentos, dados los fondos a gastar.

Para esta priorización puede usarse un procedimiento sencillo basado en hacer un "ranking"; sin embargo, este tipo de procedimiento está limitado por el número de factores que pueden ser considerados (Referencia 15). Los procedimientos de "ranking" generalmente asignan las prioridades más altas a aquellas secciones en la peores condiciones, sin considerar la utilidad de los fondos a gastarse. Como se ilustró en la Figura 2.1, la efectividad económica de los distintos tratamientos de mantenimiento y rehabilitación cambia en función de la condición, así como con el tipo de pavimento, el nivel de tránsito, etc. Estos métodos de asignar un "ranking" son los menos efectivos, pero también son los más sencillos de aplicar.

Frecuentemente, los métodos de "ranking" que se usan son aquéllos que se basan en la condición del pavimento, el costo a través del tiempo y la importancia del camino, en términos sencillos que puedan ser fácilmente entendidos, apoyados y explicados a los funcionarios públicos. También se han usado técnicas de optimización anual que maximizan los beneficios dado el nivel de financiamiento.

Existe un número de "herramientas de optimización" que están disponibles para determinar la "asignación óptima" de los fondos monetarios (Referencias 15, 23 y 24). Entre éstas se incluyen la programación lineal, la programación de números enteros, el análisis de decisión de Markov y la programación dinámica. Hay muchos factores que han impedido el uso verdadero de las herramientas de optimización en la administración de pavimentos. Primero, muchos de los empleados de las agencias se oponen al uso de éstas porque las técnicas que usan son complejas y dan respuestas que ellos no pueden entender rápidamente o explicar.

La mayoría de la decisiones a nivel de red se toman con base en una cantidad mínima de datos. Los métodos de "ranking" proporcionan soluciones razonablemente buenas y los métodos de optimización seleccionan las mejores; sin embargo, la información de salida proveniente de los métodos de "ranking" o de optimización a nivel de red, no se usa

directamente. Ella proporciona una lista de secciones candidatas de gestión y de categorías de costos de los tratamientos para el financiamiento disponible. Se requiere un análisis a nivel de proyecto para seleccionar el mejor trabajo a realizar para una sección específica de pavimento. Secciones adicionales de pavimento se añaden a la lista de secciones candidatas o se mueven a lo largo de los años debido a la proximidad geográfica y a la similaridad de los tratamientos, para aumentar las economías de escala durante la construcción.

2.3.5. Determinación de los Efectos o Impactos de las Decisiones Presupuestarias.

El objetivo de las agencias gubernamentales es proporcionar el máximo beneficio social, utilizando los fondos públicos. Sin embargo, el presupuesto es generalmente asignado por funcionarios que han sido elegidos, y quienes se someterán a reelección en el corto plazo. Estos funcionarios frecuentemente están más interesados en financiar soluciones a corto plazo, de un costo inicial menor, que soluciones a largo plazo y con costo inicial mayor, a pesar que se les muestre que las soluciones a largo plazo son más eficientes económicamente. Generalmente se requiere una cantidad considerable de justificaciones para lograr que se acepten soluciones a largo plazo. Una de las mejores maneras para justificar las peticiones de presupuestos es enseñar el impacto de distintas alternativas de financiamiento, en la salud de la red vial, en la acumulación de necesidades y en las necesidades futuras de financiamiento.

La integridad de la red de pavimentos se puede mostrar proyectando la condición promedio de los pavimentos de la red a lo largo de algún período de análisis razonable, en función de los niveles de financiamiento y las varias estrategias de financiamiento. Sin embargo, muchas de las personas que asignan los presupuestos, frecuentemente no entienden el significado de los cambios de la condición; generalmente ellos piensan en términos financieros. Muchas veces es mejor describir la calidad del servicio actual que se está proporcionando y discutir cómo el nivel de financiamiento aumentará o disminuirá esa condición; por ejemplo, se podría explicar cómo el porcentaje de materiales en condición pobre cambiará de un 5 a un 10% en los siguientes 5 años con el nivel de financiamiento actual, pero pudiera mantenerse constante a lo largo del mismo período con un aumento de un

7% en el presupuesto. También para algunas agencias gubernamentales es importante discutir la vida útil de la red existente y los cambios de la vida útil en función de las diferentes estrategias de financiamiento.

2.3.6. Sistemas de Retro-Alimentación.

Muchos de los sistemas de gestión de pavimentos que actualmente se usan, fueron implementados utilizando técnicas de proyección, procesos de asignación y costos basados en información limitada. Para que un sistema sea completamente adoptado y usado, debe demostrarse que es confiable. Los procesos de retro-alimentación proporcionan información sobre la confiabilidad de los estimados pasados e información para mejorar los estimados futuros (Referencia 13). Estos procesos de retro-alimentación no son elementos del SAP, sino que consisten en un proceso manual por el cual el personal responsable en operar el SAP actualiza los algoritmos, los procesos de asignación y los costos, en una forma periódica.

2.4. Descripción de los Elementos a Nivel de Proyecto.

Esta discusión se proporciona para ayudar a distinguir entre las actividades de gestión a nivel de proyecto y a nivel de red. La mayoría del personal de ingeniería y de obras públicas tienen más experiencia en las actividades a nivel de proyecto que en una gestión a nivel de red. La materia de esta sección puede enseñar cómo los dos niveles se deben de interrelacionar para desarrollar buenas prácticas de administración. Los elementos de la administración a nivel de red deben de identificar proyectos candidatos para los trabajos programados de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción. Los funcionarios de obras públicas desarrollarían una lista final que entonces se sometería a un análisis a nivel de proyecto.

La gestión de pavimentos a nivel de proyecto es el proceso de análisis y diseño para determinar los tipos y espesores de las capas de materiales que se necesitan para una estructura de pavimento para servir al público (Referencia 14). A pesar de que se pueden usar programas de computadora para diseñar el espesor de las capas de los materiales

específicos y para realizar análisis económicos, la mayoría de los procesos deben ser completados fuera de los programas. Un proceso completo requiere una cantidad considerable de muestreo y pruebas de materiales que tienen lugar tanto en el sitio como en laboratorios.

La gestión de pavimentos a nivel de proyecto generalmente considera diseños de pavimentos nuevos, así como trabajos programados de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción que requieren algún nivel de diseño. Las necesidades de diseños nuevos pueden ser generadas por un proceso de gestión de tránsito o por otros procesos. Las necesidades de rehabilitación, reconstrucción y mantenimiento pueden ser generadas desde un SAP o desde un proceso de gestión de seguridad vial. Generalmente, el desarrollo y diseño de los trabajos de mantenimiento es realizado por un grupo dentro de obras públicas distinto al que hace el diseño de construcciones nuevas y rehabilitaciones. El propósito de la gestión a nivel de proyecto es determinar la alternativa de diseño o tratamiento económicamente más eficiente, para una sección de pavimento que ha sido seleccionada para ser mejorada. La alternativa seleccionada debe ser diseñada y construida considerando los limites en los niveles de financiamiento y debe de cumplir con otras restricciones aplicables.

2.4.1. Diseños Nuevos.

El propósito de un pavimento es proporcionar al público una superficie de rodaje que sea económica, segura y confortable. A pesar de que los pavimentos son generalmente considerados como uno de los tipos más simples de estructuras diseñadas por ingenieros, su diseño es bastante complejo. La mayoría de los pavimentos están hechos con capas de materiales; eventualmente todas las cargas son transmitidas al suelo o terreno natural. Los materiales más fuertes están generalmente ubicados cerca de la superficie para poder resistir las cargas de tránsito, estática y dinámicamente. Cada capa sucesiva distribuye la carga sobre un área más grande. Las capas más fuertes proporcionan una distribución mayor, lo cual hace que las cargas sean distribuidas sobre una área más grande que la que se tendría con el mismo espesor de un material más débil. Esta distribución reduce las deflexiones unitarias y los esfuerzos de compresión verticales en las capas subsecuentes inducidos por las cargas. Estos esfuerzos y deflexiones, si llegan a ser excesivos, pueden causar

deflexiones permanentes en la estructura del pavimento causando hundimientos o deformaciones. Los materiales también deben tener la estabilidad adecuada para resistir las fuerzas cortantes producidas por las cargas de las ruedas, sin que exhiban además cualquier otro tipo de deformaciones. Los materiales deben tener la capacidad de resistir las cargas del tránsito sin que desarrollen deflexiones unitarias de tensión excesivas en las capas confinadas, las cuales suelen causar agrietamientos tipo "piel de cocodrilo".

Tanto el espesor como la rigidez de las capas afectan la distribución de las cargas y la resistencia a la fatiga de las capas del pavimento. Estas propiedades son generalmente consideradas en el proceso del diseño del pavimento en la caracterización de los materiales. La estabilidad de los materiales para resistir las deformaciones generalmente no se considera en forma directa en el diseño del pavimento porque la mayoría de los procedimientos de diseño asumen que las especificaciones de los materiales controlan adecuadamente este factor.

Muchos de los pavimentos actuales nunca fueron diseñados. Muchos de ellos fueron construidos utilizando espesores uniformes que fueron seleccionados con base en la experiencia. Algunas agencias tienen catálogos o una lista con dos o tres tipos de diseño, a partir de la cual se seleccionan la composición del pavimento y el espesor de las capas. Evidentemente estos métodos no consideran todos los factores principales que afectan el comportamiento del pavimento, y por lo general, ocasionan la utilización ineficiente de los fondos públicos destinados a construcción de pavimentos, rehabilitación y mantenimiento. La experiencia adquirida en el diseño de pavimentos pasados se pierde cuando el ingeniero encargado del diseño se va de la agencia. Asimismo, aún cuando se cuenta con la presencia de un ingeniero con experiencia, las experiencias del pasado pueden no ser aplicables a los programas actuales. El aumento en los límites de carga en los caminos, la frecuencia de las cargas, la presión y el tipo de las llantas tienen un efecto combinado que causan circunstancias que los ingenieros con experiencia nunca habían tratado previamente. Un procedimiento racional de diseño obliga al diseñador a considerar cada uno de los factores físicos que afectan el comportamiento. Este proceso conduce a realizar diseños mejores en relación con los diseños uniformes que no consideran la importancia de todas las variables de diseño (aún cuando el valor de muchas de ellas sea asumido).

Existen muchos procedimientos para diseñar pavimentos que las agencias locales pueden utilizar (Referencias 25 a 29). En los Estados Unidos (EUA), algunos de los departamentos estatales de transporte publican sus procedimientos propios para uso de las agencias locales. Todos los procedimientos de diseño deben considerar muchos factores básicos que se sabe afectan el comportamiento de los pavimentos. Estos incluyen:

- El apoyo proporcionado por el suelo in situ (subrasante).
- Las cargas de tránsito esperadas (primordialmente de camiones y otros vehículos pesados).
- Factores ambientales (principalmente el impacto de los cambios en los niveles de humedad y de los ciclos de hielo y deshielo).
- El drenaje.
- Los materiales disponibles.
- La capacitación o habilidades de las fuerzas laborales de construcción.
- Costos.

2.4.2. Desarrollo de los Tratamientos de Mantenimiento, Rehabilitación y Reconstrucción.

Al igual que la construcción inicial de un pavimento, los trabajos de rehabilitación y reconstrucción son actividades costosas. Se necesita un análisis del pavimento existente para determinar las causas del deterioro y poder seleccionar el tratamiento económicamente más eficiente, que corrija el problema que creó la necesidad de reparación, en vez de tratar simplemente de remediar los síntomas del problema (en otras palabras, atacar el problema por sus causas y no sólo por sus efectos). Esto puede ser planeado como una serie de pasos para determinar las causas del deterioro e identificar las restricciones relevantes. Las respuestas a un conjunto de preguntas pueden utilizarse para identificar los tratamientos

factibles. Una evaluación a base de preguntas y respuestas a nivel de proyecto, debe incluir las siguientes preguntas (Referencia 25):

1. ¿Es el pavimento estructuralmente adecuado para el tránsito futuro?
2. ¿Es el pavimento funcionalmente adecuado?
3. ¿Es la tasa de deterioro anormal?
4. ¿Son los materiales del pavimento durables?
5. ¿Es el drenaje adecuado?
6. ¿Han sido inadecuados los trabajos previos de mantenimiento?
7. ¿Varía la condición substancialmente a lo largo del tramo (sección) o entre los carriles?
8. ¿Requiere el medio ambiente de una consideración especial?
9. ¿Cuáles son las opciones disponibles para el control del tránsito?
10. ¿Cuáles son los factores geométricos que afectarán al diseño?
11. ¿Cuál es la condición de los acotamientos?

Las preguntas 1 a 6 esencialmente tratan la causa del deterioro. Muchas veces la respuesta a la pregunta 1 puede ser contestada realizando un diseño de reencarpetado; si el análisis indica que no se necesita el reencarpetado, el pavimento puede ser considerado estructuralmente adecuado. La pregunta 7 ayuda a determinar si se debe realizar un cambio en el tratamiento a lo largo de la sección analizada. Las preguntas 8 a 11 identifican las restricciones especiales que deben ser consideradas.

Una de las dificultades asociadas con este proceso es decidir cuáles y cuántos datos deben ser recolectados. Es difícil saber cuántos datos son necesarios hasta que algún otro tipo de información esté disponible. Se recomienda una serie de pasos para la recolección de datos a nivel de proyecto, incluyendo:

- Recolección de datos de oficina.
- Primer estudio de campo.
- Primera evaluación de datos y determinación de datos adicionales.
- Segundo estudio de campo.
- Realización de pruebas de laboratorio.
- Segunda evaluación de datos.
- Compilación final de datos de campo y de oficina.

Cada uno de estos pasos lleva a la determinación de los datos adicionales necesarios para el análisis. Si las necesidades de reparación han sido definidas desde un sistema de gestión a nivel de red, los datos de ese sistema deben servir como un punto de partida.

El tamaño del tramo y su importancia para la agencia determina la cantidad de tiempo y los fondos que serán gastados en la evaluación a nivel de proyecto. Los pavimentos de las carreteras principales con altos tránsitos deben ser sujetados a una evaluación más completa y a un mayor número de pruebas que aquéllos que se encuentren en la vías de bajo tránsito. Los conceptos y las preguntas indicadas anteriormente son válidos para cualquier carretera con cualquier volumen de tránsito; sólo la cantidad de las pruebas a realizar y el tiempo dedicado a obtener una conclusión deben variar.

Existe un gran número de alternativas de trabajos de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción para ambos tipos de pavimentos, rígidos y flexibles; el reciclaje ha aumentado el número de opciones (Referencias 25 y 30). Los trabajos de sellado de superficie, como sellos con grava o con ligantes, en combinación con preparaciones localizadas, son a menudo utilizadas como tratamientos de mantenimiento preventivo para pavimentos flexibles; también son utilizados como tratamiento de rehabilitación de pavimentos flexibles con volúmenes bajos de tránsito, cuando se requieren mejoras estructurales. El reencarpertado con concreto asfáltico es el tipo de

más común de rehabilitación estructural que se aplica a ambos pavimentos (Referencia 30). Sin embargo, muchos de los reencarpetados actualmente en sitio, nunca fueron diseñados. Algunas agencias usan un espesor uniforme sin considerar la suficiencia estructural del pavimento. Los reencarpetados han llegado a ser más versátiles cuando se combinan con geotextiles y con reciclajes. Otro tipo de trabajos de rehabilitación y reconstrucción para pavimentos flexibles incluyen:

- Reciclaje en frío en sitio, seguido por la colocación de una nueva superficie.
- Reciclaje en caliente en sitio, seguido por un reencarpetado.
- Reconstrucción y estabilización de los materiales del cimiento, seguido por la colocación de una nueva superficie.
- Extracción y reemplazamiento del pavimento.
- Reciclaje del pavimento en toda su profundidad.
- Reencarpetado de concreto de cemento Portland.

Otros tipos de rehabilitación aplicados a pavimentos rígidos incluyen:

- Una serie de tratamientos de mantenimiento como la reparación del espesor total del pavimento, el pulido de la superficie y el sellado de las juntas.
- El rompimiento del pavimento rígido original y la colocación del reencarpetado de concreto asfáltico.
- Reencarpetado de concreto de cemento Portland.

Los procedimientos para diseños nuevos son generalmente usados en el diseño de los trabajos de rehabilitación. Cuando las capas confinadas existentes de un pavimento se quitan y reemplazan o se trabajan completamente (como lo que se hace en el reciclado en frío en el lugar),

los procedimientos para diseños nuevos pueden usarse, aplicando las propiedades adecuadas de los materiales, del material existente y del material a trabajar. Cuando una parte de las capas confinadas existentes se deja en el lugar, un procedimiento de diseño de reencarpetado debe usarse para considerar el daño o deterioro que se ha desarrollado en el material confinado existente durante el tiempo que ha estado en servicio.

2.4.3. Selección de la Mejor Estrategia.

Los procedimientos de análisis y diseño discutidos anteriormente definen una serie de alternativas. Es muy raro que exista una sola alternativa o un conjunto de materiales y espesores de las capas que sea inmediatamente obvio que representan la mejor solución. La durabilidad de los materiales y la efectividad económica de cada combinación se deben considerar.

Debido a la gran extensión de las áreas cubiertas por los pavimentos, éstos deben ser construidos con materiales baratos. Esto lleva a utilizar materiales localmente disponibles, algunos de los cuales pudieran necesitar mejoras a través de estabilizaciones químicas. Las cargas de tránsito son difíciles de predecir. Asimismo, los materiales de los pavimentos, especialmente aquéllos en la capa superficial, están expuestos al medio ambiente. Estos materiales están sujetos a cambios de humedad y temperatura. La resistencia o rigidez de los materiales usados cambian con la temperatura y las condiciones de humedad. Algunos de los materiales también experimentan cambios a largo plazo debido a los efectos del medio ambiente y muchos tienen rigideces que cambian con los niveles de esfuerzo inducidos por las cargas.

El proceso a utilizar en la selección de la combinación de tratamientos, los materiales, los espesores para un nuevo diseño, el mantenimiento, la rehabilitación, o la reconstrucción, es un paso integral del diseño del proyecto (Referencia 30). El proceso debe incluir la realización de un diseño preliminar de espesores utilizando todos los materiales disponibles y tratamientos que son considerados factibles, dadas las circunstancias. El diseñador, entonces, debe tratar de identificar la combinación de tratamientos de materiales y espesores que dan el menor costo durante el período analizado, proporcionando al mismo tiempo la condición deseada. Sin embargo, existen muchos factores que son difíciles de incluir en el

análisis económico que pueden tener un impacto directo en el tipo de pavimento seleccionado. Los pavimentos rígidos que han sido diseñados y construidos en forma apropiada, generalmente duran más hasta el momento de la primera rehabilitación que los pavimentos flexibles que fueron adecuadamente diseñados y construidos. Los pavimentos de concreto de cemento Portland tienen generalmente un costo inicial muy alto, pero los pavimentos de concreto asfáltico necesitan rehabilitaciones más frecuentes. En muchos casos, la diferencia de costos entre estas alternativas, cuando se considera un período de análisis a largo plazo, será pequeña.

Los pavimentos se pueden mantener en servicio más allá de la vida útil original de diseño cuando se aplican tratamientos de mantenimiento y rehabilitación. Los trabajos futuros de mantenimiento y rehabilitación deben ser considerados en el diseño de un nuevo pavimento y de una rehabilitación. Para el diseño de una nueva construcción o rehabilitación, deben analizarse estrategias en vez de considerar tratamientos individuales. Las estrategias generalmente consisten en una secuencia de tratamientos; por ejemplo, para un diseño nuevo dos estrategias podrían ser las siguientes:

1. Construir una superficie de concreto asfáltico, seguida por un reencarpetado a los 15 años, un recubrimiento asfáltico de gravilla a los 22 años y una reconstrucción y un reencarpetado a los 30 años.

2. Construir una superficie de concreto de cemento Portland, realizando un resellado de las juntas a los 8 años y a los 16 años, seguido por una restauración del pavimento a los 24 años y un reencarpetado de concreto asfáltico a los 30 años.

Los conceptos referentes a determinar el costo total actualizado de los pavimentos durante su vida útil deben utilizarse para determinar la diferencia de costo de las distintas estrategias. Los costos deben incluir aquéllos necesarios para el control del tránsito y los relacionados con el impacto de las operaciones de mantenimiento y rehabilitación en los usuarios.

Para cada sección seleccionada a nivel de red, debe determinarse la estrategia de menor costo total actualizado, considerando los conceptos antes indicados.

2.5. Relación entre los Elementos a Nivel de Red y a Nivel de Proyecto.

Los elementos a nivel de red en un sistema de gestión deben identificar y priorizar las secciones que necesitan trabajo en cada uno de los años del período de análisis, deben identificar las necesidades financieras y mostrar el impacto de las diferentes estrategias de financiamiento. Las agencias de transporte deben evitar durante el análisis a nivel de red, dar a conocer la relación existente entre el financiamiento y las secciones específicas de pavimento en que se actuará para así evitar restricciones de financiamiento innecesarias en la parte temprana del análisis a nivel de proyecto. La lista priorizada de secciones en que debe actuarse cada año es el punto de partida del análisis a nivel de proyecto.

Para las secciones en que deba actuarse en un año determinado, a nivel de proyecto deben recolectarse datos adicionales, determinarse la causa de los deterioros e identificarse los tratamientos factibles. El análisis a este nivel debe determinar estimados de costos más exactos para cada alternativa y seleccionar la solución más eficiente económicamente, dadas las restricciones impuestas. En este momento, se debe de determinar el costo de reparar cada sección.

Cuando las agencias obtienen gran experiencia con los análisis a nivel de red, se ha observado que los análisis a nivel de proyecto en poco mejoran los resultados obtenidos a partir de los primeros (Referencia 20).

2.6. Importancia de los Sistemas de Gestión de Pavimentos.

Por muchos años, las agencias o departamentos de transporte de los distintos países del mundo han utilizado diversos métodos para administrar los fondos disponibles. Las construcciones de las carreteras nuevas son las que mejor fueron administradas por grupos de planeación en las agencias de mayor tamaño, para decidir cuáles y dónde serían construidas. Los trabajos de mantenimiento y rehabilitación generalmente fueron administrados con métodos menos formales. En muchos casos, especialmente en las agencias de menor tamaño, el criterio de

administración fue el de atender las secciones carreteras más deterioradas, generalmente con recursos insuficientes para la adecuada reparación de todas ellas; a este sistema generalmente se le ha conocido como de emergencia o de reacción ante situaciones de crisis). En los últimos 20 a 30 años, los sistemas de gestión de pavimentos han sido desarrollados en el mundo para ayudar en la planeación del mantenimiento y rehabilitación (Referencia 18). Los SAP son necesarios para evitar respuestas de crisis en los departamentos de obras públicas. Estas metodologías se basan en la aplicación de la teoría de sistemas y de conceptos básicos de administración para la gestión de la infraestructura; proporcionan una manera estructurada y documentada para obtener el máximo rendimiento del dinero disponible para mejorar la infraestructura.

2.7. Beneficios de la Administración de Pavimentos.

Existen diversos beneficios derivados de tener un proceso estructurado de administración de los pavimentos, los cuales son muy obvios; sin embargo, pocos beneficios monetarios han sido documentados. Los beneficios que han sido identificados incluyen:

- Uso más eficiente de los recursos disponibles.
- Una mayor habilidad para justificar y asegurar un mayor financiamiento para las actividades de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

Algunos otros beneficios están relacionados con los siguientes aspectos:

- Una información más exacta y accesible sobre el estado de un sistema de vialidades.
- Habilidad de evaluar con el tiempo el comportamiento de los tratamientos seleccionados.
- Determinación de necesidades que pueden ser apoyadas.

- Habilidad de mostrar el impacto de distintas estrategias de financiamiento.
- Selección de estrategias más efectivas de mantenimiento y rehabilitación.
- Mejoras de comunicación entre los distintos grupos que trabajan con los pavimentos dentro de la organización y con el público.
- Habilidad de responder preguntas sobre los pavimentos hechas por administradores, políticos y por el público.
- Una mejor coordinación de los trabajos con las agencias de servicio público.
- Una mayor credibilidad con los políticos y el público, en lo relacionado con la administración.
- El desarrollo de un sentimiento de satisfacción a partir del convencimiento de que la agencia está realizando el mejor trabajo con el financiamiento disponible.

3. Información de Campo de la Red de Carreteras Federales de Puebla.

3.1. Datos Generales.

La Unidad General de Servicios Técnicos en el Estado de Puebla se encargó de recopilar la información de campo requerida para la realización de los análisis presentados en este estudio.

A pesar de que en este estudio se recomienda enfáticamente utilizar sistemas de posicionamiento global ("Global Positioning Systems" o GPS) (Referencia 31), o un sistema de referencias en el terreno basado en GPS, para el levantamiento de los inventarios (calidad de rodamiento, estado superficial, deflexiones, etc), dichos sistemas no fueron empleados en este caso por no contar la Unidad mencionada con ellos; cabe destacar que su utilización reditúa en precisión de la información adquirida, fundamentalmente en lo referente a la identificación (por coordenadas) de los sitios específicos que se evalúan.

En Puebla, la red carretera federal en cuestión tiene una extensión aproximada total de 1,166 km. Esta considera únicamente las carreteras federales principales libres (en que no se cobra cuota); no incluye carreteras federales de cuota bajo la jurisdicción de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), ni carreteras estatales, ni carreteras federales revestidas o en terracería, ni brechas.

La Figura 3.1 presenta los tramos carreteros considerados; la Tabla 3.1 muestra una nomenclatura utilizada para identificarlos, así como algunas características importantes de los mismos. En el resto de este capítulo se describirán los diferentes tipos de información de campo recopilados para ellos. A partir de esta información podrán definirse los subtramos o proyectos homogéneos de conservación de la red. Los tramos en la Tabla 3.1 están definidos por sus sitios de inicio y terminación, los cuales también representan la dirección en la que se registró la información para cada uno de ellos.

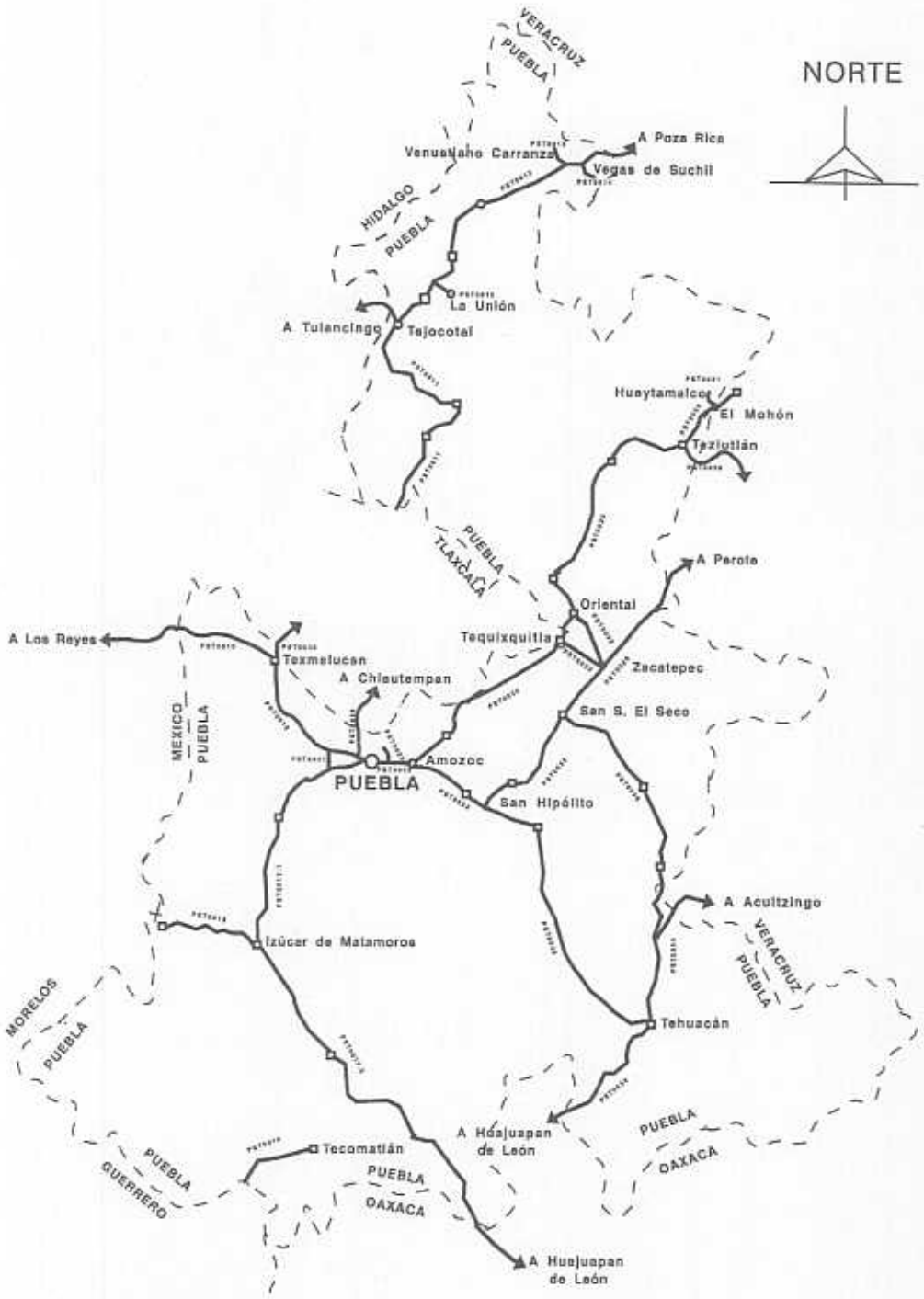


FIGURA 3.1. Tramos Carreteros Considerados.

Tabla 3.1. RELACION DE TRAMOS CARRETEROS CONSIDERADOS.

No.	CODIGO	CARRETERA		TRAMO		RUTA	LONGITUD
		INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA	(MEX)	(KM)
1	PST0010	México	Puebla (libre)	L.E. Méx / Pue	Puebla	150	65.00
2	PST0011	Apizaco	Tejocotal	L.E. Tlax / Pue	L.E. Pue / Hgo	119	75.50
3	PST0012	Tulancingo	Tuxpan	L.E. Hgo / Pue	L.E. Pue / Ver	130	103.60
4	PST0013	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	La Unión	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	La Unión	-	11.80
5	PST0014	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	Vegas de Suchil	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	Vegas de Suchil	-	4.80
6	PST0015	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	Venustiano Carranza	Entr.Tulancingo/ Tuxpan	Venustiano Carranza	-	4.50
7	PST0017.1	Puebla	Izúcar de Matamoros	Puebla	Izúcar de Matamoros	190	67.00
8	PST0017.2	Izúcar de Matamoros	L.E. Puebla / Oaxaca	Izúcar de Matamoros	L.E. Puebla/ Oaxaca	190	133.46
9	PST0018	Santa Bárbara	Izúcar de Matamoros	L.E. Morelos/ Puebla	Izúcar de Matamoros	160	30.50
10	PST0019	Tecomatlán	Tulancingo	Tecomatlán	L.E. Pue / Gro	92	19.14
11	PST0020.1	Amozoc	Teziutlán	Amozoc	L.E. Pue / Tlax	129	53.21
12	PST0020.2	Amozoc	Teziutlán	L.E. Tlax / Pue	Teziutlán	129	103.10
13	PST0021	Ramal El Mohón	Hueytamalco	Ramal El Mohón	Hueytamalco	-	7.00
14	PST0022	San Hipólito	Oriental	Zacatepec	Oriental	140	16.00
15	PST0023	Los Reyes	Zacatepec	El Carmen	Zacatepec	136	10.00
16	PST0024	Teziutlán	Nautla	Teziutlán	L.E. Pue/Ver	129	20.00
17	PST0026	Teziutlán	Perote	Teziutlán	Perote	-	11.30
18	PST0027	San Hipólito	Xalapa	Zacatepec	L.E. Pue / Ver	140	28.30
19	PST0028	Puebla	Tlaxcala	Puebla	L.E. Pue / Tlax	119	9.30
20	PST0029	Puebla	Sta Ana Chiaute/ Tlaxcala	Puebla	L.E. Pue / Tlax	-	4.80
21	PST0030	San Martín Texmelucan	Tlaxcala	San Martín Texmelucan	L.E. Pue / Tlax	117	2.90
22	PST0031	México	Puebla	Cholula	Zacatepec	-	7.20
23	PST0032	Puebla	Tehuacán	Puebla	Tehuacán	150	119.00
24	PST0033	Tehuacán	Huajuapan de Leon	Tehuacán	L.E. Pue / Oax	125	55.70
25	PST0034	Tehuacán	Córdoba	Tehuacán	L.E. Pue / Ver	150	26.60
26	PST0035	San Hipólito	Xalapa	San Hipólito	Zacatepec	140	54.40
27	PST0036.1	San Salvador El seco	Azumbilla	San Salvador El seco	Cruce Aut. Pue/ Córdoba	144	46.00
28	PST0036.2	San Salvador El seco	Azumbilla	Cruce Aut. Pue/ Córdoba	Azumbilla	28	28.02
29	PST0037	México	Puebla(libre)	Cholula	Puebla	-	3.7
31	PST0038	Otros ramales, pasos, accesos y gasas	—	—	—	-	44.15

3.2. Calidad de Rodamiento.

Este parámetro fue evaluado para cada segmento de la red mediante la calificación de servicio actual (CSA), la cual se refiere al confort que siente el usuario al transitarlos (desde el punto de vista de las rugosidades de sus superficies de rodamiento). El procedimiento empleado en su determinación consistió en hacer recorrer cada segmento por un vehículo con 4 valuadores, los cuales, después del recorrido, asignaron independientemente a éste una calificación entre 0 y 5; en esta escala, 5 representa una condición de superficie idealmente perfecta y 0 exactamente lo contrario; 2.5 es frecuentemente considerado como un valor (o umbral) de alerta y 2 como la calificación mínima permisible en carreteras de importancia convencional (es decir, fuera de autopistas, donde suelen usarse mayores valores mínimos de CSA). La calificación de cada segmento es el promedio aritmético de los valores asignados por cada uno de los valuadores (Referencia 4).

En el caso particular que se aborda en este trabajo, la calidad de cada tramo fue evaluada subdividiendo éste en segmentos de 5 km y obteniendo la CSA promedio de cada segmento según el procedimiento antes indicado. En el Anexo A se reportan los valores de CSA obtenidos para los diferentes segmentos de cada tramo estudiado.

La Tabla 3.2 muestra las distribuciones de frecuencias (absoluta y relativa) del estado en que se encuentran actualmente los 264 segmentos en que se dividió la red. Como puede observarse, no se presentan segmentos en los estados "muy pobre" o "pobre"; la mayoría de los ellos se encuentran en estado "regular" (61.2%) y "bueno" (38.4%) y solamente 0.4% de los mismos se encuentra en estado "muy bueno".

Tabla 3.2. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA CALIFICACION DEL SERVICIO ACTUAL (CSA).

RANGO DE CSA	CALIFICACION	No. DE SEGMENTO DE 5 KM	%
0 < CSA <= 1	MP	0	0
1 < CSA <= 2	P	0	0
2 < CSA <= 3	R	162	61.2
3 < CSA <= 4	B	101	38.4
4 < CSA <= 5	MB	1	0.4
TOTAL		**264**	**100**

MP = Muy Pobre; P = Pobre; R = Regular; B = Bueno; MB = Muy Bueno.

El mapa en la Figura 3.2 permite diferenciar los segmentos que se encuentran en estado "regular", de aquéllos que se encuentran en estado "bueno"; también permite identificar los subtramos con diferente nivel de CSA dentro de cada tramo. La Tabla 3.3, por su parte, identifica cada subtramo, la carretera a la que pertenece, los kilometrajes entre los que se encuentra comprendido, así como la media y la desviación estándar del CSA de sus segmentos componentes; estos dos últimos valores permitieron realizar pruebas estadísticas para comprobar que los subtramos definidos dentro de cada tramo, realmente tienen diferentes niveles de CSA.

3.3. Información de Tránsito.

La información sobre el tránsito actual que circula por los distintos componentes de la red considerada (intensidad y composición) se obtuvo a partir de las siguientes dos fuentes:

- Los datos viales publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en su versión más reciente disponible (1996) (Referencia 32).

- Los resultados del Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos que Circulan por las Carreteras Federales, realizado por la SCT a través del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y publicados por este último (Referencias 33 a 36).

Los datos viales permitieron identificar, dentro de cada tramo, los subtramos con diferente nivel de tránsito. La Tabla 3.4 identifica cada subtramo, la carretera a la que pertenece, los kilometrajes entre los que se encuentra comprendido, así como su tránsito promedio diario anual (TPDA) y el número de los diferentes tipos de vehículos en que este último se reparte. El reparto vehicular se presenta en términos del número de unidades dentro de las siguientes siete categorías: automóviles (A), autobuses (B) y los cinco tipos de vehículos de carga más comunes en los flujos carreteros (C2, C3, T3-S2, T3-S3 y T3-S2-R4) (Referencias 33 a 35).

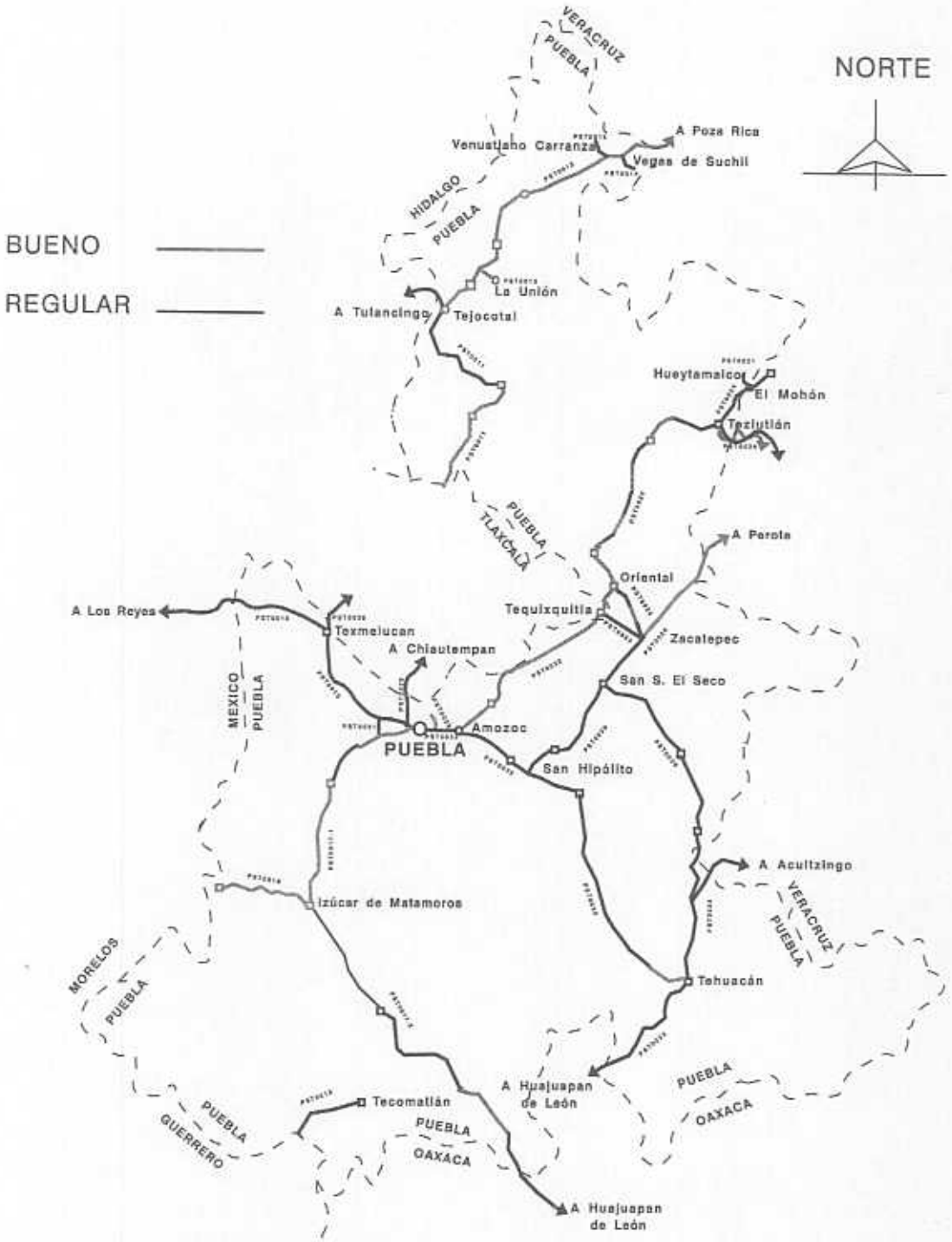


FIGURA 3.2. Calidad de Rodamiento de los Segmentos Considerados.

Tabla 3.3. VALORES DE LA MEDIA Y DESVIACION STANDARD DE LA CALIFICACION DE SERVICIO ACTUAL (CSA).

CODIGO	CARRETERA		TRAMO		RUTA (MEX)	KILOMETRO		CSA	
	INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA				MEDIA	STD
PST0010	México	Puebla(libre)	L.E Mex/Pue	Puebla	150	45+000	110+000	2.846	0.071
PST0011	Apizaco	Tejocotal	L.E Tlax/Pue	L.E Pue/Hgo	119	35+000	110+500	3.408	0.451
PST0012	Tulancingo	Tuxpan	L.E. Hgo/Pue	L.E Pue/Ver	130	83+000	186+600	3.857	0.075
PST0013	Entr.Tulancingo/Tuxpan	La Unión	Entr.Tulancingo/Tuxpan	La Unión	-	0+000	11+800	3.437	0.009
PST0014	Entr.Tulancingo/Tuxpan	Vegas de Suchil	Entr.Tulancingo/Tuxpan	Vegas de Suchil	-	0+000	4+800	2.200	0.000
PST0015	Entr.Tulancingo/Tuxpan	Venustiano Carranza	Entr.Tulancingo/Tuxpan	Venustiano Carranza	-	0+000	4+500	2.180	0.000
PST0017.1	Puebla	Izúcar de Matamoros	Puebla	Izúcar de Matamoros	190	0+000	67+000	3.533	0.452
PST0017.2	Izúcar de Matamoros	L.E Puebla/Oaxaca	Izúcar de Matamoros	L.E Puebla/Oaxaca	190	67+000	200+460	2.804	0.146
PST0018	Santa Bárbara	Izúcar de Matamoros	L.E Morelos/Puebla	Izúcar de Matamoros	160	103+000	133+500	3.203	0.165
PST0019	Tecomatlán	Tulancingo	Tecomatlán	L.E Pue/Gro	92	23+500	42+640	2.903	0.033
PST0020.1	Amozoc	Teziutlán	Amozoc	L.E Pue/Tlax	129	0+000	56+000	3.330	0.030
PST0020.2	Amozoc	Teziutlán	L.E Tlax/Pue	Teziutlán	129	64+500	156+310	3.001	0.182
PST0021	Ramal El Mohón	Hueytamalco	Ramal El Mohón	Hueytamalco	-	0+000	7+000	2.950	0.050
PST0022	San Hipólito	Oriental	Zacatepec	Oriental	140	0+000	16+000	3.008	0.038
PST0023	Los Reyes	Zacatepec	El Carmen	Zacatepec	136	0+000	10+000	2.965	0.015
PST0024	Teziutlán	Nautla	Teziutlán	L.E Pue/Ver	129	0+000	20+000	2.766	0.021
PST0026	Teziutlán	Perote	Teziutlán	Perote	-	0+000	11+300	3.430	0.041
PST0027	San Hipólito	Xalapa	Zacatepec	L.E Pue/Ver	140	55+000	83+300	3.682	0.038
PST0028	Puebla	Tlaxcala	Puebla	L.E Pue/Tlax	119	2+500	11+800	2.775	0.275
PST0029	Puebla	Sta Ana Chiaute/Tlax	Puebla	L.E Pue/Tlax	-	0+000	4+800	3.480	0.000
PST0030	San Martín Texmelucan	Tlaxcala	San M. Texmelucan	L.E Pue/Tlax	117	0+000	2+900	2.730	0.000
PST0031	México	Puebla	Cholula	Zacatepec	-	0+000	7+200	2.740	0.010
PST0032	Puebla	Tehuacán	Puebla	Tehuacán	150	0+000	119+000	2.703	0.136
PST0033	Tehuacán	Huajuapan de León	Tehuacán	L.E Pue/Oax	125	0+000	55+700	2.483	0.182
PST0034	Tehuacán	Córdoba	Tehuacán	L.E Pue/Ver	150	0+000	26+600	2.507	0.162
PST0035	San Hipólito	Xalapa	San Hipólito	Zacatepec	140	0+000	54+400	2.665	0.119
PST0036.1	San Salvador El seco	Azumbilla	San Salvador El seco	Cru/Aut. Pue/Córdoba	144	0+000	46+000	2.547	0.196
PST0036.2	San Salvador El seco	Azumbilla	Cru/Aut. Pue/Córdoba	Azumbilla	28	46+000	74+020	2.586	0.230
PST0037	México	Puebla (libre)	Cholula	Puebla	_	109+700	113+400	2.800	0.000
PST0038	Otros ramales y pasos	_	_	_	_	_	_	3.220	0.650

Tabla 3.4. COMPOSICION VEHICULAR DE LOS TRAMOS CONSIDERADOS.

No.	CODIGO	CARRETERA		KILOMETRO		TDPA	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
1.1	PST0010	México	Puebla (Libre)	45+000	71+160	2810	1938	169	485	77	69	72	0
1.2	PST0010	México	Puebla (Libre)	71+160	99+100	9932	6853	596	1710	273	245	255	0
1.3	PST0010	México	Puebla (Libre)	99+100	110+000	8370	6445	502	980	157	140	146	0
2.0	PST0011	Apizaco	Tejocotal	35+000	110+500	3334	2466	2000	113	500	39	17	0
3.1	PST0012	Tulancingo	Tuxpan	83+000	118+700	5189	3684	207	759	229	85	225	0
3.2	PST0012	Tulancingo	Tuxpan	118+700	186+600	4041	2304	404	781	235	87	231	0
4.0	PST0013	Ent.Tulancingo/Tuxpan	La Unión	0+000	11+800	649	454	42	71	31	26	25	0
5.0	PST0014	Ent.Tulancingo/Tuxpan	Vegas de Suchil	0+000	4+800	649	454	42	71	31	26	25	0
6.0	PST0015	Ent.Tulancingo/Tuxpan	Venustiano Carranza	0+000	4+500	649	454	42	71	31	26	25	0
7.1	PST0017.1	Puebla	Izúcar de Matamoros	0+000	10+000	17476	13107	699	1418	667	834	722	28
7.2	PST0017.1	Puebla	Izúcar de Matamoros	10+000	29+880	11025	8267	441	895	421	527	456	18
7.3	PST0017.1	Puebla	Izúcar de Matamoros	29+880	67+000	8935	6254	358	1617	307	154	226	21
8.1	PST0017.2	Izúcar de Matamoros	L.E Pue/Oaxaca	67+000	113+114	2983	1880	283	421	234	120	91	0
8.2	PST0017.2	Izúcar de Matamoros	L.E Pue/Oaxaca	113+114	200+460	2569	1618	204	326	157	134	129	0
9.0	PST0018	Santa Bárbara	Izúcar de Matamoros	103+000	133+500	3920	2784	157	513	184	145	138	0
10.0	PST0019	Tecomatlán	Tulcingo	23+500	42+640	840	614	34	90	39	30	30	2
11.1	PST0020.1	Amozoc	Teziutlán	0+000	56+000	4076	2282	285	710	307	236	236	19
11.2	PST0020.2	Amozoc	Teziutlán	64+500	166+500	3183	2387	285	168	93	141	109	0
12.0	PST0021	Ramal El Mohón	Hueytamalco	0+000	7+000	649	454	42	71	31	26	25	0
13.0	PST0022	San Hipólito	Oriental	0+000	16+000	1525	1143	137	81	45	67	53	0
14.0	PST0023	Los Reyes	Zacatepec	0+000	10+000	6047	3931	302	852	369	284	284	24
15.0	PST0024	Teziutlán	Nautla	0+000	20+000	3293	2404	330	264	114	88	88	6
16.0	PST0026	Teziutlán	Perote	0+000	11+300	3262	2382	327	262	113	87	87	6
17.0	PST0027	San Hipólito	Xalapa	55+000	83+300	3771	2301	188	679	190	216	197	0
18.0	PST0028	Puebla	Tlaxcala	2+500	11+800	14966	11584	599	944	684	652	472	32
19.0	PST0029	Puebla	Sta Ana Chiauntempan	0+000	4+800	5035	3575	403	497	215	166	166	13
20.0	PST0030	San Martín Texmelucan	Tlaxcala	0+000	2+900	10022	7716	200	1005	545	272	210	73
21.0	PST0031	México	Puebla	0+000	7+200	4800	3072	432	609	264	203	203	18
22.1	PST0032	Puebla	Tehuacán	0+000	18+165	13133	9049	945	982	609	774	733	41
22.2	PST0032	Puebla	Tehuacán	18+165	58+584	10459	7739	419	900	643	304	374	82
22.3	PST0032	Puebla	Tehuacán	58+584	99+064	10544	7064	1370	821	682	276	332	0
22.4	PST0032	Puebla	Tehuacán	99+064	119+000	6897	4620	897	537	446	181	217	0
23.0	PST0033	Tehuacán	Huajuapan de León	0+000	55+700	1411	764	196	211	92	71	71	6
24.0	PST0034	Tehuacán	Córdoba	0+000	26+600	3446	1999	310	534	232	179	178	14
25.1	PST0035	San Hipólito	Xalapa	0+000	7+800	5960	2563	536	1585	698	187	272	119
25.2	PST0035	San Hipólito	Xalapa	7+800	54+400	5188	2282	1185	569	312	469	370	0
26.1	PST0036.1	Salvador El Seco	Azumbilla	0+000	46+000	2475	1263	197	477	206	159	159	13
26.2	PST0036.2	Salvador El Seco	Azumbilla	46+000	74+020	2125	1085	170	410	177	137	137	11
27.1	PST0037.1	México	Puebla (Libre)	109+700	113+400	12919	9761	962	1511	245	220	210	10
28.0	PST0038	Otros ramales y pasos	-	-	-	649	454	42	71	31	26	25	0

La Tabla 3.5 muestra los pesos promedio asumidos para los distintos tipos de vehículos considerados. Para los vehículos de carga, la tabla presenta el peso bruto promedio para las siguientes tres condiciones de ocupación de los mismos: vacíos, cargados sin sobrecarga y sobrecargados. La tabla también indica el porcentaje de cada tipo asumido dentro de cada una de estas condiciones. Todas las cifras en la Tabla 3.5 provienen de las Referencias 33 a 35. El mapa en la Figura 3.3 ilustra los subtramos con diferente nivel de tránsito identificados dentro de cada tramo.

3.4. Inventario de Deterioros.

Este se refiere al registro de los distintos tipos de falla que muestra la superficie de rodamiento de los tramos de la red carretera. El levantamiento de esta información requiere que los tramos sean recorridos a pie, de tal manera que pueda irse llenando un formato como el que se muestra en la Figura 3.4. En éste se registra la extensión y severidad de las fallas detectadas en cada segmento de los distintos tramos. En el caso específico de la red carretera del Estado de Puebla, se llenó uno de estos formatos por cada segmento de 5 kilómetros de cada tramo.

En el Anexo B se reporta la información de este inventario; en este anexo, el valor que caracteriza la extensión de cada tipo de falla es el porcentaje en que ésta se presenta en relación con la superficie total del segmento; la severidad se evalúa en términos de una escala compuesta de los siguientes niveles: despreciable (A), de consideración (B), media (C), grave (D) y muy grave (E). Adicionalmente, para cada segmento, el Anexo B muestra un índice denominado calificación compuesta de condición superficial (CCCS), el cual se calcula, restando de 100, los diferentes valores de deducción mostrados en la Tabla 3.6, correspondientes a la extensión y severidad de los distintos tipos de falla presentes en cada segmento. Como es evidente a partir de su definición y de los valores en la Tabla 3.6, este índice puede tener valores entre 100 y 0 para cualquier segmento, donde 100 es representativo de una condición superficial perfecta y 0 de una superficie totalmente fallada. Esta calificación se presenta con el propósito de mostrar un valor global indicativo de la extensión y severidad con que los distintos tipos de fallas ocurren en cada segmento; su cálculo sigue procedimientos bastante estandarizados (Referencia 4).

Tabla 3.5. PESO PROMEDIO CONSIDERADO PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHICULOS Y PORCENTAJE DENTRO DE CADA CONDICION.

TIPO DE VEHICULO	PESO BRUTO PROMEDIO (TON)	(%)
Automóvil (A)	1.0	-
Autobús (B)	12.0	-
Camión 2 ejes (C2)		
- Vacío	4.0	47.0
- Cargado sin Sobrecarga	9.0	50.0
- Sobrecargado	20.0	3.0
Camión 3 ejes (C3)		
- Vacío	9.0	40.0
- Cargado sin Sobrecarga	19.0	39.0
- Sobrecargado	31.4	21.0
Tractocamión c/Semiremolque (T3-S2)		
- Vacío	17.0	32.0
- Cargado sin Sobrecarga	32.0	49.0
- Sobrecargado	52.7	19.0
Tractocamión c/Semiremolque (T3-S3)		
- Vacío	19.0	35.0
- Cargado s/Sobrecarga	34.0	17.0
- Sobrecargado	62.8	48.0
Tractocamión c/Semiremolque y Remolque (T3-S2-R4)		
- Vacío	27.0	33.0
- Cargado s/Sobrecarga	48.0	20.0
- Sobrecargado	80.0	47.0

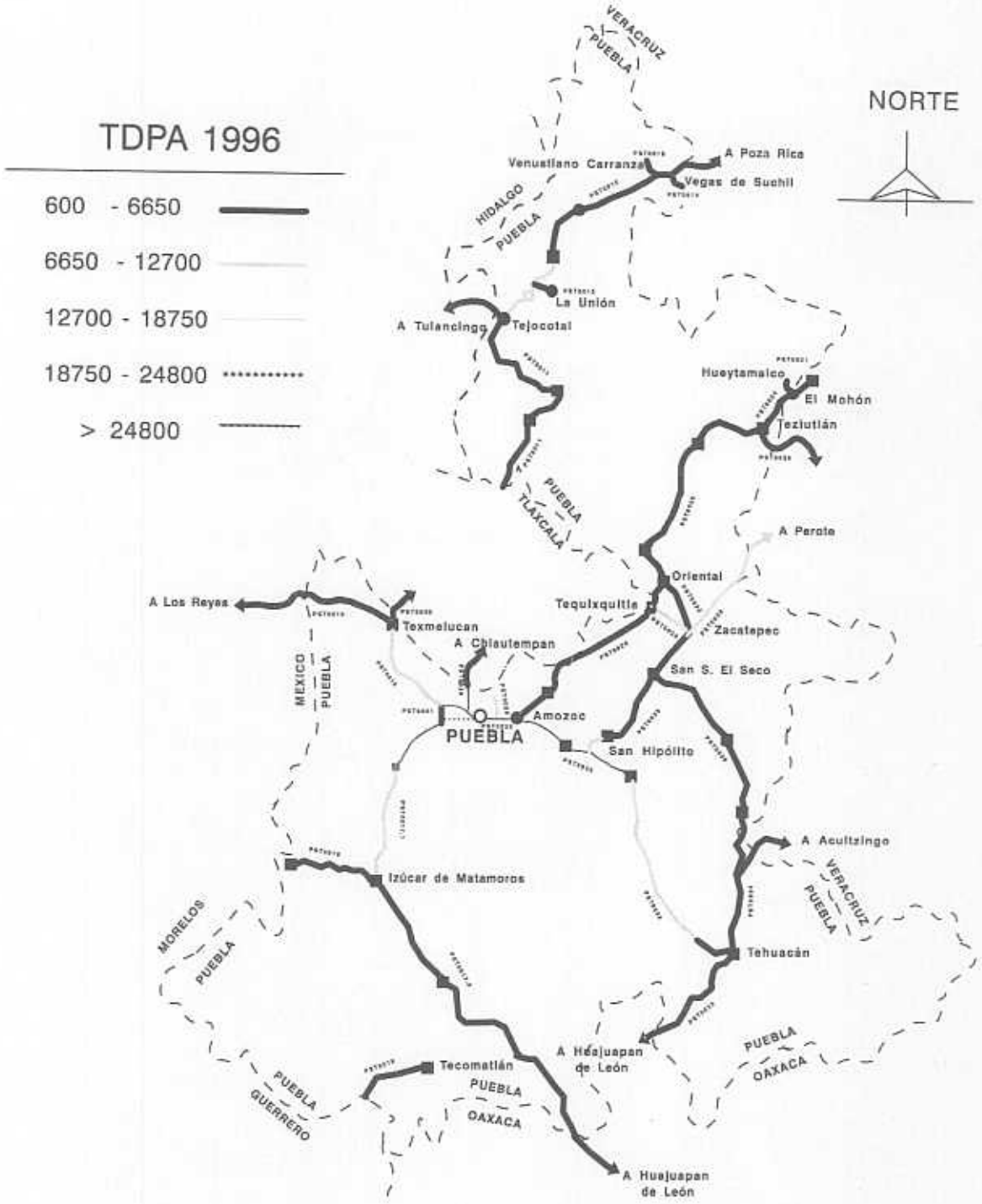


FIGURA 3.3. Niveles de Tránsito de los Tramos Considerados.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
I N V E N T A R I O D E D E T E R I O R O S (INVEDET)

FECHA: ____ / ____ / ____ NOMENCLATURA(COOR. GEO.ORIG-DEST.): _____

ORIGEN CARRETERA: _____ DESTINO DE LA CARRETERA: _____

ORIGEN TRAMO: _____ DESTINO TRAMO: _____

SUBTRAMO INICIAL: _____ SUBTRAMO FINAL: _____

FALLA O DETERIORO	% LONGITUD		GRAVEDAD		
Roderas			Profundidad (mm):		
Baches					
Grietas Longitudinales			Abertura (mm):		
Grietas Transversales			Abertura (mm):		
Desprendimientos					
Asfalto Aflorado					
Grietas Piel de Cocodrilo					
Depresiones o Hundimientos			Profundidad (mm):		
Otros					

ORIGEN DE LOS DATOS:: _____

FIGURA 3.4. Formato de Inventario de Deterioros.

Tabla 3.6. VALORES DE DEDUCCION CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS NIVELES DE EXTENSION Y SEVERIDAD DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLA.

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	EXTENSION (%)			
		E<25	25<=E<50	50<=E<75	75<=E<100
RODERAS	- -	4	7	11	14
BACHES	A-B	1	2	4	5
	C	2	4	5	6
	D-E	4	5	6	9
GRIETAS LONGITUDINALES	A-B	0	1	2	4
	C	2	4	4	5
	D-E	4	5	5	6
GRIETAS TRANSVERSALES	A-B	0	1	2	4
	C	2	4	4	5
	D-E	4	5	5	6
DESPRENDIMIENTOS	A-B	4	6	8	10
	C	5	7	11	14
	D-E	12	15		
ASFALTO AFLORADO	A-B	0	0	0	1
	C	1	1	2	2
	D-E	2	4	5	6
GRIETAS PIEL DE COCODRILO	A-B	4	5	6	7
	C	6	8	9	12
	D-E	9	12	15	18
PULIDO SUPERFICIAL	A-B	0	0	0	1
	C	1	1	2	2
	D-E	2	4	5	6
DEPRESIONES O HUNDIMIENTOS	A-B	1	2	5	7
	C	2	4	7	9
	D-E	6	7	9	12
DRENAJE	A	0			
	B	4			
	C	6			

Notas:

A = Despreciable; B = Consideración; C = Media; D = Grave; y E = Muy Grave

La Tabla 3.7 muestra las distribuciones de frecuencias (absoluta y relativa) de la CCCS de los 264 segmentos en que se dividió la red. La información en esta tabla confirma el hecho ya observado en los análisis de CSA, de que la mayor parte de la red federal del Estado de Puebla se encuentra en estado regular o bueno.

La Figura 3.5 ilustra el nivel de correlación existente entre los valores de CCCS y CSA de los 264 segmentos analizados. Con base en esta figura, puede señalarse lo siguiente:

- Existe una relación directa entre los dos parámetros anteriores (en general a valores altos de CCCS también corresponden valores altos de CSA y viceversa).

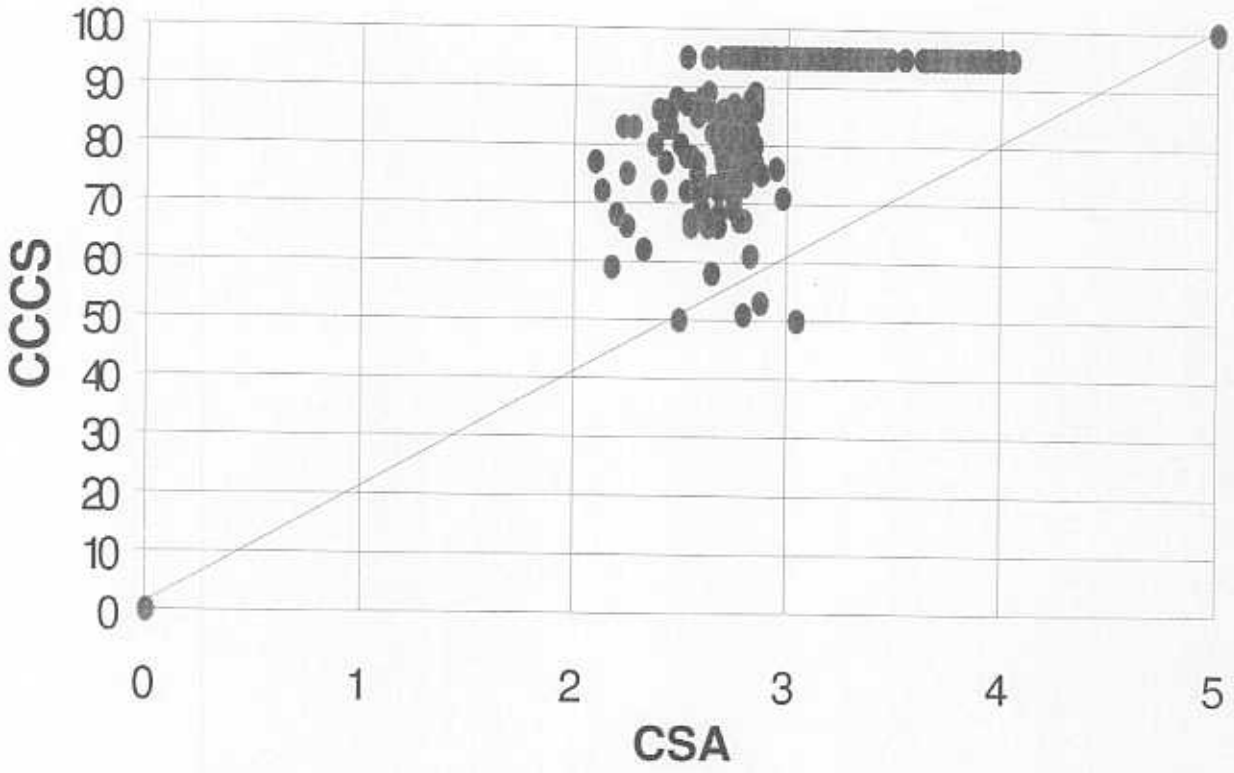
- La correlación entre ambos parámetros no es muy buena. Este comportamiento, bastante usual por otra parte, explica el caso de carreteras que teniendo igual CSA, unas presentan un mayor nivel de fallas en su superficie (CCCS) que otras; o el de carreteras que teniendo igual CCCS, muestran diferentes niveles de rugosidad en sus superficies (CSA).

Lo primero de alguna manera implica que si en la identificación de proyectos homogéneos de conservación se toma en cuenta a la CSA, ya no es estrictamente necesario considerar a la CCCS de los segmentos con ese mismo fin. Lo segundo indica la importancia de este inventario, tanto con el fin de efectuar una evaluación suficiente de la red como para establecer relaciones causa-efecto de los deterioros e identificar sus posibles soluciones.

Cabe destacar que el sistema de administración de pavimentos empleado en este estudio, usa los valores específicos de extensión y severidad de los distintos tipos de fallas detectados. La finalidad de presentar este análisis según la CCCS de los segmentos, es sólo la de contribuir a mostrar un diagnóstico más completo sobre el estado de la red.

Tabla 3.7. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LA CALIFICACION COMPUESTA DE CONDICION SUPERFICIAL (CCCS).

RANGO	FRECUENCIA (fr)	PORCENTAJE (%)
0 < CCCS <= 10	0	0
10 < CCCS <= 20	0	0
20 < CCCS <= 30	0	0
30 < CCCS <= 40	0	0
40 < CCCS <= 50	2	0.8
50 < CCCS <= 60	4	1.7
60 < CCCS <= 70	17	6.3
70 < CCCS <= 80	54	20.3
80 < CCCS <= 90	42	16.0
90 < CCCS <= 100	145	54.9
T O T A L	**264**	**100**



CCCS = Calificación compuesta de condición superficial.
CSA = Calificación de servicio actual.

FIGURA 3.5. Correlación entre CCCS y CSA.

3.5. Proyectos Homogéneos de Conservación.

La información antes mostrada permitió definir los 57 proyectos de conservación indicados en la Tabla 3.8; éstos guardan relativa homogeneidad tanto en términos de nivel de tránsito como de estado superficial (CSA o CCCS). Dicha tabla identifica los diferentes proyectos de acuerdo con la nomenclatura dada a los tramos en las Tablas 3.1, 3.3 y 3.4 (Código Tramo), así como según una nomenclatura dada a los proyectos con propósitos de análisis y manejo de la información de éstos (Código Proyecto); como los análisis y resultados de este trabajo se reportarán referidos a los proyectos, esta última nomenclatura será la que se utilizará de aquí en adelante. También se muestra el kilometraje que cada proyecto ocupa dentro del tramo respectivo. Se presenta el nivel de tránsito (TDPA) que de aquí en adelante se asumirá para cada proyecto, así como su CSA promedio (obtenido a partir del CSA de sus segmentos componentes).

La Tabla 3.9, por su parte, muestra la extensión y severidad promedio de los distintos tipos de falla en cada proyecto, así como la media de la CCCS de sus segmentos componentes.

3.6. Deflexiones y Propiedades Estructurales.

En todos los segmentos de 5 km de la red se midieron deflexiones utilizando Viga Benkelman. En los 500 m más críticos de cada segmento se tomaron 25 deflexiones, una cada 20 metros. El Anexo C reporta la información de deflexiones para los distintos segmentos. Este anexo presenta, para cada segmento, la temperatura promedio en la carpeta al momento de medir las deflexiones, el valor promedio de las 25 deflexiones de cada segmento, un factor de corrección para ajustar éstas a una temperatura de referencia de 21°C (y que de esa manera puedan ser comparables y utilizables) y las correspondientes temperaturas corregidas. La Referencia 27 describe en detalle el procedimiento para corregir las deflexiones por temperatura. Los datos anteriores permitieron generar la información de deflexiones a nivel de los diferentes proyectos. Esta información se reporta en la Tabla 3.10.

Tabla 3.8. RELACION DE PROYECTOS EN LOS TRAMOS CONSIDERADOS.

PROY	CODIGO TRAMO	CODIGO PROYECTO	CARRETERA		KILOMETRO		TDPA	CSA
1	PST0035	PUE0001	Puebla	Xalapa	0+000	8+500	5960	2.45
2	PST0035	PUE0002	Puebla	Xalapa	8+500	55+000	5188	2.73
3	PST0029	PUE0003	Puebla	Xalapa Cuerpo Der.1	55+000	83+300	3718	3.67
4	PST0018	PUE0004	Sta. Bárbara	I. de Matamoros	103+200	134+500	3920	3.24
5	PST0011	PUE0005	Apizaco	Huahuchinango	34+800	110+460	3334	3.44
6	PST0010	PUE0006	México	Puebla (Libre)	45+450	71+000	2810	2.87
7	PST0010	PUE0007	México	Puebla (Libre)	74+300	101+900	9932	2.87
8	PST0010	PUE0008	México	Puebla (Libre)	103+600	109+700	8370	2.80
9	PST0012	PUE0009	Pachuca	Tuxpan	82+900	119+000	5189	3.76
10	PST0012	PUE0010	Pachuca	Tuxpan	119+000	186+600	4041	3.88
11	PST0023	PUE0011	México	Zacatepec	177+900	187+900	6047	2.95
12	PST0017.1	PUE0012	Puebla	Huajuapan de L.	4+000	12+100	17476	3.95
13	PST0017.1	PUE0013	Puebla	Huajuapan de L.	12+100	26+500	11025	3.20
14	PST0017.1	PUE0014	Puebla	Huajuapan de L.	26+500	67+500	8935	3.53
15	PST0017.2	PUE0015	Puebla	Huajuapan de L.	67+500	150+000	2983	2.73
16	PST0017.2	PUE0016	Puebla	Huajuapan de L.	150+000	200+460	2569	2.91
17	PST0032	PUE0017	Sn. Martin Texmelucan	Tlaxcala (Libre)	0+000	2+900	10022	2.70
18	PST0028	PUE0018	Puebla	Tlaxcala	2+500	11+800	14966	2.60
19	PST0032	PUE0019	Puebla	Tehuacán	4+700	17+000	13133	2.63
20	PST0032	PUE0020	Puebla	Tehuacán	17+000	40+200	10459	2.62
21	PST0027	PUE0021	Puebla	Xalapa Cuerpo Izq. 2	55+000	83+300	3823	3.67
22	PST0038	PUE0022	Puebla	Tlaxcala	0+000	0+900	7145	2.10
23	PST0030	PUE0023	Puebla. Cuerpo "A"	Sta Ana Chiautempan	0+000	4+800	4965	3.50
24	PST0031	PUE0024	Puebla. Cuerpo "B"	Sta Ana Chiautempan	0+000	4+800	5105	3.50
25	PST0032	PUE0027	Puuebla	Tehuacán	40+200	56+500	10544	2.60
26	PST0032	PUE0029	Tehuacán	Tehuacán	57+000	119+500	6897	2.81
27	PST0032	PUE0030	México	Puebla (Libre)	0+000	7+200	4800	2.75
28	PST0038	PUE0031	México	Puebla (Libre)	0+000	1+100	501	4.50
29	PST0037	PUE0032	México	Puebla (Libre)	109+700	113+400	12919	2.80
30	PST0033	PUE0033	Tehuacán	Huajuapan de L.	4+900	57+600	1411	2.48
31	PST0038	PUE0034	Puebla	Xalapa	0+000	3+450	10301	2.80
32	PST0038	PUE0035	Puebla	Xalapa	0+000	2+700	500	2.80
33	PST0034	PUE0036	Tehuacán	Córdoba	0+000	20+510	3917	2.42
34	PST0034	PUE0037	Tehuacán	Córdoba	20+510	26+600	1859	2.60
35	PST0036	PUE0038	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	0+000	45+940	2475	2.57
36	PST0036	PUE0039	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	45+940	74+020	2125	2.60

(CONTINUACION)
Tabla 3.8. RELACION DE PROYECTOS EN LOS TRAMOS CONSIDERADOS.

PROY	CODIGO TRAMO	CODIGO PROYECTO	CARRETERA		KILOMETRO		TDPA	CSA
37	PST0038	PUE0040	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	0+000	1+800	2320	2.50
38	PST0038	PUE0041	Pachuca	Túxpan	0+000	1+500	2195	2.90
39	PST0013	PUE0042	Pachuca	Tuxpan	0+000	11+800	649	3.43
40	PST0015	PUE0043	Pachuca	Tuxpan	0+000	4+500	649	2.20
41	PST0014	PUE0044	Pachuca	Tuxpan	0+000	4+800	649	2.20
42	PST0024	PUE0045	Teziutlán	Nautla	0+100	20+300	3293	2.82
43	PST0021	PUE0046	Teziutlán	Nautla	0+000	7+000	649	2.95
44	PST0026	PUE0047	Teziutlán	Perote	0+600	11+300	3262	3.43
45	PST0022	PUE0048	Puebla	Xalapa	0+000	16+000	1525	3.00
46	PST0019	PUE0049	Tecomatlán	Tulancingo	23+500	42+640	840	2.91
47	PST0038	PUE0050	Puebla	Huajuapan de León	0+000	1+200	3571	4.00
48	PST0038	PUE0051	Puebla	Huajuapan de León	0+000	2+700	3250	4.10
49	PST0038	PUE0052	Puebla	Huajuapan de León	0+000	1+300	450	2.90
50	PST0038	PUE0053	Puebla	Huajuapan de León	0+000	0+200	1500	4.10
51	PST0038	PUE0054	Puebla	Huajuapan de León	0+000	0+200	3345	4.20
52	PST0020	PUE0055	Puebla	Teziutlán	0+000	58+000	4076	3.33
53	PST0020	PUE0056	Puebla	Teziutlán	58+000	127+700	2955	3.12
54	PST0020	PUE0057	Puebla	Teziutlán	128+970	157+800	3735	2.9
55	PST0038	PUE0058	Puebla	Teziutlán	0+000	5+500	1000	2.6
56	PST0038	PUE0059	Puebla	Teziutlán	0+000	0+400	2650	3.4
57	PST0037	PUE0060	México	Puebla (Libre)	109+700	113+400	12919	2.8

Tabla 3.9. PROMEDIO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE FALLAS DE LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PRO-YECTO	E_R (%)	S_R	E_B (%)	S_B	E_GL (%)	S_GL	E_GT (%)	S_GT	E_D (%)	S_D	E_AA (%)	S_AA	E_PC (%)	S_PC	E_PS (%)	S_PS	E_HS (%)	S_HS	CCCS_C
1	90	B	0.5	B	0	-	0	-	2	B	1	B	95	D	90	B	0	-	
2	48	A	0.33	C	0	-	1.1	B	1.1	B	22.3	B	22.3	B	35.6	B	0	-	82
3	0.83	A	0	-	0	-	0	-	3.33	A	8.33	A	7.5	A	10	A	8.33	A	86
4	2.9	A	2.9	A	5.7	A	46	A	5	A	9.3	A	17.2	A	14.3	A	3.6	B	85
5	6	A	0	-	0	-	1.9	A	0.6	A	12.8	A	0	-	0.3	A	0	-	86
6	3.8	D	1.3	B	0.2	D	4.2	B	7.2	D	15.8	C	5.3	C	12	C	5.2	C	73
7	4.5	A	0.2	A	1	B	0.8	C	13.3	B	0	-	4	C	12.8	A	2.1	C	81
8	2.5	C	5	C	0	-	12.5	B	11.5	B	1	B	2.5	D	8.5	C	0	-	79
9	3.8	A	0	-	1.3	A	6.3	A	10.6	A	4.4	A	0	-	7.5	A	1.3	A	86
10	6.8	A	1.9	A	0.9	A	3.9	A	2.1	A	10	A	2.5	A	4.7	A	7.4	A	86
11	75	B	0	-	0	-	0	-	14	B	24.5	B	30	B	14	C	0	-	76
12	0	-	0	-	0	-	5	A	7.5	A	5	A	5	A	0	-	0	-	90
13	5	D	6.7	B	3.3	C	3.3	A	16.7	C	0	-	28.3	E	5	A	0	-	83
14	1.4	A	0.3	B	0.3	C	3.3	C	1.1	B	4.7	A	4	D	6.6	A	0.1	A	82
15	1.5	B	4.5	C	3.8	C	2.5	C	11.3	C	2.7	A	12.7	C	5.2	A	3.5	B	76
16	0.7	C	0.2	C	0.8	B	0	-	5	B	10.2	B	5.8	A	1.4	B	2.5	A	85
17	90	B	0	-	0	-	0	-	0	-	60	B	0	-	0	-	0	-	77
18	60	B	20	B	10	C	35	C	0	-	2.5	B	10	C	0	-	15	C	68
19	58.3	C	0	-	13.3	C	10	C	3.3	B	0	-	20	D	0	-	6.7	D	70
20	68	A	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	15	D	0	-	2	C	78
21	0.8	A	0.8	A	1.7	A	7.5	A	1.7	A	5	A	9.2	A	1.7	A	2.5	A	86
22	30	D	10	A	0	-	10	D	10	A	30	C	50	E	0	-	0	-	78
23	0	-	10	A	0	-	0	-	0	-	5	A	0	-	0	-	0	-	90
24	0	-	10	A	0	-	0	-	0	-	5	A	0	-	0	-	0	-	90
25	81.3	C	0	-	7.5	B	7.5	B	7.5	B	5	D	12.5	C	0	-	2.5	C	74
26	20	B	0	-	0.8	B	1.5	B	1.5	B	0	-	4.2	D	0.8	A	3.8	B	86
27	5	A	0	-	0	-	0	-	80	B	0	-	0	-	0	-	0	-	74
28	0	-	10	A	10	E	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	86
29	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	86
30	0	-	25.4	A	37.9	B	1.9	A	34.6	B	0.9	B	6	B	9.5	A	18.6	A	82

(CONTINUACION)

Tabla 3.9. PROMEDIO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE FALLAS DE LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PRO-YECTO	E_R (%)	S_R	E_B (%)	S_B	E_GL (%)	S_GL	E_GT (%)	S_GT	E_D (%)	S_D	E_AA (%)	S_AA	E_PC (%)	S_PC	E_PS (%)	S_PS	E_HS (%)	S_HS	CCCS_C
31	80	C	10	A	0	-	0	-	10	B	0	-	80	C	0	-	0	-	73
32	0	-	10	B	10	B	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	90
33	5	A	2	A	32	A	2	A	48	C	30	B	60	B	40	B	17	A	82
34	0	-	0	-	0	-	0	-	72.5	A	80	B	0	-	60	-	0	-	81
35	0	-	1	A	3.7	A	0	A	0	A	45	A	3.3	C	22.5	A	5	A	86
36	0	-	0	-	2.5	A	0	B	12.5	A	55	B	25	B	1.7	A	0	-	86
37	0	-	20	B	20	C	0	C	20.2	B	15	C	44	-	0	-	20	C	84
38	0	-	0	-	0	-	0	-	80	C	0	-	0	-	0	-	10	B	80
39	13.3	A	0	-	0	-	0	-	60	A	0	-	10	A	3.3	A	0	-	78
40	0	-	60	E	0	-	0	-	3.3	D	0	-	13.3	D	0	-	70	D	72
41	0	-	0	-	80	D	0	-	30	E	0	-	0	-	0	-	0	-	76
42	77	B	4	C	0	-	20	-	15	C	6.2	C	0	C	16	C	0	-	73
43	0	-	6	A	0	-	16.7	-	45.8	A	10	A	12.5	A	5	A	1.5	A	88
44	0	-	0	-	0	-	1	-	43.1	-	6.7	A	6	A	1.7	A	0	-	88
45	2.5	A	1.25	A	8.3	A	8.8	A	5	A	4.3	A	5	A	0	-	6.2	A	82
46	0	-	0	-	0	-	0	-	22.5	C	5	A	0	-	0	-	0	-	85
47	0	-	10	A	10	B	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	90
48	0	-	0	-	0	-	0	-	10	A	0	-	0	-	0	-	0	-	90
49	0	-	10	B	10	B	0	-	10	B	0	-	0	-	0	-	0	-	86
50	0	-	0	-	0	-	0	-	10	B	0	-	0	-	0	-	0	-	90
51	0	-	0	-	0	-	0	-	5	A	0	-	0	-	0	-	0	-	90
52	4.6	A	2.5	A	5	A	3.8	A	4.6	A	5.8	A	5	A	10.5	A	7	A	86
53	0	-	1.4	A	2.8	A	0	-	1.2	A	9.6	A	21.4	A	8.6	A	9.9	A	90
54	8.3	A	8.3	A	5.8	A	0	-	8.3	A	2.5	A	31.7	A	8.3	A	22.5	A	86
55	10	A	10	A	0	-	0	-	6.5	A	20	B	40.5	C	0	-	5	A	86
56	0	-	10	A	0	-	0	-	4	A	10	A	0	-	7	A	0	-	90
57	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	90

Nota: **E_R** = Extensión por Roderas; **S_R** = Severidad por Roderas; **E_B** = Extensión por Baches; **S_B** = Severidad por Baches; **E_GL** = Extensión por Grietas Longitudinales; **S_GL** = Severidad por Grietas Longitudinales; **E_GT** = Extensión por Grietas Transversales; **S_GT** = Severidad por Grietas Transversales; **E_D** = Extensión por Desprendimiento; **S_D** = Severidad por Desprendimiento; **E_AA** = Extensión por Asfalto Aflorado; **S_AA** = Severidad por Asfalto Aflorado; **E_PC** = Extensión por Piel de Cocodrilo; **S_PC** = Severidad por Piel de Cocodrilo; **E_PS** = Extensión por Pulido Superficial; **S_PS** = Severidad por Pulido Superficial; **E_HS** = Extensión por Hundimiento Superficial; **S_HS** = Severidad por Hundimiento Superficial; **CCCS_C** = Calif. Compuesta de Condición Superficial por Segmento Componente.

Tabla 3.10. INFORMACION SOBRE DEFLEXIONES PARA LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PRO-YECT0	CARRETERA		TEMP (ºC)	FACT_ TEMP	DFLX_MED (pulg x10^{-3})	D_M_C (pulg x10^{-3})
1	Puebla	Xalapa	40.7	0.7936	59.72	47.40
2	Puebla	Xalapa	34.4	0.8090	45.69	36.96
3	Puebla	Xalapa Cuerpo Der.1	36.8	0.8442	22.10	18.66
4	Santa Bárbara	I. de Matamoros	38.3	0.8158	24.00	19.58
5	Apizaco	Huahuchinango	25.1	0.9289	55.91	51.93
6	México	Puebla (Libre)	22.3	0.9800	36.33	35.61
7	México	Puebla (Libre)	28.5	0.8820	25.53	22.52
8	México	Puebla (Libre)	39	0.7740	19.61	15.18
9	Pachuca	Tuxpan	25.1	0.9600	28.43	27.30
10	Pachuca	Tuxpan	41.5	0.7270	21.17	15.39
11	México	Zacatepec	29.2	0.8726	37.63	32.83
12	Puebla	Huajuapan de L.	32	0.8734	24.13	21.07
13	Puebla	Huajuapan de L.	37	0.8521	29.89	25.47
14	Puebla	Huajuapan de L.	44.4	0.7787	24.41	19.01
15	Puebla	Huajuapan de L.	45.1	0.7100	25.63	18.20
16	Puebla	Huajuapan de L.	30	0.8755	21.22	18.58
17	Sn. Martín Texmelucan	Tlaxcala (Libre)	28	0.8995	48.64	43.75
18	Puebla	Tlaxcala	24	0.9401	40.11	37.70
19	Puebla	Tehuacán	29	0.9025	15.28	13.79
20	Puebla	Tehuacán	33.2	0.8625	35.26	30.42
21	Puebla	Xalapa Cuerpo Izq. 2	33.1	0.8801	24.71	21.75
22	Puebla	Tlaxcala	22	0.9886	53.52	52.91
23	Puebla. Cuerpo "A"	Sta. Ana Chiautempan	31	0.7081	38.72	27.42
24	Puebla. Cuerpo "B"	Sta. Ana Chiautempan	31	0.7081	39.02	27.63
25	Puebla	Tehuacán	35	0.8360	25.88	21.63
26	Tehuacán	Tehuacán	34.5	0.8440	21.23	17.92
27	México	Puebla (Libre)	39	0.7551	35.60	26.88
28	México	Puebla (Libre)	34	0.8050	44.40	35.74
29	México	Puebla (Libre)	40	0.8058	36.18	29.15
30	Tehuacán	Huajuapan de L.	27.4	0.9497	23.62	22.43

Nota:

TEMP = Temperatura en °C; FACT_TEMP = Factor de Ajuste de Temperatura; DFLX_MED = Deflexión Media; y D_M_C = Deflexión Media Corregida.

(CONTINUACION)

Tabla 3.10. INFORMACION SOBRE DEFLEXIONES PARA LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PRO-YECTO	CARRETERA		TEMP (ºC)	FACT_ TEMP	DFLX_MED (pulg x10^{-3})	D_M_C (pulg x10^{-3})
31	Puebla	Xalapa	40	0.7940	50.89	40.41
32	Puebla	Xalapa	42	0.8159	36.05	29.41
33	Tehuacán	Córdoba	35.8	0.8220	43.07	35.41
34	Tehuacán	Córdoba	38	0.8497	50370	43.08
35	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	29.9	0.8988	39.53	35.53
36	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	32.7	0.8876	24.80	22.01
37	Sn. Salvador el Seco	Azumbilla	22	0.9899	36.18	35.81
38	Pachuca	Tuxpan	20	1.0190	22.42	22.85
39	Pachuca	Tuxpan	29.3	0.8784	40.07	35.19
40	Pachuca	Tuxpan	39	0.7906	27.52	21.76
41	Pachuca	Tuxpan	34	0.8230	32.84	27.03
42	Teziutlán	Nautla	33	0.8430	53.70	45.27
43	Teziutlán	Nautla	34.8	0.8492	70.91	60.22
44	Teziutlán	Perote	22.3	0.9798	10.26	98.23
45	Puebla	Xalapa	25	0.9521	52.29	49.78
46	Tecomatlán	Tulcingo	35	0.8220	17.10	14.06
47	Puebla	Huajuapan de L.	37	0.8000	42.43	33.95
48	Puebla	Huajuapan de L.	35	0.8040	41.33	33.23
49	Puebla	Huajuapan de L.	35	0.8190	23.44	19.20
50	Puebla	Huajuapan de L.	34	0.8690	15.33	13.32
51	Puebla	Huajuapan de L.	36	0.8430	26.37	22.23
52	Puebla	Teziutlán	27.5	0.9110	38.59	35.16
53	Puebla	Teziutlán	20.2	1.0200	69.86	71.26
54	Puebla.	Teziutlán	20.3	1.0200	105.81	107.92
55	Puebla	Teziutlán	34	0.8450	59.69	50.44
56	Puebla	Teziutlán	28	0.9081	33.48	30.41
57	México	Puebla (Libre)	40	0.5691	21.90	12.46

Nota:
TEMP = Temperatura en °C; FACT_TEMP = Factor de Ajuste de Temperatura; DFLX_MED = Deflexión Media; y D_M_C = Deflexión Media Corregida.

Finalmente, para cada proyecto se obtuvo información sobre la resistencia estructural del pavimento existente, en términos del espesor y el CBR de las distintas capas (Referencia 37). Esta permitió establecer cinco secciones representativas de los 42 proyectos, las cuales se ilustran en la Tabla 3.11. La misma tabla indica los proyectos que son caracterizados por cada una de dichas secciones. Cabe aclarar que, de toda esta información, el HDM sólo requiere el espesor de la capa superficial y el CBR de la subrasante. La obtención del primero generalmente precisa de la obtención de muestras (corazones) mediante cilindros y taladros. El segundo puede determinarse a partir de las deflexiones, según indican las Referencia 38 y 39.

Tabla 3.11 INFORMACION DEL ESPESOR Y VRS DE LAS DISTINTAS CAPAS PARA LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PROY.	CAR-PETA	ESPESOR (CM)			V R S (%)			
		BASE	SUB-BASE	SUB-RASANTE	BASE	SUB-BASE	SUB-RASANTE	TERRA-PLEN
1	9.3	13.2	14.0	23.0	(1)	(1)	39.5	(1)
2	7.4	9.9	11.4	31.2	56.1	(1)	52.5	7.4
3	7.9	16.9	16.3	26.9	70.0	70.0	36.8	(1)
4	15.2	16.8	16.9	13.7	(1)	(1)	44.4	(1)
5	14.2	14.5	14.3	18.6	16.8	58.3	21.4	(1)
6	17.9	17.3	0	28.2	33.3	0	13.3	5.3
7	17.6	10.8	0	26.8	(1)	0	65.3	27.7
8	9.0	12.3	4.5	30.0	(1)	(1)	21.3	28.3
9	21.3	16.4	15.5	14.8	96.1	(1)	16.6	(1)
10	20.5	19.6	16.5	16.0	48.9	(1)	43.8	(1)
11	9.4	17.4	15.5	41.2	(1)	(1)	42.5	26.5
12	11.2	32.5	10.0	22.2	82.5	91.0	27.0	(1)
13	8.0	22.7	12.2	19.2	(1)	30.3	27.0	(1)
14	13.0	18.9	(1)	30.0	(1)	86.6	25.6	(1)
15	6.9	14.9	1.2	23.3	51.5	47.1	46.0	1.1
16	5.2	17.3	3.5	14.9	76.5	56.7	42.3	4.0
17	7.1	15.1	12.0	28.6	44.0	34.0	27.0	27.0
18	17.4	13.8	5.3	33.5	41.0	(1)	43.0	34.5
19	22.7	16.0	0	30.0	(1)	0	45.0	(1)
20	24.7	14.9	0	30.0	(1)	0	76.4	57.0
21	10.0	25.0	(1)	30.0	66.2	66.2	36.7	(1)
22	5.0	20.0	0	30.0	70.0	0	18.0	(1)
23	5.0	0	0	30.0	(1)	(1)	32.0	(1)
24	5.0	(1)	(1)	30.0	92.0	90.0	32.0	(1)
25	22.1	14.9	2.5	22.5	93.0	(1)	15.0	(1)
26	23.7	15.8	1.2	30.0	54.0	(1)	24.3	3.5
27	15.9	11.1	14.1	16.3	(1)	94.5	81.0	68.0
28	4.0	10.0	0	30.0	45.0	0	10.0	(1)
29	10.0	20.0	0	15.0	(1)	0	85.0	(1)
30	4.3	19.0	14.9	25.2	(1)	(1)	61.9	4.4
31	7.0	12.0	0	30.0	85.0	0	18.0	(1)
32	2.0	20.0	0	30.0	80.0	0	25.0	(1)
33	2.3	10.2	22.4	22.9	(1)	(1)	22.4	(1)
34	17.0	23.5	0	29.0	(1)	0	28.5	(1)
35	7.4	25.9	17.3	22.9	9.5	6.7	54.3	(1)
36	11.5	29.6	21.9	21.1	73.5	82.0	72.3	39.6

NOTA:
(1) No se registró el valor de este parámetro.

(CONTINUACION)

Tabla 3.11 INFORMACION DEL ESPESOR Y VRS DE LAS DISTINTAS CAPAS PARA LOS PROYECTOS CONSIDERADOS.

PROY.	CAR-PETA	ESPESOR (CM)			V R S (%)			
		BASE	SUB-BASE	SUB-RASANTE	BASE	SUB-BASE	SUB-RASANTE	TERRA-PLEN
37	2.0	15.0	0	30.0	80.0	0	22.0	(1)
38	5.0	15.0	0	30.0	95.0	0	20.0	(1)
39	5.0	14.0	0	30.0	(1)	0	66.0	(1)
40	2.7	11.5	(1)	17.0	83.0	26.0	46.0	(1)
41	9.7	11.2	(1)	14.0	48.0	64.0	24.0	(1)
42	10.6	16.8	0	30.0	38.8	0	51.6	(1)
43	4.0	15.5	0	30.0	(1)	0	73.0	(1)
44	8.7	16.7	0	30.0	96.0	0	50.0	(1)
45	5.3	16.3	(1)	30.0	76.7	1.0	32.8	29.4
46	2.0	10.0	5.0	30.0	(1)	(1)	75.5	(1)
47	4.0	8.0	13.0	30.0	80.0	(1)	30.0	(1)
48	4.0	10.0	10.0	40.0	95.0	(1)	30.0	16.0
49	2.0	15.0	0	30.0	90.0	0	20.0	(1)
50	5.0	30.0	0	30.0	(1)	0	30.0	(1)
51	5.0	20.0	25.0	30.0	(1)	90.0	30.0	(1)
52	2.0	25.0	15.0	30.0	79.8	77.2	45.5	(1)
53	2.4	11.5	5.2	30.0	98.0	51.2	35.1	(1)
54	6.4	14.2	2.5	30.0	(1)	(1)	27.0	(1)
55	5.0	15.0	0	30.0	77.5	0	13.5	(1)
56	2.0	15.0	0	30.0	79.0	0	43.0	(1)
57	10.0	2.0	0	15.0	(1)	0	85.0	(1)

NOTA:

(1) No se registró el valor de este parámetro.

4. Aplicación del SIMAP.

4.1. Descripción del Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP).

El SIMAP se define como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afectan la funcionalidad, economía y vida útil de los pavimentos y que permiten una utilización adecuada de los recursos humanos y presupuestales disponibles. El SIMAP, para su operación, fue elaborado en dos módulos, uno técnico y otro económico.

4.1.1. Módulo Técnico.

El Módulo Técnico del SIMAP permite conducir el proceso de recopilación de la información de campo requerida para la red bajo estudio, elaborar la base de datos con toda la información obtenida y generar distintos tipos de reportes a partir de dicha base de datos. Las bases conceptuales del Módulo Técnico del SIMAP son:

- Se acepta el tipo de correlación entre la evolución del estado superficial del pavimento y su condición general, de manera que, cuanto más pobre sea la calidad superficial y más rápidamente se deteriore, peor debe ser la condición estructural.

- Se acepta que la deficiencia estructural puede correlacionarse con alguna medida hecha desde la superficie del pavimento. La deflexión o cedencia del pavimento bajo una carga patrón preestablecida, parece ser el concepto que mejor sirve para estos fines. Esta es una conclusión de carácter cuantitativo y se acepta que la magnitud de la deflexión mide el efecto estructural, aunque no lo analice ni lo localice.

- Cuando las deflexiones muestren deficiencia estructural en el pavimento, sólo la exploración directa permitirá el diagnóstico y la ubicación precisa de dichos daños estructurales.

La aplicación de este módulo se ha concebido a través de las siguientes etapas:

- El primer paso es una prospección del estado superficial de la red. Por ejemplo, el sistema considera que un ISA arriba de 2.5 libera a la carretera hasta el año siguiente sin acciones especiales de mantenimiento.

- El segundo paso es realizar la medición de deflexiones en los tramos de carreteras en que se haya demostrado la necesidad. Actualmente se está considerando que un valor estadístico de la deflexión superior a un milímetro indica que ese tramo debe ser estudiado en la tercera etapa del sistema. No cabe duda que puede suceder que la longitud de caminos, que de acuerdo con lo anterior requiera ser analizada en la tercera etapa, puede resultar mayor que la disponibilidad de recursos. Cuando ello es así, son otras consideraciones tales como la importancia social, el volumen de tránsito y otra de carácter económico, las que llevan a seleccionar el conjunto de caminos a evaluar.

- En la última etapa de aplicación de este módulo debe hacerse un análisis cuidadoso de los caminos o tramos sobre los que habrá de ejercerse acción de mantenimiento especial. Esto debe hacerse por procedimientos convencionales que incluyan exploración de campo y trabajo de laboratorio, a fin de conocer el comportamiento estructural al detalle y sus fallas así como definir las alternativas de refuerzo y reconstrucción. En esta etapa, todos estos caminos o tramos se dividen en segmentos homogéneos en términos de calidad superficial y resistencia estructural, los cuales podrán recibir en toda su longitud el mismo tratamiento. En este trabajo, a estos segmentos homogéneos se les denomina proyectos. Esta etapa concluye con la realización de un análisis que permite generar el refuerzo estructural requerido en cada proyecto, en términos de espesor de grava equivalente, para mantener un nivel de servicio adecuado durante los próximos tres años.

Las fases de este módulo se ilustran en la Figura 4.1.

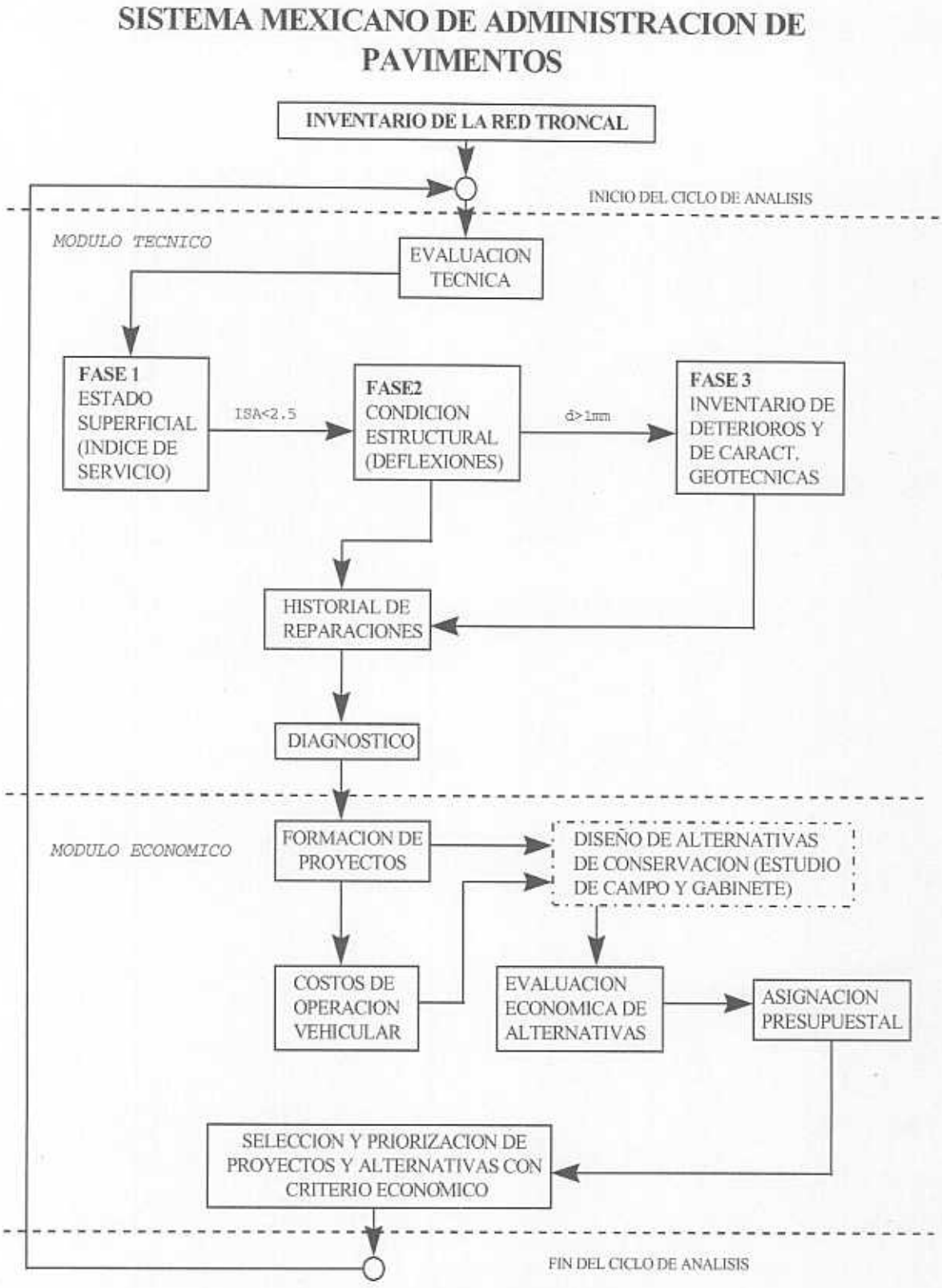


FIGURA 4.1 Módulos del SIMAP.

4.1.2. Módulo Económico.

El Módulo Técnico antes descrito se complementa con el Módulo Económico. Este es fundamentalmente una herramienta de cálculo computacional destinada a trabajar con los proyectos que han quedado igualados en los horizontes de calidad y tiempo al final de la etapa anterior.

Este programa computacional permite, para cada uno de los proyectos, obtener un abanico de variantes tanto para el nivel de calidad deseado como para su evolución en el tiempo; es decir, ahora a cada uno de los proyectos que serán sujetos de acciones especiales de mantenimiento, puede asignársele diferentes índices de servicio (representativos de distintos niveles de calidad) teniendo además para cada caso diferentes horizontes temporales y también para cada caso el costo para alcanzar esos diferentes niveles de calidad y mantener su evolución por arriba del mínimo permisible.

Esta información permite asignar acciones de conservación a cada camino o tramo, según su importancia relativa dentro de la red, conociendo el costo de cada una de las acciones.

Operativamente, el "software" realizado en este momento permite introducir en el análisis hasta cinco alternativas diferentes de mejoramiento para cada tramo.

Este módulo permite lo siguiente:

- Estimar en términos del índice de servicio actual la evolución temporal de los deterioros actuales, en el caso de no corregirlos por una acción de conservación.

- Correspondientemente, permite calcular el aumento de los costos de operación vehicular si se efectuasen o no las acciones de conservación, en relación con su profundidad y calidad.

- Estimar los ahorros en costos de operación vehicular imputables a la carretera, en cada horizonte de calidad de los diversos tramos o

caminos, llevados a diferentes estados por acciones de conservación cada vez más ambiciosas y manejar los costos de estas acciones.

- Comparar las acciones con sus resultados de un modo que orienta realmente la elección de alternativas. Desde luego, para la elección de una alternativa concreta, tendrá preferencia la carretera más importante. De esta manera el criterio que defina la importancia de la carretera pasa a ser vital en la estrategia general.

Las fases de este módulo también se muestran en la Figura 4.1.

La conceptualización del SIMAP así como los fundamentos para su aplicación, están contenidos en las Referencias 5, 7, 10 y 40.

4.2 Programa Piloto en Puebla.

Como ya se indicó, el desarrollo del programa piloto en el Estado de Puebla se llevó a cabo en los 1,166.01 kilómetros que constituyen la red federal del Estado. A continuación se describe brevemente el procedimiento seguido en la aplicación de cada uno de los módulos.

4.2.1. Módulo Técnico.

Primeramente se obtuvo el inventario de la red, la cual fue dividida en tramos homogéneos en función del TDPA e importancia de la misma, asignándole un código a cada uno, de tal manera que para el caso de Puebla las carreteras que constituyen la red se dividieron en 57 tramos. A continuación se muestran los pasos seguidos en los diferentes subsistemas en que se divide este módulo.

A. DATOS GENERALES (subsistema DATOGEN).

Se obtuvieron y almacenaron en los archivos del Módulo Técnico del SIMAP los siguientes datos generales:

- TDPA, clasificación vehicular, número de carriles.

- Tasa de crecimiento anual, porcentaje de accidentes.
- Peso promedio, carga por eje
  (datos obtenidos a partir de las Referencias 33 a 35).
- Temperatura ambiente promedio.

B. ESTADO SUPERFICIAL (subsistema ISA).

Para la evaluación del estado superficial, todos los tramos fueron divididos en segmentos de 5 km. En este caso se realizaron las siguientes actividades:

- La calificación o índice de servicio actual se obtuvo mediante el método AASHTO, a través del empleo de 4 observadores. Esta información se determinó en campo en subtramos de 1 km.

- Para el caso piloto, si se adopta el valor prefijado de ISA = 2.5 como nivel de rechazo, se obtiene una longitud de 68.41 km que pasaría a la siguiente etapa. En razón de lo anterior, se fijó como límite de rechazo el valor de CSA o ISA = 3.8, para permitir el análisis de un mayor número de tramos.

C. CAPACIDAD ESTRUCTURAL (subsistema CAPES).

De acuerdo con lo estipulado para el Módulo Técnico, se debe evaluar en esta etapa la capacidad estructural de los tramos que registraron un ISA igual o menor a 3.8 (prefijado), por lo que al aplicar el reporte selectivo resultaron eliminados 8 tramos, los cuales representan una longitud de 75 km, que deben dejarse sin acción de mantenimiento alguno, por lo menos hasta el siguiente año; destacando que, como programa piloto, se decidió evaluar toda la red. Para la obtención de los datos de este subsistema se realizaron las siguientes actividades:

- La medición de la recuperación de la deflexión del pavimento con Viga Benkelman en tramos de prueba de 500 m con lecturas cada 20 m, por cada segmento de 5 km o fracción, registrando la temperatura superficial de la carpeta y si la evaluación se realizó en período crítico o no.

- Igualmente se determinó el valor relativo de soporte (VRS) de cada una de las capas del pavimento, subrasante y terracería o terreno natural. También se utilizó información existente en archivos.

- Se determinó el tipo de suelo de soporte (terreno natural) así como características especiales del mismo.

D. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS (subsistema CARGEOT).

Previo a la obtención de los datos necesarios de esta fase, se realizó un reporte selectivo, tal y como lo estipula el Módulo Técnico, con el fin de determinar la fracción de la red para la que se obtendrá este tipo de información. Se estableció como condicionante en dicha selección una deflexión mayor a (1) mm y un ISA menor o igual a 3.8, obteniéndose una longitud de 362.44 km que debe ser estudiada en esta etapa; sin embargo, para el caso piloto se estudió toda la red, determinándose:

- Espesores de cada una de las capas del pavimento y de la subrasante.
- Evaluación del drenaje superficial (tipo y estado).
- Alturas de cortes y/o terraplenes máximas.
- Pendientes predominantes tanto longitudinal como transversal.
- Precipitación pluvial media anual.
- Tipo de terreno (topografía).
- Temperaturas ambiente mínima, máxima y promedio anual.

E. INVENTARIO DE DETERIOROS (subsistema INVEDET).

Se recorrió a pie toda la red, levantándose información sobre los siguientes defectos y su gravedad:

- Roderas
- Baches
- Grietas longitudinales
- Grietas transversales
- Desprendimientos
- Otros
- Asfalto aflorado
- Piel de Cocodrilo
- Pulido de superficie
- Hundimientos
- Hombros caídos

F. HISTORIAL DE REPARACIONES (subsistema HISTOREP).

Se recabó y almacenó en los archivos del Módulo Técnico el historial de reparaciones, con la mayor cantidad de datos posible.

G. ACLARACION.

Conviene destacar que toda la información descrita se registró para segmentos de 5 km o fracción, con excepción de los Datos Generales, completando de esta manera la información necesaria para los diferentes subsistemas del Módulo Técnico.

4.2.2. Módulo Económico.

Para la información de proyectos, entendiendo como proyecto el agrupamiento de uno o más segmentos de un tramo susceptibles de recibir la misma acción de mantenimiento, y tomando en cuenta lo descrito por el sistema, a partir del Módulo Técnico se obtuvo un reporte selectivo de tramos con ISA menor a 3.8 con la finalidad de considerarlos dentro de la evaluación económica. El reporte generado indicó que de los 57 tramos totales, deben descartarse 8. En virtud de lo anterior se consideraron para la evaluación económica 49 proyectos en un solo bloque, tomando en cuenta que el sistema opera con bloques de 50 proyectos.

En el menú DATOS DEL CAMINO, se establecieron los valores medios de ISA, deflexión y VRS representativos de cada proyecto.

Los datos de TRANSITO provenientes del Módulo Técnico, aparecen distribuidos en 4 tipos de vehículos representativos del tránsito en las carreteras nacionales.

En el menú PERIODO-TASA se estableció un período de análisis de 15 años para todos los proyectos y una tasa anual de actualización de 12 %.

En el menú de ALTERNATIVAS, se propusieron las alternativas de conservación o mantenimiento de tipo periódico o correctivo, estableciéndose para cada una de ellas el número de acciones de que constará, la vida útil, el valor de ISA que se recuperaría, la degradación del ISA en función de la vida útil y el costo de cada acción. Cabe destacar que cada proyecto contiene de una a tres alternativas, estableciéndose para los 49 proyectos 105 alternativas en total. La Tabla 4.1 describe las alternativas consideradas para cada proyecto.

4.3 Resultados.

4.3.1. Módulo Técnico.

Este módulo permite obtener el diagnóstico de la red, mediante reportes selectivos; de hecho, todos los elementos de análisis sobre la condición de la red mostrados en el Capítulo 3, fueron obtenidos a partir de estos reportes. También a partir de ellos se seleccionaron los proyectos a considerar para los análisis con el Módulo Económico.

4.3.2. Módulo Económico.

En este módulo la unidad de trabajo es el proyecto, que se define como un conjunto de segmentos de un mismo subtramo con características homogéneas de tránsito, estado superficial, geotécnicas y de geometría, que requieren una misma acción de conservación.

Con la información del Módulo Técnico, se formaron 49 proyectos con sus respectivas alternativas de conservación.

Los indicadores de rentabilidad económica obtenidos para cada alternativa de cada proyecto fueron el Valor Presente Neto (VPN) y la relación VPN/Costo; el primero es indicativo del ahorro en costo de operación vehicular de la alternativa considerada (en relación con una alternativa hipotética de actuación nula) y el segundo de su relación beneficio/costo (Referencia 7).

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
1	PUE0005	1	Carpeta de Concreto Asf: de 3.5 cm. Riego de Sello	1,8,15 1,4,8,11,15
		2	Carp. Asf. de mezcla en frío c/6 años Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
2	PUE0023	1	Carp. de Concreto Asfáltico de 5cm. c/10 Riego de sello c/3	1,11 1,4,7,11,14
		2	Renivelación con C.A. c/5 años Riego de sello c/3	1,6,11 1,4,6,9,11,14
		3	Riego de sello c/2	1,3,5,7,9,11,13,15
3	PUEBLA24	1	Carpeta de C.A: de 5cm. c/10 años Riego de sello c/3	1,11 1,4,7,11,15
		2	Renivelaciones con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/3	1,6,11 1,4,6,9,11,14
		3	Riego de sello c/2	1,3,5,7,9,11,13,15
4	PUEBLA08	1	Carpeta de Concreto Asf. de 3.5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Carpeta Asf. de mezcla en frío de 5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		3	Renivelación con C:A: c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
5	PUEBLA06	1	Recup. de Pav. 20cm y estab.c/Emulsión Carpeta de Concreto Asf. de 5cm. c/8 Riego de sello c/3	1 1,9 1,4,7,9,12,13
		2	Carpeta de Concreto Asf. de 7cm. c/12 Riego de sello c/3	1,12 1,4,7,10,12,15
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años	1,4,7,10,13
6	PUEBLA30	1	Carpeta Asf. con mezcla en frío c/9 años Riego de sello c/3	1,10 1,4,7,10,13
		2	Renivelación de Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
7	PUEBLA07	1	Recup. de Pav. 20cm. estab. c/emul. c/15 Carpeta de C.A. de 7cm c/8 años Riego de sello c/3	1 1,9 1,4,7,9,12,15
		2	Carpeta de C.A. de 7cm c/7 años Riego de sello c/3	1,8,15 1,4,8,11,15
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13

(CONTINUACION)

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
8	PUEBLA17	1	Recup. de Pav. 10cm estab. c/emul. c/20 Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/8 Riego de sello c/3	1 1,9 1,4,7,9,12,15
		2	Carp. Asf. con mezcla en frío de 7cm. c/9 Riego de sello c/3	1,10 1,4,7,10,13
		3	Renivelación de Concreto Asfáltico c/4 Riego de sello c/4	1,5,9,13
9	PUEBLA11	1	Carpeta de C.A. de 5cm c/6 años Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Renivelaciones de Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
10	PUEBLA09	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm. c/9 Riego de sello c/3	1,10 1,4,7,10,13
		2	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm. c/6 Carpeta de Concreto Asf. de 7cm. c/6 Riego de sello c/3	1 10 1,4,7,10,13
		3	Renivelación de Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
11	PUEBLA16	1	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm. c/12 Riego de sello c/3	1,3 1,4,7,10,13
		2	Carpeta de Concreto Asf. de 3.5cm c/9 Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1 13 5,9,13
12	PUEBLA15	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/9 Riego de sello c/3	7 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	7,13 1,4,7,10,13
13	PUEBLA02	1	Rec. de Pav. 30cm est. c/cem. port. c/18 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/9 años Riego de sello c/3	1 1,10 1,4,7,10,13
		2	Rec. Pav.15cm Agreg.10cm mat de banco Carpeta de Concreto Asf. de 5cm. c/9 Riego de sello c/3	1 1,10 1,4,7,10,13
		3	Carpeta de ConcretoAsf. de 7cm c/9 años Riego de sello c/3	1,10 1,4,7,10,13
14	PUEBLA01	1	Recup. de Pav. 15cm estab. c/emul. c/15 Carpeta Asf. con mezcla en frío de 5cm. c/8 Riego de sello c/3	1 9 4,7,12
		2	Recup. de Pav. 10cm estab. c/emul.c/12 Carpeta Asf. con mezcla en frío de 5cm c/8 Riego de sello c/3	1,13 1,9 1,4,7,9,13
		3	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/9 Riego de sello c/3	1,10 1,4,7,10,13

(CONTINUACION)

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
15	PUEBLA20	1	Recup. del Pav. 20cm estab. c/emul c/15 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/8 Riego de sello c/3	1 1,9 1,4,7,9,12
		2	Recup. del Pav. 10cm estab. c/emul. c/13 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/8 años Riego de sello c/3	1,14 1,9 1,4,7,9,10,14
		3	Carpeta de Concreto Asf. de 7cm c/9 Riego de sello c/3	1,9 1,4,7,9,12
16	PUEBLA19	1	Rec. del Pav. 10cm estab.c/emul. c/15 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/9 años Riego de sello c/3	1 1,10 1,4,7,10,13
		2	Carpeta de Concreto Asf. de 7cm c/10 Riego de sello c/3	1,11 1,4,7,10,13
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
17	PUEBLA27	1	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/8 Riego de sello c/4	1 9 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
18	PUEBLA29	1	Rec. del Pav. 10cm estab.c/emul. c/15 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/9 Riego de sello c/3	1 1,10 1,4,7,10,13
		2	Carpeta de Concreto Asf. de 7cm c/8 Riego de sello c/4	1,9 1,5,9,13
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
19	PUEBLA22	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/15 Riego de sello c/3	1 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/3	1,6,11
20	PUEBLA18	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/15 Riego de sello c/4	1 1,5,9,13
21		1	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
		2	Riego de sello c/3	1,4,7,10,13
22	PUEBLA52	1	Renivelación con Concreto Asf. c/8 años Riego de sello c/4	1,9 1,5,9,13

(CONTINUACION)

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
23	PUEBLA34	1	Carpeta Asf. con mezcla en frío de 5cm c/8 Riego de sello c/4	1,9 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
24	PUEBLA35	1	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/10 Riego de sello c/5	1,11 1,6,11
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
25	PUEBLA03	1	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
26	PUEBLA21	1	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
27	PUEBLA40	1	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5	1,6,11
		2	Riego de sello c/4	1,5,9,13
28	PUE0041	1	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/15 Riego de sello c/4	1 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4	1,5,9,13
29	PUEBLA32	1	Carpeta de Concreto Asf. de 3.5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3 años	1,4,7,10,13
30	PUEBLA60	1	Carpeta de Concreto Asf. de 3.5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/6 Riego de sello c/3	1,7,13 1,4,7,10,13
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/3 años Riego de sello c/3 años	1,4,7,10,13
31	PUEBLA33	1	Carpeta de Concreto Asf. de 3.5cm c/10 Riego de sello c/5 años	1,11 1,6,11
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/6 años Riego de sello c/4 años	1,7,13 1,5,9,13
		3	Riego de sello c/3 años	1,4,7,10,13
32	PUEBLA36	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/10 años Riego de sello c/4 años	1,11 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11

(CONTINUACION)

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
33	PUEBLA37	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/10 años Riego de sello c/4 años	1,11 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
34	PUEBLA38	1	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
35	PUEBLA39	1	Recup. del Pav. 10cm estab. c/emul. c/15 Riego de sello c/4 años	1 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
36	PUEBLA43	1	Renivelación con mezcla en frío y carpeta de 5cm también en frío Riego de sello c/4 años	1,15 1,5,9,13,15
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
37	PUEBLA44	1	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/15 Riego de sello c/4 años	1 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
38	PUEBLA45	1	Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/10 Riego de sello c/5 años	1,11 1,6,11
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
39	PUEBLA46	1	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
40	PUEBLA47	1	Recup. del Pav. 10cm estab. c/emul. c/18 Carp. Asf. con mezcla en frío de 5cm c/10 Riego de sello c/5 años	1 1,11 1,6,11
		2	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/10 años Riego de sello c/5 años	1,11 1,6,11
		3	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
41	PUEBLA48	1	Renivelación con Concreto Asf. c/8 años Riego de sello c/4 años	1,9 1,5,9,35
42	PUEBLA49	1	Renivelación con Concreto Asf. c/10 años Riego de sello c/5 años	1,11 1,6,11
43	PUEBLA55	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/15 años Renivelación con Concreto Asf. c/6 años Riego de sello c/3 años	1 1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13

(CONTINUACION)

Tabla 4.1. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS PARA CADA PROYECTO.

PROY.	CODIGO	ALTER-NATIVA	DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA	AÑOS DE EJECUCION
44	PUEBLA56	1	Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/15 años Renivelación con Concreto Asf. c/6 años Riego de sello c/3 años	1 1,7,13 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
45	PUEBLA57	1	Recup. del Pav. 20cm estab. c/emul. c/20 Carpeta de Concreto Asf. de 5cm c/12 años Riego de sello c/4 años	1 1,13 1,5,9,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
46	PUEBLA58	1	Renivelación con Concreto Asf. c/8 años Riego de sello c/4 años	1,9 1,5,9,13
		2	Riego de sello c/5 años	1,5,11
47	PUEBLA59	1	Carp. Asf. con mezcla en frio de 5cm c/15 Riego de sello c/3 años	1 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/5 años Riego de sello c/5 años	1,6,11
48	PUEBLA31	1	Riego de sello c/4 años	1,5,9,13
49	PUEBLA42	1	Carp. Asf. con mezcla en frio c/12 años Riego de sello c/3 años	1,13 1,4,7,10,13
		2	Renivelación con Concreto Asf. c/4 años Riego de sello c/4 años	1,5,9,13

La Tabla 4.2 muestra, para cada proyecto y alternativa de conservación, el valor presente neto obtenido en la evaluación económica durante el período de análisis. La Tabla 4.3 muestra los resultados de la evaluación económica de los proyectos jerarquizados en función del Valor Presente Neto. En las columnas 1 y 2 de dicha tabla se muestran el proyecto y su alternativa óptima; en la tercera, el valor presente neto en miles de pesos (de mediados de 1996); en la cuarta, la longitud acumulada en km; en la quinta y la sexta, el costo en el primer año por proyecto y acumulado (también en miles de pesos de 1996).

El monto necesario para atender la totalidad de la red es de $200.41 millones de pesos, sobrepasando al monto de inversión autorizado; por lo tanto, se tomó como restricción la inversión de 1997 que es de $61,446 millones de pesos, distribuidos en conservación periódica y reconstrucción.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 4.3, se observa que con estos recursos podrían atenderse los primeros tres proyectos con una longitud de 132.2 km y un monto de 59.245 millones de pesos; con los 2.2 millones restantes, se podría atender otro proyecto, por ejemplo, el PUE0021.

Conviene destacar que la evaluación presentada en la Tabla 4.3 fue realizada con los tramos con ISA menor o igual a 3.8. Sin embargo, se realizó otra evaluación con tramos con ISA inferior a 3.0, cuyos resultados aparecen en la Tabla 4.4, la cual incluye 31 proyectos. Puede observarse que en ambas jerarquizaciones los primeros 4 proyectos son los mismos, por lo que siguen prevaleciendo los resultados en la Tabla 4.3.

Con los resultados anteriores concluye estrictamente la aplicación del sistema; sin embargo, con la finalidad de ampliar la longitud atendida con los recursos disponibles, se propone:

- Que los primeros 3 proyectos en la Tabla 4.3 representen el rubro de construcción, el cual tiene una asignación de 31.475 millones de pesos, atendiéndose éstos en 2 años, por lo que en el primer año se actuaría en una longitud de 66.1 km con un costo de 29.622 millones de pesos. Asimismo, en el primer año se emprenderían las acciones correspondientes a la alternativa 1 del proyecto PUE0021 (el cual tiene una longitud de 28.3 km), con un costo de 2.264 millones de pesos. Así, el costo total para este rubro en el primer año sería de 31.886 millones de pesos.

Tabla 4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROYECTOS.

PROYECTO	ALTERNATIVA	AHORRO TOTAL (VPN) (miles de $)
PUE0005	ALTER01 ALTER02 ALTER03	189,639.217 182,646.193 166,656.629
PUE0023	ALTER01 ALTER02 ALTER03	42,428.871 35,190.284 33,450.362
PUE0024	ALTER01 ALTER02 ALTER03	38,971.012 32,484.569 30,929.179
PUE0008	ALTER01 ALTER02 ALTER03	42,801.425 37,340.707 32,334.884
PUE0006	ALTER01 ALTER02 ALTER03	106,242.969 100,747.849 85,431.893
PUE0030	ALTER01 ALTER02	33,480.302 30,044.206
PUE0007	ALTER01 ALTER02 ALTER03	409,259.447 385,576.874 339,156.465
PUE0017	ALTER01 ALTER02 ALTER03	45,408.502 40,707.678 35,508.902
PUE0011	ALTER01 ALTER02	123,910.588 103,690.354
PUE0009	ALTER01 ALTER02 ALTER03	281,156.233 258,555.173 227,810.222
PUE0016	ALTER01 ALTER02	186,347.513 188,225.207
PUE0015	ALTER01 ALTER02	224,470.359 215,311.985
PUE0002	ALTER01 ALTER02 ALTER03	578,800.611 581,488.431 565,267.118

(CONTINUACION)

Tabla 4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROYECTOS.

PROYECTO	ALTERNATIVA	AHORRO TOTAL (VPN) (miles de $)
PUE0001	ALTER01	92,036.427
	ALTER02	86,281.064
	ALTER03	91,441.879
PUE0020	ALTER01	474,353.431
	ALTER02	434,801.764
	ALTER03	457,931.475
PUE0019	ALTER01	206,967.636
	ALTER02	202,105.569
	ALTER03	153,413.398
PUE0027	ALTER01	204,806.788
	ALTER02	205,788.789
PUE0029	ALTER01	646,313.255
	ALTER02	630,843.864
	ALTER03	542,158.137
PUE0022	ALTER01	9,111.279
	ALTER02	7,758.515
PUE0018	ALTER01	259,900.288
PUE0004	ALTER01	157,236.469
	ALTER02	131,265.266
PUE0052	ALTER01	645.368
PUE0034	ALTER01	56,144.756
	ALTER02	48,351.735
PUE0035	ALTER01	678.936
	ALTER02	571.000
PUE0003	ALTER01	153,809.576
PUE0021	ALTER01	175,950.769
PUE0040	ALTER01	7,350.742
	ALTER02	6,299.470
PUE0041	ALTER01	5,658.670
	ALTER02	5,371.563
PUE0032	ALTER01	56,011.565
	ALTER02	49,133.147
	ALTER03	43,535.363

(CONTINUACION)

Tabla 4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROYECTOS.

PROYECTO	ALTERNATIVA	AHORRO TOTAL (VPN) (miles de $)
PUE0060	ALTER01 ALTER02 ALTER03	48,154.508 41,471.943 35,272.271
PUE0033	ALTER01 ALTER02 ALTER03	85,240.395 78,681.201 58,556.683
PUE0036	ALTER01 ALTER02	119,429.330 95,188.497
PUE0037	ALTER01 ALTER02	20,453.583 16,278.822
PUE0038	ALTER01	46,225.528
PUE0039	ALTER01 ALTER02	117,005.165 103,095.999
PUE0043	ALTER01 ALTER02	3,230.079 3,151.312
PUE0044	ALTER01 ALTER02 ALTER03	3,768.843 3,493.251 81,849.685
PUE0045	ALTER01 ALTER02	94,683.800 81,849.685
PUE0046	ALTER01	5,888.699
PUE0047	ALTER01 ALTER02 ALTER03	53,461.295 53,344.775 46,907.028
PUE0048	ALTER01	48,816.213
PUE0049	ALTER01	11,181.174
PUE0055	ALTER01 ALTER02	346,634.790 308,253.940
PUE0056	ALTER01 ALTER02	371,675.505 330,517.658
PUE0057	ALTER01 ALTER02	166,009.557 149,515.478

(CONTINUACION)

Tabla 4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS PROYECTOS.

PROYECTO	ALTERNATIVA	AHORRO TOTAL (VPN) (miles de $)
PUE0058	ALTER01 ALTER02	6,255.789 5,670.333
PUE0059	ALTER01 ALTER02	1,576.588 1,439.088
PUE0031	ALTER01	878.851
PUE0042	ALTER01 ALTER02	10,937.504 10,270.535

Tabla 4.3. JERARQUIZACION DE LOS PROYECTOS POR EL VALOR PRESENTE NETO DE LA ALTERNATIVA MAS RENTABLE (TRAMOS CON ISA MENOR O IGUAL A 3.8).

PRO-YECTO	ALTERNATIVA OPTIMA	VPN (miles $)	LONGITUD ACUMULADA (KM)	COSTOS EN EL AÑO 1 (miles de $)	
				PROYECTO	ACUMULADO
PUEBLA29	ALTER01	646,313.25	62.50	22,187.50	22,187.50
PUEBLA02	ALTER02	581,488.43	109.00	24,877.50	47,065.00
PUEBLA20	ALTER01	474,353.43	132.20	12,180.00	59,245.00
PUEBLA07	ALTER01	409,259.45	159.80	16,146.00	75,391.00
PUEBLA56	ALTER01	371,675.50	229.50	12,894.50	88,285.50
PUEBLA55	ALTER01	346,634.79	287.50	10,730.00	99,015.50
PUEBLA09	ALTER01	281,156.23	323.60	6,678.50	105,694.00
PUEBLA18	ALTER01	259,900.29	332.90	1,720.50	107,414.50
PUEBLA15	ALTER01	224,470.36	380.40	1,662.50	109,077.00
PUEBLA19	ALTER01	206,967.64	392.70	4,366.50	113,443.50
PUEBLA27	ALTER02	205,788.79	409.00	1,304.00	114,747.50
PUEBLA05	ALTER01	189,639.22	449.00	5,600.00	120,347.50
PUEBLA16	ALTER02	188,225.21	499.46	7,064.40	127,411.90
PUEBLA21	ALTER01	175,950.77	527.76	2,264.00	129,675.90
PUEBLA57	ALTER01	166,009.56	556.69	13,117.65	142,793.55
PUEBLA04	ALTER01	157,236.47	587.89	2,504.00	145,297.55
PUEBLA03	ALTER01	153,809.58	616.19	2,264.00	147,561.55
PUEBLA11	ALTER01	123,910.59	626.19	1,850.00	149,411.55
PUEBLA36	ALTER01	119,429.33	646.70	3,794.35	153,205.90
PUEBLA39	ALTER01	117,005.17	674.78	5,756.40	158,962.30
PUEBLA06	ALTER01	106,242.97	700.33	13,413.75	172,376.05
PUEBLA45	ALTER01	94,683.80	720.53	2,323.00	174,699.05
PUEBLA01	ALTER01	92,036.43	729.03	3,867.50	178,566.55
PUEBLA33	ALTER01	84,250.39	781.73	7,378.00	185,944.55
PUEBLA34	ALTER01	56,144.76	785.18	396.75	186,341.30
PUEBLA32	ALTER01	56,011.56	788.88	518.00	186,859.30

(CONTINUACION)

Tabla 4.3. JERARQUIZACION DE LOS PROYECTOS POR EL VALOR PRESENTE NETO DE LA ALTERNATIVA MAS RENTABLE (TRAMOS CON ISA MENOR O IGUAL A 3.8).

PRO-YECTO	ALTERNATIVA OPTIMA	VPN (miles $)	LONGITUD ACUMULADA (KM)	COSTOS EN EL AÑO 1 (miles de $)	
				PROYECTO	ACUMULADO
PUEBLA48	ALTER01	48,816.21	815.98	1,312.00	191,220.80
PUEBLA60	ALTER01	48,354.51	819.68	518.00	191,738.80
PUEBLA38	ALTER01	46,225.53	830.62	875.20	192,614.00
PUEBLA17	ALTER01	45,408.50	833.52	826.50	193,440.50
PUEBLA08	ALTER01	42,801.43	839.62	854.00	194,294.50
PUEBLA23	ALTER01	42,428.87	844.42	888.00	195,182.50
PUEBLA24	ALTER01	38,971.01	849.22	888.00	196,070.50
PUEBLA30	ALTER01	33,480.30	856.42	828.00	196,898.50
PUEBLA37	ALTER01	20,453.58	862.51	1,126.65	198,025.15
PUEBLA49	ALTER01	11,181.17	881.65	1,531.20	199,556.35
PUEBLA42	ALTER01	10,937.50	893.45	1,357.00	200,913.35
PUEBLA22	ALTER01	9,111.28	894.35	166.50	201,079.85
PUEBLA40	ALTER01	7,550.74	896.15	144.00	201,232.85
PUEBLA58	ALTER01	6,255.79	901.65	440.00	201,663.85
PUEBLA46	ALTER01	5,888.70	908.65	560.00	202,223.85
PUEBLA41	ALTER01	5,658.67	910.15	172.50	202,396.35
PUEBLA44	ALTER01	3,768.84	914.95	552.00	202,948.35
PUEBLA43	ALTER01	3,230.08	919.45	630.00	203,578.35
PUEBLA59	ALTER01	1,576.59	919.85	46.00	203,624.35
PUEBLA31	ALTER01	878.85	920.95	38.50	203,662.85
PUEBLA35	ALTER01	678.94	923.65	310.50	203,973.35
PUEBLA52	ALTER01	645.37	924.95	104.00	204,077.35

Tabla 4.4. JERARQUIZACION DE LOS PROYECTOS POR EL VALOR PRESENTE NETO DE LA ALTERNATIVA MAS RENTABLE (TRAMOS CON ISA MENOR O IGUAL A 3.0).

PRO-YECTO	ALTERNATIVA OPTIMA	VPN (miles $)	LONGITUD ACUMULADA (KM)	COSTOS EN EL AÑO 1 (miles de $)	
				PROYECTO	ACUMULADO
PUEBLA29	ALTER01	646313.25	62.50	22,187.50	22,187.50
PUEBLA02	ALTER02	581488.43	109.00	24,877.50	47,065.00
PUEBLA20	ALTER01	474353.43	132.20	12,180.00	59,245.00
PUEBLA07	ALTER01	409259.45	159.80	16,146.00	75,391.00
PUEBLA18	ALTER01	259900.29	169.10	1,720.50	77,111.50
PUEBLA15	ALTER01	224470.36	216.60	1,662.50	78,774.00
PUEBLA19	ALTER01	206967.64	228.90	4,366.50	83,140.50
PUEBLA27	ALTER02	205788.79	245.20	1,304.00	84,444.50
PUEBLA57	ALTER01	166009.56	274.03	13,117.65	97,562.15
PUEBLA36	ALTER01	119429.33	294.54	3,794.35	101,356.50
PUEBLA39	ALTER01	117005.17	322.62	5,756.40	107,112.90
PUEBLA06	ALTER01	106242.97	348.17	13,413.75	120,526.65
PUEBLA45	ALTER01	94683.80	368.37	2,323.00	122,849.65
PUEBLA01	ALTER01	92036.43	376.87	3,867.50	126,717.15
PUEBLA33	ALTER01	84250.39	429.57	7,378.00	134,095.15
PUEBLA34	ALTER01	56144.76	433.02	396.75	134,491.90
PUEBLA32	ALTER01	56011.56	436.72	518.00	135,009.90
PUEBLA60	ALTER01	48154.51	440.42	518.00	135,527.90
PUEBLA38	ALTER01	46225.53	451.36	875.20	136,403.10
PUEBLA17	ALTER01	45408.50	454.26	826.50	137,229.60
PUEBLA08	ALTER01	42801.43	460.36	854.00	138,083.60
PUEBLA30	ALTER01	33480.30	467.56	828.00	138,911.60
PUEBLA37	ALTER01	20453.58	473.65	1,126.65	140,038.25
PUEBLA22	ALTER01	9111.28	474.55	166.50	140,204.75
PUEBLA40	ALTER01	7350.74	476.35	144.00	140,348.75
PUEBLA58	ALTER01	6255.79	481.85	440.00	140,788.75
PUEBLA41	ALTER01	5658.67	483.35	172.50	140,961.25
PUEBLA44	ALTER01	3768.84	488.15	552.00	141,513.25
PUEBLA43	ALTER01	3230.08	492.65	630.00	142,143.25
PUEBLA35	ALTER01	678.94	495.35	310.50	142,453.75
PUEBLA52	ALTER01	645.37	496.65	104.00	142,557.75

- Por lo que respecta al rubro de conservación periódica, al cual en 1997 se le asignaron 29.971 millones de pesos, se atenderían 2 proyectos que serían PUE0007 y PUE0055, con un costo de 26.876 millones de pesos; adicionalmente se propone atender los proyectos PUE0018 y PUE0027, con un costo de 3.024 millones de pesos. De esta manera, la longitud total atendida en este rubro en el primer año sería de 111.20 km.

- La longitud total a conservar en ambos rubros sería de 205.6 km.

En el mapa en la Figura 4.2 se muestran los tres tramos de carreteras que deben atenderse para reconstrucción, obtenidos de los resultados del SIMAP.

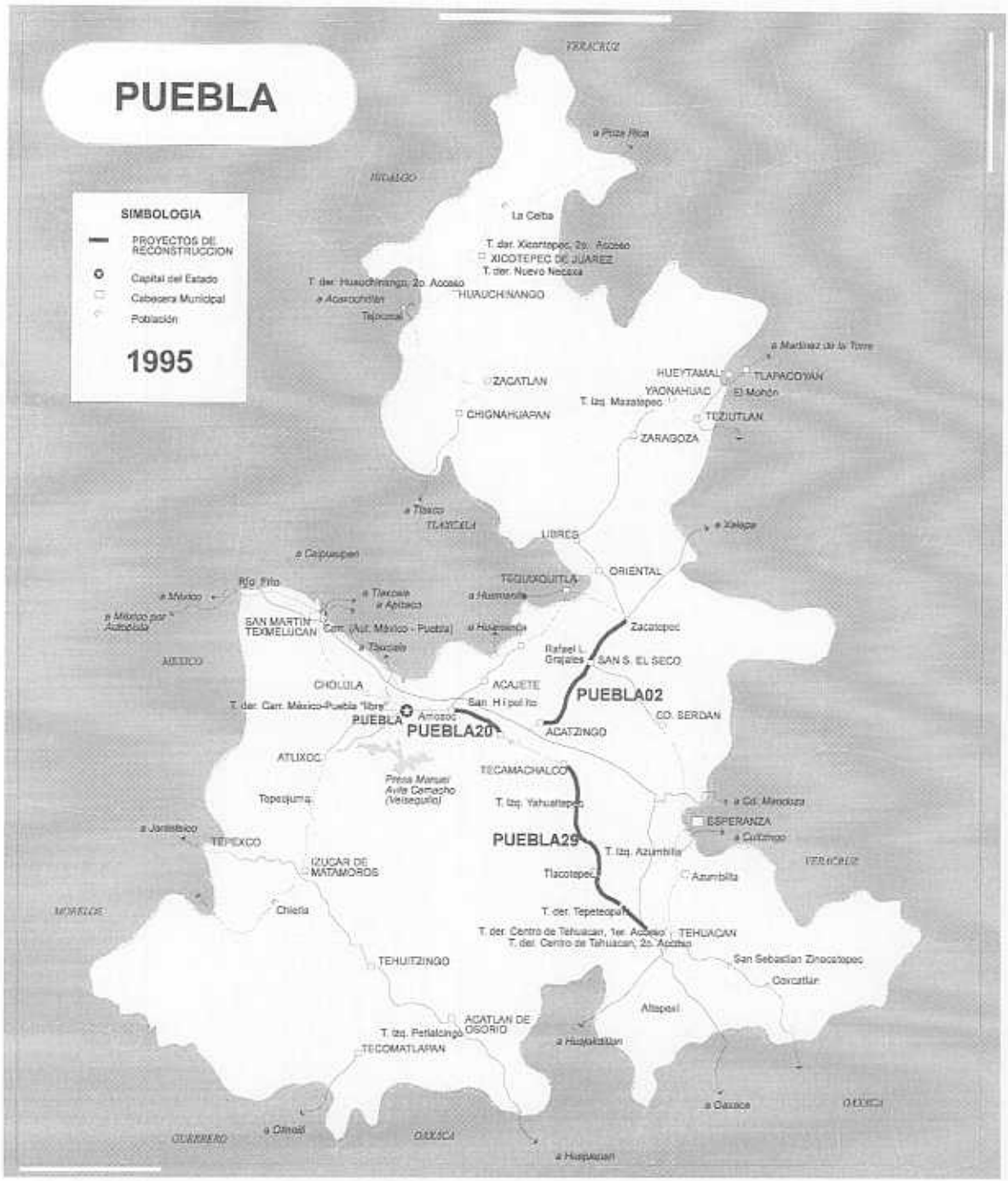


FIGURA 4.2 Proyectos de Reconstrucción Resultados del SIMAP.

5. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

Con base en la experiencia obtenida en Puebla se demuestra que el SIMAP es operable.

Para la aplicación del SIMAP se requiere de personal capacitado en el funcionamiento del sistema y con experiencia en las áreas de geotecnia y conservación de carreteras; equipo para determinar valor relativo de soporte en el lugar, equipo para medir deflexiones con Viga Benkelman, rugosímetro para medir el Indice de Rugosidad Internacional (IRI) o una brigada de 4 personas para determinar la Calificación de Servicio Actual (CSA), 2 ingenieros para levantamiento de daños y características geotécnicas y, finalmente, una computadora 486 o superior dotada de un coprocesador matemático que permita realizar el almacenamiento y análisis de la información.

A partir de la aplicación del SIMAP en el Estado de Puebla se observó que con el valor de rechazo ISA menor o igual a 2.5, la longitud resultante de carreteras a estudiar era muy limitada; por esta razón, se dejó abierto este valor con el fin de que cada entidad lo establezca conforme a la calidad de servicio de sus carreteras y a los recursos financieros disponibles.

5.2. Recomendaciones.

En la evaluación económica realizada, con un solo bloque de proyectos fue suficiente para analizar los 49 proyectos del caso de Puebla. Sin embargo, el sistema no tiene restricción en cuanto al número de bloques. Por lo que su aplicación a una red de mayor escala es factible. Sin embargo, sería deseable adaptar el sistema para que cada uno de los bloques del módulo económico admita un número suficiente de proyectos, de tal manera que pueda llegar a evaluarse en un solo bloque toda la red de la Entidad Federativa con mayor longitud de carreteras.

Sería recomendable emprender las siguientes acciones:

- Realizar cursos regionales para la capacitación del personal que quisiese aplicar el SIMAP en la red de su competencia.

- Aplicar el SIMAP en las diferentes entidades federativas de la red federal y estatal de carreteras con el Indice de Servicio Actual y las deflexiones obtenidas durante el año de 1996.

- Actualizar los documentos técnicos relacionados con el sistema que contengan las modificaciones hechas al SIMAP durante el programa piloto en la red de carreteras federales del Estado de Puebla.

- Trabajar sobre la inclusión del módulo geográfico del SIMAP.

- Trabajar sobre la inclusión al SIMAP de los resultados obtenidos con los equipos de impacto KUAB y DYNATEST, de tal manera que permita ingresar módulos elásticos o VRS y deflexiones obtenidas con estos equipos o con Viga Benkelman, como opciones.

- Medir el índice de rugosidad internacional (IRI) cada año en la red federal de carreteras, con la finalidad de tener mayor objetividad en los resultados del Sistema.

Referencias.

1. Rico R., Alfonso y Mendoza D., Alberto. *"Una Estrategia para la Conservación de la Red de Carreteras"*. Documento Técnico No. 11; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1995.

2. Rico R., Alfonso; Mendoza D., Alberto y Mayoral G., Emilio. *"Financial Mechanisms for Road Maintenance in Developing Nations"*. Transportation Research Record, No.1509; National Academy Press, Washington D.C., E.U.A.; pág. 81, 1995.

3. Arredondo O., Ricardo. *"La Importancia Económica de las Principales Carreteras como Criterio para Jerarquizar su Conservación"*; Tesis, para optar por el grado de Maestro en Sistemas de Transporte y Distribución de Carga. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México; 1993.

4. THAWAAT, Watanatada, *et al. "HDM-PC The Highway Design and Maintenence Standards Model, User's Manual for HDM-III Model"*. World Bank, Washington, D. C., E.U.A.; 1987.

5. Rico R., Alfonso, *et al. "Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos (SIMAP),. Primera Fase"*. Documento Técnico Núm. 3; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1993.

6. Backoff P., Miguel A. y García O., Gabriela; *"Módulo Geográfico del Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos (SIMAP)"*. Revista Investigación No. 5: Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México; pp 39-49, 1993.

7. Solorio M., Ricardo y Aguerrebere S., Roberto. *"Módulo Económico del Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos (SIMAP)"*. Documento Técnico Núm. 9; Instituto Mexicano del Transporte; Querétaro, México, 1993.

8. Aguerrebere S., Roberto y Durán H. Gandhi. *"Módulo Económico del Sistema Mexicano para la Administración de la Sección Estructural de las Carreteras, Bases Conceptuales"*. Publicación Técnica en Edición. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México; 1994.

19. Wells W., M.; Shain, R. E. Smith, and M. I. Darter. *"Implementing Pavement Management Systems, Do's and Dont's at the City/Country Level"*. Proceedings. North American Pavement Management Conference, Ontario Ministry of Transportation and Communication, Toronto, Canadá, 1992.

20. Smith, R. E. and K. M. Fallaha, *"Developing an Interface Between Network and Project Level Pms for Local Agencies"*. Transportation Research Board Meeting, Washington, D.C., E.U.A.,1992.

21. Hicks, R. G. and J. P. Mahoney, *"Collection and Use of Pavement Condition Data"*. NCHRP Synthesis 76, Transportation Research Board, Washington, D.C., E.U.A., 1981.

22. Epps, J. A. and C. L Monismith, *"Equipment for Obtaining Pavement Condition and Traffic Loading Data"*. NCHRP Synthesis 126; Transportation Research Board, Washington, D.C., E.U.A., 1986.

23. Lytton, R. L. *"From Ranking to True Optimation"*. Proceeding, North American Pavement Management Conferences; Ontario Ministry of Commmunication, Toronto, Canada 1985.

24. Liebman, J. S. *"Optimization Tools for Pavement Management"*. Proceeding North American Pavement Management Conferences. Ontario Ministry of Communication, Toronto, Canadá, 1985.

25. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *"Guide for Design of Pavement Structures"*. AASHTO, Washington, D.C., E.U.A., 1985.

26. National Stone Association. *"Flexible Pavement Design Guide for Roads and Streets"*. Fourth Edition; National Stone Association, Washington, D.C. (E.U.A.) 1985.

27. The Asphalt Institute. *"Thickness Design-Asphalt Pavements for Highways and Streets"*. Manual Series No.1; The Asphalt Institute, Lexington, K Y., E.U.A., 1991.

9. Rico R., Alfonso y Tellez G., Rodolfo. *"Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP). Manual del Usuario"*. Documento Técnico Núm. 5; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1990.

10. Rico R., Alfonso y Tellez G., Rodolfo. *"Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP), Manual Operativo de Campo"*. Documento Técnico Núm. 4; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1990.

11. Federal Highway Administration. *"Rehabilitation Guidelines for Low-Volume Roads Executive Summary"*. Report No. FHWA/ts-87-225; E.U.A., 1987.

12. Instituto Mexicano del Transporte (IMT). "*Seminario Binacional sobre Administración de la Conservación*"; Memorias del Seminario, IMT, Querétaro, México; 1995.

13. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *"Guidelines for Pavement Management Systems"*. Washington, D.C., E.U.A.; 1990.

14. Paterson D., E. *"Pavement Management Practices"*. Organization for Economic Cooperation and Development; Paris, Francia, 1987.

15. Federal Highway Administration. *"An Advanced Course in Pavement Management Systems"*. Washington, D.C., E.U.A., 1991.

16. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *"Pavement Management Systems"*. OECD, París, Francia, 1987.

17. Association Society of Civil Engineers (ASCE), "*Local Low Volume Roads and Streets*". Federal Highway Administration, Washington, D.C., E.U.A., 1992.

18. Haas, Ralph; Hudson, Ronald. and Zaniezski, John. *"Modern Pavement Management"*.Robert E. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida, E.U.A., 1994.

28. Packard, R. G. *"Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements"*. EB109.01P; Portland Cement Association, Skokie, IL., E.U.A., 1984.

29. American Concrete Pavement Association. *"Municipal Concrete Pavement Manual"*. Guide Specifications and Design Standards; ACPA, Arlington Heights, IL., E.U.A., 1986.

30. Eres Consultans, Inc. *"Techniques for Pavemnet Rehabilitation"*. Participant Manual, National Highway Institute; Federal Highway Administration, Washington, D.C., E.U.A., 1987.

31. Mler B, Francisco. *"Utilización del Sistema de Posicionamiento Global por Satélite para Inventario"*. 2do. Simposium sobre Informática y Carreteras, Asociación de Carreteras Técnicas, Madrid, España, 1991.

32. Dirección General de Servicios Técnicos. *"Datos Viales, 1996"*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Ciudad de México, México; 1997.

33. Mendoza D. Alberto y Reyes G. Gabriel. *"Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos que Circulan Sobre las Carreteras Nacionales: Impactos Económicos de la Reglamentación de Control de Pesos de 1993"*. Publicación Técnica No 51, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México,1994.

34. Castillo S. María, Mendoza D. Alberto y Gutiérrez H. José L. *"Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos que Circulan sobre las Carreteras Nacionales: Análisis Estadístico de la Información Recopilada en las Estaciones Instaladas en 1992 y 1993"*. Documento Técnico No. 17; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro; México. 1995.

35. Mendoza D. Alberto y Gutiérrez H. José L. *"Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos que Circulan Sobre las Carreteras Nacionales: Análisis Económicos de los Efectos del Peso de los Vehículos de Carga Autorizados en la Red Nacional de Carreteras"*. Publicación Técnica No. 52; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México. 1994.

36. Rico R. Alfonso, Mendoza D. Alberto, Mayoral G. Emilio y Durán H. Gandhi; *"Análisis Económico del Comportamiento de Secciones Estructurales de Carreteras en Diversas Circunstancias"*. Publicación Técnica No. 61, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México. 1995.

37. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. *"Información sobre la Estructura del Pavimento de los Distintos Tramos de la Red Carretera Federal en el Estado de Puebla"*. Centro SCT del Estado de Puebla, Puebla, México, 1996.

38. Hoffman M.S. and Thompson M.R. *"Mechanistic Interpretation of Nondestructive Pavement Testing Deflections"*. Transportation Engineering Serie No. 32, Ilinois Cooperative Higway and Transportation Research, Serie No. 190, University Ilinois at Urbana-Champaign, Ilinois, E.U.A.,1981.

39. Udin, W. *"Pavement Evaluation Based on Dynamic Deflection"*, PDDD-1, Versión 1.1. Owner's guide, Silver Spring, Maryland, USA, 1995.

40. Rico R. Alfonso, Tellez G. Rodolfo; Orozco M. Juan. *"Módulo Técnico del Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP versión 2.0). Manual del Usuario"*. Documento Técnico Núm. 15; Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1995.

ANEXO A

Calificación del Servicio Actual en los Tramos Considerados

CARRETERA: MEXICO - PUEBLA (LIBRE)
TRAMO: L.E. MEX/PUEBLA-PUEBLA

CODIGO	CSA
PST0010045.00	2.85
PST0010050.00	2.85
PST0010055.00	2.83
PST0010060.00	2.93
PST0010065.00	2.88
PST0010070.00	2.75
PST0010075.00	2.90
PST0010080.00	2.93
PST0010085.00	2.85
PST0010090.00	2.85
PST0010095.00	2.75
PST0010100.00	2.70
PST0010105.00	2.93

CARRETERA: APIZACO - TEJOCOTAL
TRAMO: L.E TLAX/PUEBLA - L.E PUE/HIDALGO

CODIGO	CSA
PST0011035.00	3.93
PST0011040.00	3.93
PST0011045.00	3.90
PST0011050.00	3.78
PST0011055.00	3.75
PST0011060.00	3.73
PST0011065.00	3.73
PST0011070.00	3.68
PST0011075.00	3.65
PST0011080.00	3.30
PST0011085.00	2.85
PST0011090.00	2.98
PST0011095.00	2.98
PST0011100.00	2.78
PST0011105.00	2.78
PST0011110.00	2.78

CARRETERA: TULANCINGO - TUXPAN
TRAMO: L.E HIDALGO/PUEBLA - L.E PUEBLA/VERACRUZ

CODIGO	CSA
PST0012083.00	4.00
PST0012088.00	3.98
PST0012093.00	3.95
PST0012098.00	3.93
PST0012103.00	3.85
PST0012108.00	3.83
PST0012113.00	3.80
PST0012118.00	3.78
PST0012123.00	3.90
PST0012128.00	3.90
PST0012133.00	3.77
PST0012138.00	3.88
PST0012143.00	3.77
PST0012148.00	3.83
PST0012153.00	3.83
PST0012158.00	3.83
PST0012163.00	3.85
PST0012168.00	3.85
PST0012173.00	3.93
PST0012178.00	3.85
PST0012183.00	3.68

CARRETERA: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - LA UNION
TRAMOP: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - LA UNION

CODIGO	CSA
PST0013000.00	3.43
PST0013005.00	3.45
PST0013010.00	3.43

CARRETERA: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - VEGAS DE SUCHIL
TRAMO: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - VEGAS DE SUCHIL

CODIGO	CSA
PST0014000.00	2.20

CARRETERA: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - VENUSTIANO CARRANZA
TRAMO: ENTR.TULANCINGO/TUXPAN - VENUSTIANO CARRANZA

CODIGO	CSA
PST0015000.00	2.18

CARRETERA: PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS
TRAMO: PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS

CODIGO	CSA
PST0017000.00	4.05
PST0017005.00	3.95
PST0017010.00	4.00
PST0017015.00	2.80
PST0017020.00	2.75
PST0017025.00	3.08
PST0017030.00	3.65
PST0017035.00	3.75
PST0017040.00	3.80
PST0017045.00	3.80
PST0017050.00	3.85
PST0017055.00	3.63
PST0017060.00	3.55
PST0017065.00	2.80

CARRETERA: IZUCAR DE MATAMOROS - L.E PUEBLA/OAXACA
TRAMO: IZUCAR DE MATAMOROS - L.E PUEBLA/OAXACA

CODIGO	CSA
PST0017070.00	2.68
PST0017075.00	2.70
PST0017080.00	2.70
PST0017085.00	2.73
PST0017090.00	2.68
PST0017095.00	2.70
PST0017100.00	2.53
PST0017105.00	2.55
PST0017110.00	2.60
PST0017115.00	2.70
PST0017120.00	2.83
PST0017125.00	2.90
PST0017130.00	2.85
PST0017135.00	2.83
PST0017140.00	2.85
PST0017145.00	2.80
PST0017150.00	2.70
PST0017155.00	2.90
PST0017160.00	3.08
PST0017165.00	3.08
PST0017170.00	3.03
PST0017175.00	3.03
PST0017180.00	2.95
PST0017185.00	2.88
PST0017190.00	2.80
PST0017195.00	2.83
PST0017200.00	2.80

CARRETERA: SANTA BARBARA - IZUCAR DE MATAMOROS
TRAMO: L.E MORELOS/PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS

CODIGO	CSA
PST0018103.00	3.25
PST0018108.00	3.30
PST0018113.00	3.38
PST0018118.00	3.13
PST0018123.00	3.40
PST0018128.00	3.03
PST0018133.00	2.93

CARRETERA: TECOMATLAN - TULANCINGO
TRAMO: TECOMATLAN - L.E PUEBLA/GUERRERO

CODIGO	CSA
PST0019023.50	2.93
PST0019028.50	2.90
PST0019033.50	2.85
PST0019038.50	2.93

CARRETERA: AMOZOC - TEZIUTLAN
TRAMO: AMOZOC - L.E PUEBLA/TLAXCALA

CODIGO	CSA
PST0020000.00	3.35
PST0020005.00	3.35
PST0020010.00	3.33
PST0020015.00	3.28
PST0020020.00	3.40
PST0020025.00	3.33
PST0020030.00	3.35
PST0020035.00	3.33
PST0020040.00	3.30
PST0020045.00	3.33
PST0020050.00	3.33
PST0020055.00	3.28

CARRETERA: AMOZOC - TEZIUTLAN
TRAMO: L.E TLAXCALA/PUEBLA - TEZIUTLAN

CODIGO	CSA
PST0020060.00	3.33
PST0020065.00	3.40
PST0020070.00	3.20
PST0020075.00	3.15
PST0020080.00	3.18
PST0020085.00	3.23
PST0020090.00	3.13
PST0020095.00	2.93
PST0020100.00	2.90
PST0020105.00	3.05
PST0020110.00	3.15
PST0020115.00	2.88
PST0020120.00	2.93
PST0020125.00	3.00
PST0020130.00	2.85
PST0020135.00	3.10
PST0020140.00	3.05
PST0020145.00	2.65
PST0020150.00	2.88
PST0020155.00	2.80
PST0020160.00	2.83
PST0020165.00	2.73

CARRETERA: RAMAL EL MOHON - HUEYTAMALCO
TRAMO: RAMAL EL MOHON - HUEYTAMALCO

CODIGO	CSA
PST0021000.00	2.90
PST0021005.00	3.00

CARRETERA: SAN HIPOLITO - ORIENTAL
TRAMO: ZACATEPEC - ORIENTAL

CODIGO	CSA
PST0022000.00	2.95
PST0022005.00	3.03
PST0022010.00	3.00
PST0022015.00	3.05

CARRETERA: LOS REYES - ZACATEPEC
TRAMO: EL CARMEN - ZACATEPEC

CODIGO	CSA
PST0023000.00	2.98
PST0023005.00	2.95

CARRETERA: TEZIUTLAN - NAUTLA
TRAMO: TEZIUTLAN - L.E PUEBLA/VERACRUZ

CODIGO	CSA
PST0024000.00	2.75
PST0024005.00	2.78
PST0024010.00	2.80
PST0024015.00	2.75
PST0024020.00	2.75

CARRETERA: TEZIUTLAN - PEROTE
TRAMO: TEZIUTLAN - PEROTE

CODIGO	CSA
PST0026000.00	3.43
PST0026005.00	3.38
PST0026010.00	3.48

CARRETERA: SAN HIPOLITO - XALAPA
TRAMO: ZACATEPEC - L.E PUEBLA/VERACRUZ

CODIGO	CSA
PST0027055.00	3.63
PST0027060.00	3.70
PST0027065.00	3.63
PST0027070.00	3.70
PST0027075.00	3.73
PST0027080.00	3.70

CARRETERA: PUEBLA - TLAXCALA
TRAMO: PUEBLA - L.E PUEBLA/TLAXCALA

CODIGO	CSA
PST0028002.50	2.50
PST0028007.50	3.05

CARRETERA: PUEBLA - SANTA ANA CHIAUNTEMPAN/TLAXCALA
TRAMO: PUEBLA - L.E PUEBLA/TLAXCALA

CODIGO	CSA
PST0029000.00	3.48

CARRETERA: SAN MARTIN TEXMELUCAN - TLAXCALA
TRAMO: SAN MARTIN TEXMELUCAN - L.E PUEBLA/TLAXCALA

CODIGO	CSA
PST0030000.00	2.73

CARRETERA: MEXICO - PUEBLA
TRAMO: CHOLULA - ACATEPEC

CODIGO	CSA
PST0031000.00	2.75
PST0031005.00	2.73

CARRETERA: PUEBLA -TEHUACAN
TRAMO: PUEBLA -TEHUACAN

CODIGO	CSA
PST0032000.00	2.53
PST0032005.00	2.60
PST0032010.00	2.68
PST0032015.00	2.68
PST0032020.00	2.63
PST0032025.00	2.55
PST0032030.00	2.53
PST0032035.00	2.58
PST0032040.00	2.55
PST0032045.00	2.55
PST0032050.00	2.63
PST0032055.00	2.58
PST0032060.00	2.75
PST0032065.00	2.75
PST0032070.00	2.68
PST0032075.00	2.73
PST0032080.00	2.78
PST0032085.00	2.80
PST0032090.00	2.88
PST0032095.00	2.73
PST0032100.00	2.85
PST0032105.00	2.85
PST0032110.00	3.03
PST0032115.00	2.95

CARRETERA: TEHUACAN - HUAJUAPAN DE LEON
TRAMO: TEHUACAN - L.E PUEBLA/OAXACA

CODIGO	CSA
PST0033000.00	2.63
PST0033005.00	2.78
PST0033010.00	2.65
PST0033015.00	2.60
PST0033020.00	2.58
PST0033025.00	2.45
PST0033030.00	2.43
PST0033035.00	2.55
PST0033040.00	2.48
PST0033045.00	2.28
PST0033050.00	2.13
PST0033055.00	2.23

CARRETERA: TEHUACAN-CORDOBA
TRAMO: TEHUACAN - L.E PUEBLA/VERACRUZ+B433

CODIGO	CSA
PST0034000.00	2.73
PST0034005.00	2.43
PST0034010.00	2.25
PST0034015.00	2.40
PST0034020.00	2.60
PST0034025.00	2.63

CARRETERA: SAN HIPOLITO -XALAPA
TRAMO: SAN HIPOLITO -ZACATEPEC

CODIGO	CSA
PST0035000.00	2.33
PST0035005.00	2.58
PST0035010.00	2.75
PST0035015.00	2.70
PST0035020.00	2.65
PST0035025.00	2.80
PST0035030.00	2.70
PST0035035.00	2.68
PST0035040.00	2.70
PST0035045.00	2.75
PST0035050.00	2.68

CARRETERA: SAN SALVADOR EL SECO-AZUMBILLA
TRAMO: SAN SALVADOR EL SECO-CRUCE AUTOP. PUEBLA/CORDOBA

CODIGO	CSA
PST0036000.00	2.45
PST0036005.00	2.58
PST0036010.00	2.63
PST0036015.00	2.83
PST0036020.00	2.75
PST0036025.00	2.70
PST0036030.00	2.50
PST0036035.00	2.10
PST0036040.00	2.40
PST0036045.00	2.53

CARRETERA: SAN SALVADOR EL SECO - AZUMBILLA
TRAMO:CRUCE AUTOPISTA PUEBLA/CORDOBA-AZUMBILLA

CODIGO	CSA
PST0036050.00	2.25
PST0036055.00	2.38
PST0036060.00	2.70
PST0036065.00	2.75
PST0036070.00	2.85

ANEXO B

Inventario de Deterioros

CARRETERA: MEXICO - PUEBLA (LIBRE).

TRAMO: LIMITE DE ESTADOS MEXICO / PUEBLA - PUEBLA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0010	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
045.00	2.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
050.00	2.85	0	0		2	B	1	0	B	0	0		35	D	24	D	6	B	12	B	1	0	B
055.00	2.83	0	0		0		0	0		0	0		0		24	C	0		17	C	15	0	C
060.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	2.88	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
070.00	2.75	3	30	D	1	C	0	0		0	0		5	C	12	C	3	C	13	C	4	0	C
075.00	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
080.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
085.00	2.85	3	10	B	1	D	3	10	B	1	10	C	13	C	1		12	C	5	C	0	0	
090.00	2.85	0	20	C	0	A	0	0		0	0		4	B	5	B	2	B	9	B	4	0	C
095.00	2.75	4	20	C	1	B	1	10	B	1	10	B	10	B	0		9	E	14	C	4	0	C
100.00	2.70	2	10	B	0		0	0		2	20	C	20	B	0	B	2	D	16	C	7	0	B
105.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: APIZACO TEJOCOTAL.

TRAMO: LIMITE DE ESTADOS TLAXCALA / PUEBLA -LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / HIDALGO.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0011	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
035.00	3.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
040.00	3.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
045.00	3.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
050.00	3.78	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
055.00	3.75	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
060.00	3.73	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	3.73	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
070.00	3.68	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
075.00	3.65	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
080.00	3.30	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
085.00	2.85	57	19	B	8	C	0	0		0	0		5	C	14	B	5	B	0		10	25	B
090.00	2.98	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
095.00	2.98	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
100.00	2.78	54	19	B	8	C	0	0		0	0		0		0		0		0		11	65	C
105.00	2.78	40	16	A	7	C	0	0		0	0		5	C	0		0		0		6	64	C
110.00	2.78	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: TULANCINGO - TUXPAN.

TRAMO: LIMITE DE ESTADOS HIDALGO / PUEBLA -LIMITE DE ESTADOS PUEBLA /VERACRUZ.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0012	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
083.00	4.00	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
088.00	3.98	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
093.00	3.95	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
098.00	3.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
103.00	3.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
108.00	3.83	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
113.00	3.80	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
118.00	3.78	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
123.00	3.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
128.00	3.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
133.00	3.77	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
138.00	3.88	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
143.00	3.77	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
148.00	3.83	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
153.00	3.83	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
158.00	3.83	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
163.00	3.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
168.00	3.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
173.00	3.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
178.00	3.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
183.00	3.68	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - LA UNION.

TRAMO: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - LA UNION.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0013	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	3.43	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	3.45	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
010.00	3.43	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - VEGAS DE SUCHIL.
TRAMO: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - VEGAS DE SUCHIL.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0014	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.20	0	0		6	D	38	12	D	0	0		95	E	0		0		0		0	0	

CARRETERA: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - VENUSTIANO CARRANZA.
TRAMO: ENTRONQUE TULANCINGO / TUXPAN - VENUSTIANO CARRANZA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0015	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.18	17	42	C	49	C	30	5	C	0	0		66	C	0		11	D	0		68	46	D

CARRETERA: PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS.
TRAMO: PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0017	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	4.05	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	3.95	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
010.00	4.00	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
015.00	2.60	35	2	C	3	A	18	1	C	6	1	C	10	C	0		50	D	0		0	0	
020.00	2.75	9	2	A	10	B	0	0		9	2	C	21	B	1	B	53	C	0		9	0	C
025.00	3.08	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
030.00	3.65	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
035.00	3.75	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
040.00	3.80	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
045.00	3.80	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
050.00	3.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
055.00	3.63	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
060.00	3.55	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	2.80	3	3	B	3	B	3	0	C	15	2	C	10	B	0		26	D	0		0	0	

CARRETERA: IZUCAR DE MATAMOROS - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / OAXACA.
TRAMO: IZUCAR DE MATAMOROS - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / OAXACA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0017	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
070.00	2.68	7	3	C	2	B	1	0	B	0	0		1	B	1	A	47	C	23	C	12	4	C
075.00	2.70	5	3	B	7	C	11	2	B	4	2	B	12	C	4	B	23	C	16	B	30	0	B
080.00	2.70	0	0		2	A	1	3	A	1	3	A	0		8	A	2	A	8	B	1	0	B
085.00	2.73	2	2	B	2	B	5	2	B	1	1	B	23	C	1	B	15	B	3	B	1	0	B
090.00	2.68	1	2	B	2	B	4	2	B	0	0		13	C	1	A	7	A	2	A	0	0	
095.00	2.70	0	0		1	A	1	4	B	0	0		1	A	5	A	0		3	A	0	0	
100.00	2.53	0	0		8	C	1	1	C	1	4	C	3	C	0		1	D	0		3	0	C
105.00	2.55	2	3	B	2	C	9	5	C	5	3	C	8	C	0		20	C	0		0	0	
110.00	2.60	3	3	C	7	D	6	3	D	5	3	C	1	C	0		8	D	1	C	2	0	C
115.00	2.70	2	0		0		8	10	D	9	10	C	18	D	2		7	D	4	B	3	0	B
120.00	2.83	1	20	B	14	E	10	20	D	6	20	E	22	D	2	C	35	E	0		0	0	
125.00	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
130.00	2.85	2	20	C	4	C	2	20	C	0	0		15	C	3	C	7	D	0		0	0	
135.00	2.83	0	0		2	C	0	0		0	0		16	C	5	B	8	B	9	A	2	0	A
140.00	2.85	0	0		0		0	0		0	0		1	B	10	A	11	C	15	B	1	0	A
145.00	2.80	0	0		0		3	2	C	1	1	C	34	C	1	B	7	B	7	B	1	0	B
150.00	2.70	0	0		1	B	1	0	B	0	0		6	B	0		0		3	B	0	0	
155.00	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
160.00	3.08	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
165.00	3.09	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
170.00	3.03	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
175.00	3.03	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
180.00	2.95	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
185.00	2.88	3	2	C	1	D	2	2	C	0	0		20	D	10	C	0		0		0	0	
190.00	2.80	1	2	C	1	D	1	2	C	0	0		7	C	5	B	0		1	A	1	0	A
195.00	2.83	1	5	B	0		1	3	C	1	0	B	1	A	30	B	2	B	1	C	2	0	C
200.00	2.80	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: SANTA BARBARA - IZUCAR DE MATAMOROS.
TRAMO: LIMITE DE ESTADOS MORELOS / PUEBLA - IZUCAR DE MATAMOROS.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0018	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
103.00	3.25	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
108.00	3.30	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
113.00	3.38	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
118.00	3.13	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
123.00	3.40	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
128.00	3.03	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
133.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: TECOMATLAN - TULANCINGO.
TRAMO: TECOMATLAN - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / GUERRERO.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0019	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
023.50	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
028.50	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
033.50	2.85	0	0		0		0	0		0	0		49	C	5	B	0		0		0	0	
038.50	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: AMOZOC - TEZUITLAN.
TRAMO: LIMITE DE ESTADOS TLAXCALA / PUEBLA - TEZUITLAN.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0020	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
060.00	3.33	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	3.40	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
070.00	3.20	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
075.00	3.15	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
080.00	3.18	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
085.00	3.23	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
090.00	3.13	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
095.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
100.00	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
105.00	3.05	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
110.00	3.15	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
115.00	2.88	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
120.00	2.93	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
125.00	3.00	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
130.00	2.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
135.00	3.10	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
140.00	3.05	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
145.00	2.65	80	20	C	1	C	0	0		0	0		2	C	0	C	80	D	70	C	0	0	
150.00	2.68	80	13	B	1	C	0	0		1	0	D	3	D	0	C	65	D	60	C	0	0	
155.00	2.80	85	10	B	2	C	0	0		1	10	D	7	D	0	C	93	D	35	C	0	0	
160.00	2.83	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
165.00	2.73	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: RAMAL EL MOHON HUEYTAMALCO.
TRAMO: RAMAL EL MOHON - HUEYTAMALCO.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0021	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.90	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	3.00	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: SAN HIPOLITO - ORIENTAL.
TRAMO: ZACATEPEC - EL CARMEN.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0022	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.95	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	3.03	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
010.00	3.00	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
015.00	3.05	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: LOS REYES - ZACATEPEC.
TRAMO: EL CARMEN - ZACATEPEC.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0023	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.98	80	5	B	0		0	0		0	0		30	C	35	B	50	B	25	C	0	0	

CARRETERA: TEZUITLAN - NAUTLA.
TRAMO: TEZUITLAN - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / VERACRUZ.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0024	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.75	80	15	B	1	C	0	0		0	0		2	C	5	C	15	C	25	C	0	0	
005.00	2.78	75	15	B	1	C	0	0		0	0		30	C	1	C	40	C	20	C	0	0	
010.00	2.80	65	20	C	2	C	0	0		0	0		16	C	5	C	15	C	15	C	0	0	
015.00	2.75	80	15	B	1	C	0	0		0	0		20	C	4	C	35	C	20	C	0	0	
020.00	2.75	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: TEZUITLAN - PEROTE.
TRAMO: TEZUITLAN - PEROTE.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0026	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	3.43	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	3.38	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
010.00	3.48	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: SAN HIPOLITO - XALAPA.
TRAMO: ZACATEPEC - ORIENTAL.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0027	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
055.00	3.63	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
060.00	3.70	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	3.63	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
070.00	3.70	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
075.00	3.73	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
080.00	3.70	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: PUEBLA - TLAXCALA.
TRAMO: PUEBLA - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / TLAXCALA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0028	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
002.50	2.50	55	24	B	30	C	32	16	C	30	15	D	53	C	26	B	43	D	0		30	50	C
007.50	3.05	55	24	B	30	C	32	16	C	30	15	D	53	C	26	B	43	D	0		30	50	C

CARRETERA: PUEBLA - SANTA ANA CHIAUTEMPAN / TLAXCALA.
TRAMO: PUEBLA - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / TLAXCALA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0029	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	3.48	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: PUEBLA - SAN MARTIN TEXMELUCAN - TLAXCALA.
TRAMO: SAN MARTIN TEXMELUCAN - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / TLAXCALA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0030	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.73	90	20	B	0		0	0		0	0		0		60	B	0		0		0	0	

CARRETERA: MEXICO - PUEBLA.
TRAMO: CHOLULA - ACATEPEC.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0031	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.75	10	15	A	0		7	20	A	0	0		85	B	0		15	C	0		10	52	B
005.00	2.73	0	0		0		0	0		0	0		68	A	0		0		0		5	80	D

CARRETERA: PUEBLA - TEHUACAN.
TRAMO: PUEBLA - TEHUACAN.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0032	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.53	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	2.60	62	41	B	0		27	10	C	13	10	B	0		0		12	C	0		6	80	C
010.00	2.68	36	24	B	0		17	12	C	22	12	C	20	C	0		20	D	0		13	50	D
015.00	2.68	59	21	B	0		70	10	B	70	10	B	10	C	0		21	D	0		11	58	D
020.00	2.63	79	24	B	0		0	0		0	0		6	C	0		12	D	0		5	65	D
025.00	2.55	84	24	B	5	B	0	0		0	0		10	B	0		17	D	0		7	38	D
030.00	2.53	57	24	C	0		0	0		0	0		11	C	0		12	D	0		8	40	C
035.00	2.58	50	29	C	0		10	10	B	10	10	B	7	C	0		15	D	0		11	40	C
040.00	2.55	76	30	B	0		40	5	C	40	5	C	6	C	11	C	10	C	0		11	39	C
045.00	2.55	80	31	C	0		10	9	C	10	9	C	0		10	B	13	D	0		10	30	C
050.00	2.63	95	37	D	0		12	10	C	12	10	C	27	B	15	C	11	C	0		10	57	C
055.00	2.58	63	40	C	5	B	15	10	B	15	10	B	15	A	10	C	16	C	0		9	45	C
060.00	2.75	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
065.00	2.75	0	0		0		13	5	B	13	5	B	10	C	0		12	C	0		0	0	
070.00	2.68	27	19	B	0		10	10	B	17	9	B	7	B	0		9	C	0		5	60	C
075.00	2.73	30	21	C	0		0	0		0	0		0		15	C	10	C	0		10	30	C
080.00	2.78	14	21	B	0		0	0		0	0		0		0		5	C	0		5	30	B
085.00	2.80	17	16	B	0		7	10	B	15	10	B	17	B	5	B	10	C	0		5	30	C
090.00	2.88	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
095.00	2.73	46	19	B	0		10	10	B	10	10	B	0		0		5	C	0		15	35	C
100.00	2.85	23	22	B	0		0	0		0	0		10	B	0		0		0		5	30	B
105.00	2.85	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
110.00	3.03	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
115.00	2.95	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	

CARRETERA: TEHUACAN - HUAJUAPAN DE LEON.
TRAMO: TEHUACAN - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / OAXACA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0033	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.63	0	0		0		0	0		0	0		0		0		0		0		0	0	
005.00	2.78	4	0	A	12	B	4	2	B	0	0		61	B	0		1	B	33	B	6	30	A
010.00	2.65	1	0	A	7		5	2	A	1	1	A	50	A	9	A	0		6	A	8	20	B
015.00	2.60	0	0		6	B	11	3	A	3	3	B	44	A	3	B	1	B	17	A	10	20	A
020.00	2.58	1	50	A	20	A	32	3	A	1	1	A	15	A	0		11	A	2	A	8	10	B
025.00	2.45	0	0		54	B	61	5	B	11	2	A	32	B	3	A	15	B	2	A	5	0	A
030.00	2.43	0	0		47	C	57	5	B	1	3	A	30	B	1	A	11	A	2	A	13	20	B
035.00	2.55	0	0		19	B	49	4	B	3	2	A	25	A	0		0		0		13	20	B
040.00	2.48	0	0		21	A	69	4	B	15	2	B	22	A	1	B	4	B	16	A	18	30	B
045.00	2.28	0	0		26	A	59	5	B	14	3	C	28	A	5	B	3	B	10	A	2	20	A
050.00	2.13	1	20	A	36	C	39	5	C	0	0		74	C	0		7	A	6	A	7	250	A
055.00	2.23	1	20	A	4	C	24	0	B	0	0		16	B	7	C	0		2	C	11	600	B

CARRETERA: TEHUACAN - CORDOBA.
TRAMO: TEHUACAN - LIMITE DE ESTADOS PUEBLA / VERACRUZ.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0034	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.73	36	3	B	0		32	1	A	6	1	B	51	B	0		43	B	88	B	17	40	A
005.00	2.43	36	2	B	17	B	19	1	B	0	0		4	B	13	B	66	C	32	C	4	50	B
010.00	2.25	19	2	A	13	B	9	1	C	4	1	B	75	C	1	A	76	C	13	B	5	2	B
015.00	2.40	16	0	A	6	B	9	1	B	2	1	A	70	C	20	C	51	C	22	C	4	0	A
020.00	2.60	0	0		3	A	3	1	A	0	0		70	B	23	A	11	B	43	B	1	0	A
025.00	2.63	0	0		0		20	0	A	0	0		7	B	80	B	0		38	B	6	0	A

CARRETERA: SAN HIPOLITO - XALAPA.
TRAMO: SAN HIPOLITO - ZACATEPEC.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0035	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.33	90	7	A	1	B	0	0		0	0		3	B	1	B	95	D	90	B	0	0	
005.00	2.58	90	5	A	0		0	0		0	0		1	A	40	B	4	B	70	B	0	0	
010.00	2.75	75	4	B	0		0	0		0	0		1	B	15	B	25	B	80	B	0	0	
015.00	2.70	50	5	A	0		0	0		0	0		1	B	20	B	60	B	40	B	0	0	
020.00	2.65	75	15	B	1	C	0	0		0	0		1	B	30	B	60	B	35	C	0	0	
025.00	2.80	60	18	B	0		0	0		0	0		0		60	C	5	B	60	C	0	0	
030.00	2.70	70	15	B	1	C	0	0		0	0		2	B	10	B	40	C	40	C	0	0	
035.00	2.68	80	20	B	1	B	0	0		7	1	B	1	C	30	C	20	B	60	C	0	0	
040.00	2.70	80	15	B	0		0	0		8	1	B	1	B	45	B	35	B	55	C	0	0	
045.00	2.75	80	15	B	0		0	0		0	0		1	B	40	B	35	B	50	C	0	0	
050.00	2.68	70	13	B	0		0	0		0	0		2	C	30	B	40	C	50	C	0	0	

CARRETERA: SAN SALVADOR EL SECO - AZUMBILLA.
TRAMO: SAN SALVADOR EL SECO - CRUCE AUTOPISTA PUEBLA / CORDOBA.

CODIGO		RODERAS		BACHES			GRIETAS LONGITUDINALES			GRIETAS TRANSVERSALES			DESPREN-DIMIENTO		ASFALTO AFLORADO		PIEL DE COCODRILO		PULIDO DE SUPERFICIE		DEPRESIONES		
PST 0036	CSA	(%)	PROFUN-DIDAD	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	SEVE-RIDAD	(%)	ABER-TURA	SEVE-RIDAD
000.00	2.45	0	0		1	B	0	0		0	0		54	A	47	B	0		12	B	1	5	B
005.00	2.58	0	0		4	A	0	0		0	0		58	A	66	B	0		10	A	11	5	B
010.00	2.63	0	0		7	A	0	0		0	0		55	A	52	B	4	A	5	A	0	0	
015.00	2.83	0	0		10	A	0	0		0	0		44	A	61	B	0		8	A	8	3	A
020.00	2.75	0	0		0		0	0		0	0		77	A	59	A	0		0		7	0	A
025.00	2.70	0	0		5	A	0	0		0	0		57	A	64	A	0	A	0		3	1	A
030.00	2.50	0	0		6	A	9	1	C	0	0		70	B	32	A	31	C	0		0	0	
035.00	2.10	5	2	A	30	A	41	1	B	12	0	B	33	B	10	A	61	C	16	B	18	5	B
040.00	2.40	0	0		18	A	2	1	A	0	0		63	A	0		21	A	1	B	2	3	A
045.00	2.53	0	0		2	A	33	0	A	4	1	A	47	B	1	A	17	B	2	A	0	0	
050.00	2.25	0	0		21	A	36	1	B	0	0		86	C	0		33	C	17	A	0	0	
055.00	2.38	0	0		24	A	5	1	B	0	0		88	B	11	C	49	A	12		0	0	
060.00	2.70	0	0		0		1	1	A	0	0		85	A	10	A	3	A	5	A	8	2	A
065.00	2.75	0	0		0		1	1	A	0	0		80	A	45	A	0		14	A	0	0	
070.00	2.85	0	0		0		0	0		0	0		71	B	35	A	0		0		0	0	

ANEXO C

Información de Deflexiones por Proyecto

PROYECTO 1

CODIGO PUE0001	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	55	61	62	41	45	51	72	45	36	41	82	62	57	50	93	82	79	92	56	73	63	49	50	82	90	40.7
005.00	51	56	75	39	51	57	69	50	41	34	70	68	69	55	101	75	90	85	68	68	57	53	54	76	92	40.7

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 2

CODIGO PUE0002	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
008.50	60	39	47	39	37	36	56	80	78	54	24	31	29	31	18	19	19	37	40	39	70	59	40	82	49	43.3
013.50	67	50	35	29	27	32	39	27	26	31	36	52	19	16	24	30	35	33	53	49	21	53	63	77	72	35.3
018.50	54	75	31	44	64	59	26	59	41	36	49	21	62	74	87	121	87	102	67	45	69	63	31	16	24	31
023.50	54	65	31	44	64	59	26	59	41	36	49	71	62	74	87	121	87	102	67	45	69	63	31	16	24	21.7
028.50	55	20	46	40	51	41	54	40	48	50	46	53	22	65	58	63	55	62	62	52	56	54	42	57	50	28
033.50	44	42	51	45	40	32	39	48	36	58	66	77	68	66	59	34	41	38	36	37	35	44	47	41	43	31.3
038.50	47	45	43	63	50	46	51	52	39	52	58	56	54	54	30	46	47	52	36	54	48	50	45	51	52	34.3
043.50	47	38	49	34	40	35	37	40	29	37	42	33	35	38	44	22	23	26	26	14	34	33	40	32	31	36
048.50	29	30	21	43	36	31	31	37	42	42	39	46	31	35	24	22	36	32	38	35	27	37	44	41	25	41.3
053.50	29	30	21	43	36	31	31	37	42	42	39	46	31	35	24	22	36	32	38	35	27	37	44	41	25	41.3

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 3

CODIGO PUE0003	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
055.00	16	17	31	30	32	37	42	27	19	32	32	47	35	34	52	22	34	25	27	34	41	32	45	27	32	43
060.00	34	26	35	27	62	48	34	31	30	28	43	30	41	43	25	15	17	14	11	16	17	17	20	18	16	41.7
065.00	17	16	22	20	25	20	12	16	15	16	15	14	34	19	24	16	15	16	21	16	18	23	13	29	21	32
070.00	28	23	26	31	27	17	22	29	17	25	24	32	23	35	15	17	31	29	9	26	25	33	17	19	26	36
075.00	11	16	16	19	17	12	10	8	19	11	24	24	19	16	24	22	24	20	16	14	22	20	16	19	27	34.3
080.00	21	8	14	18	11	10	22	26	18	11	8	16	12	16	29	9	13	15	25	19	20	27	17	11	19	34

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 4

CODIGO PUE0004	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
103.20	18	31	5	7	37	33	30	39	38	44	14	53	26	42	25	10	10	29	34	22	46	56	34	46	45	40
108.20	33	30	42	21	37	34	56	29	14	16	44	61	14	45	26	31	71	29	11	14	31	23	32	5	36	32
113.20	19	8	29	23	14	38	8	19	16	7	18	27	10	22	43	53	51	26	20	19	4	36	8	22	55	35
118.20	29	118	10	22	27	14	33	13	28	9	16	13	19	14	24	13	46	30	23	31	14	12	26	13	36	37
123.20	8	18	15	20	31	20	38	8	6	9	10	8	9	6	11	13	10	8	26	17	8	6	13	16	19	40
128.20	31	20	38	16	30	18	22	19	20	22	23	32	41	21	30	22	39	35	27	16	19	26	28	4	17	42
133.20	31	20	38	16	30	18	22	19	20	22	23	32	41	21	30	22	39	35	27	16	19	26	28	4	17	42

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 5

CODIGO PUE0005	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
034.80	16	35	65	61	95	70	95	85	95	90	1	0	10	40	70	45	70	66	87	70	102	130	126	90	75	25
039.80	42	45	92	51	75	69	68	80	82	66	63	52	52	56	68	65	62	60	61	46	63	70	55	55	58	30
044.80	50	50	44	60	45	42	35	20	50	49	9	14	22	22	45	14	12	8	25	10	18	11	30	22	49	37
049.80	58	68	27	35	21	0	25	22	100	34	20	71	80	16	18	19	26	16	18	28	29	46	22	54	30	35
054.80	66	0	60	77	65	72	65	68	43	66	49	50	72	40	87	25	56	18	13	6	18	40	46	45	48	31
059.80	41	39	48	62	40	72	75	29	56	60	36	29	54	58	65	37	46	45	46	60	32	52	66	72	70	31
064.80	37	25	55	20	40	76	31	39	66	71	51	73	58	75	56	42	39	49	44	50	36	40	35	68	67	34
069.80	70	44	30	63	120	45	60	59	76	58	66	58	31	43	60	74	75	61	33	26	0	30	93	60	33	27
074.80	55	37	48	41	48	18	23	0	37	56	20	43	64	63	13	18	26	0	36	15	25	16	14	25	26	30
079.80	30	14	30	48	45	36	41	50	25	0	50	16	74	29	24	0	30	44	33	58	49	0	38	23	40	20
084.80	20	32	40	32	26	31	33	32	45	46	33	42	58	30	44	36	63	29	35	70	18	35	48	20	46	21
089.80	49	54	47	40	44	51	40	66	45	52	66	44	47	42	35	65	60	70	69	47	56	58	65	58	75	18
094.80	55	30	50	90	50	35	62	62	50	30	62	50	60	20	40	30	15	36	65	40	26	30	20	16	42	15
099.80	37	32	36	25	30	27	38	44	42	57	45	50	67	57	44	43	62	57	0	59	46	63	46	50	54	15
104.80	37	32	36	25	30	27	38	44	42	57	45	50	67	57	44	43	62	57	0	59	46	63	46	50	54	16
109.80	55	55	61	50	60	60	59	45	58	42	59	62	66	50	50	52	65	63	56	68	46	67	46	56	46	16

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 6

CODIGO PUE0006	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
045.45	22	23	24	16	21	22	26	62	68	38	49	52	104	61	51	43	29	44	25	39	28	47	40	43	33	15
050.45	99	80	70	63	40	51	40	42	40	36	48	36	42	58	66	46	76	82	75	50	74	38	56	66	58	18
055.45	34	28	20	18	18	16	18	20	22	22	18	18	12	32	18	19	38	20	44	20	26	18	40	26	44	24
060.45	42	16	32	14	30	42	28	32	30	24	40	16	28	34	46	24	20	18	20	34	24	22	24	30	30	28
065.45	18	20	20	8	10	8	12	12	10	6	12	10	18	20	20	22	12	10	10	8	10	24	8	14	20	23
070.45	16	6	12	6	8	14	14	12	10	10	6	8	4	20	12	6	12	6	10	8	6	8	10	8	12	26

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 7

CODIGO PUE0007	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
074.30	15	13	9	26	13	29	15	43	33	36	29	16	25	30	19	36	12	21	18	16	21	23	16	10	13	20
079.30	68	116	56	32	106	9	26	28	34	14	68	18	50	26	35	68	69	36	35	49	30	41	27	37	31	25
084.30	16	38	16	29	9	24	9	46	22	21	21	16	22	16	12	21	5	16	6	10	8	8	8	30	9	28
089.30	25	17	34	27	20	12	31	18	23	17	16	15	28	22	18	35	27	42	27	16	16	27	43	29	47	31
094.30	22	28	26	28	34	38	39	18	23	38	37	24	36	25	16	13	18	7	7	7	13	20	10	14	15	35
099.30	10	23	6	8	5	5	5	6	6	6	5	6	11	7	3	6	7	4	5	6	13	6	12	12	15	32

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 8

CODIGO PUE0008	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
103.60	18	16	11	13	20	16	16	19	25	21	19	22	33	20	22	17	19	17	32	27	32	29	21	25	27	39
108.60	18	16	11	13	20	16	16	19	25	21	22	22	33	20	22	21	17	19	17	32	27	32	12	12	15	39

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 9

CODIGO PUE0009	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
082.90	27	50	40	20	62	52	40	30	46	40	35	42	45	35	10	48	38	33	16	42	40	46	35	30	25	28
087.90	30	38	18	62	42	48	25	50	40	28	35	40	35	32	36	30	42	25	20	40	40	30	20	50	25	25
092.90	35	45	35	30	27	24	50	30	35	36	32	25	50	32	25	15	30	42	26	25	15	23	20	28	25	25
097.90	40	45	30	45	25	25	25	44	10	36	45	35	35	30	20	25	34	37	35	35	25	30	10	35	48	24
102.90	24	10	20	5	15	5	10	10	5	5	6	5	10	5	10	4	3	5	20	12	0	6	6	5	20	24
107.90	25	30	35	5	40	25	25	30	20	20	25	15	10	25	15	20	10	25	10	25	15	10	10	5	20	23
112.90	5	15	20	25	30	20	20	25	15	15	15	30	30	15	20	8	23	20	20	30	20	10	10	10	33	24
117.90	12	7	5	10	20	5	15	10	10	10	22	20	32	15	32	18	16	30	32	10	30	9	15	19	10	28

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 10

CODIGO PUE0010	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
119.00	18	34	10	15	10	10	15	20	13	13	25	15	10	14	26	25	22	18	15	15	12	25	20	30	22	35
124.00	15	20	12	19	14	30	30	40	29	28	15	10	25	10	15	10	15	16	13	20	15	8	16	8	45	38
129.00	16	17	32	15	15	13	15	20	30	12	8	8	25	5	10	18	10	10	35	8	20	8	8	25	15	42
134.00	20	5	20	15	20	20	20	20	20	20	10	25	10	20	10	10	25	23	15	10	25	15	10	14	10	43
139.00	21	19	26	22	38	22	30	27	33	17	24	24	8	16	20	16	22	10	6	10	24	6	10	20	18	43
144.00	10	10	10	5	8	7	5	13	2	9	2	4	6	3	10	22	8	12	22	24	30	5	5	33	15	44
149.00	25	8	28	29	30	16	26	8	2	28	36	17	30	22	17	18	15	10	10	11	17	10	45	0	35	45
154.00	15	20	13	26	5	10	14	11	27	16	6	39	13	14	18	18	32	15	14	16	20	18	10	12	5	45
159.00	8	9	25	20	14	17	8	10	18	26	8	32	21	25	24	15	17	14	26	40	60	26	37	22	37	45
164.00	20	20	16	25	18	27	10	13	8	17	23	14	24	26	24	24	13	10	30	11	15	24	24	33	48	45
169.00	20	25	10	17	23	27	34	42	48	31	29	31	40	13	32	25	23	21	52	33	33	29	19	26	16	45
174.00	36	37	61	28	69	25	65	28	20	30	55	44	22	48	30	62	25	20	30	40	21	38	20	25	50	37
179.00	36	37	61	28	69	25	65	28	20	30	55	44	22	48	30	62	25	20	30	40	21	38	20	25	30	37
184.00	36	37	61	28	69	25	65	28	20	30	55	44	22	48	30	62	25	20	30	40	21	38	20	25	30	37

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 11

CODIGO PUE0011	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
177.90	37	38	32	48	42	33	34	43	30	46	40	25	30	45	36	46	36	38	33	37	29	30	44	27	33	27.7
182.90	22	36	35	15	32	33	38	24	43	36	34	27	20	27	36	28	42	41	44	42	49	30	36	35	39	30.7

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 12

CODIGO PUE0012	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
004.00	33	28	19	26	44	23	34	26	38	25	30	27	35	22	3	14	17	21	23	8	25	28	29	8	26	37
009.00	28	21	31	21	26	25	23	14	33	15	28	26	34	27	12	19	8	11	14	20	29	17	21	19	33	27

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 13

CODIGO PUE0013	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
012.10	5	11	25	11	26	14	21	20	27	17	43	23	38	24	22	18	28	19	34	24	32	18	30	15	35	37
017.10	21	13	31	33	29	27	30	43	41	35	49	22	48	21	45	26	36	32	40	36	39	40	40	37	53	37
022.10	21	13	31	33	29	27	30	43	41	35	49	22	48	21	45	26	36	32	40	36	39	40	40	37	53	37

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 14

CODIGO PUE0014	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
026.50	41	40	35	33	46	30	45	23	22	28	36	36	26	30	34	34	39	36	112	41	55	41	41	60	40	46
031.50	32	12	23	22	38	26	36	22	37	30	48	25	42	34	37	26	30	27	33	31	46	16	48	34	45	47
036.50	51	34	52	44	43	29	46	37	39	40	29	38	32	30	40	35	45	33	37	31	50	47	41	36	43	45
041.50	24	24	22	20	29	25	14	16	27	13	24	22	29	21	32	25	32	23	30	21	15	9	16	19	11	44
046.50	31	20	29	33	27	30	30	27	31	31	31	30	25	29	39	28	8	36	37	30	37	33	37	36	12	48
051.50	19	18	33	20	26	21	30	20	25	13	35	22	35	22	26	20	26	25	29	27	26	17	29	17	31	40
056.50	23	31	22	18	19	58	18	12	16	18	15	22	22	36	19	23	26	21	18	9	17	17	20	18	29	44
061.50	24	20	22	19	14	17	20	16	22	20	20	22	12	9	20	8	22	10	20	27	23	14	26	16	14	43
066.50	24	20	22	19	14	17	20	16	22	20	20	22	12	9	20	8	22	10	20	27	23	14	26	16	14	43

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 15

CODIGO PUE0015	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
067.50	29	26	33	32	29	24	37	13	40	43	34	32	42	34	40	35	27	25	37	35	43	34	37	32	11	45
072.50	29	38	62	47	75	54	73	13	89	40	67	7	66	51	106	29	64	50	33	9	47	57	47	58	88	44
077.50	41	16	26	23	28	4	36	12	45	36	30	28	39	48	43	18	13	14	50	31	25	50	56	61	45	44
082.50	23	26	33	18	39	25	33	26	34	31	32	27	24	13	22	12	16	21	10	21	16	11	19	14	11	44
087.50	24	30	22	27	27	30	22	43	29	25	46	40	23	41	30	43	77	35	33	46	28	19	41	42	28	45
092.50	31	51	27	38	39	20	37	61	57	51	59	46	34	35	48	23	23	42	13	34	11	18	18	18	33	48
097.50	24	28	41	43	45	38	25	37	26	43	59	53	35	31	47	27	42	35	23	32	20	12	14	19	16	51
102.50	29	48	32	11	30	16	21	42	42	36	52	23	34	31	40	49	58	34	23	31	26	22	45	42	48	53
107.50	14	27	27	27	18	31	12	5	25	31	16	10	58	40	33	25	54	8	7	4	27	26	41	16	18	50
112.50	13	8	4	22	13	9	49	24	14	30	14	19	25	8	25	23	30	39	21	25	25	16	15	22	25	47
117.50	13	8	4	22	13	9	49	24	14	30	14	19	25	8	25	23	30	39	21	25	25	16	15	22	25	47
122.50	14	19	23	18	14	21	41	12	75	28	27	65	25	21	36	24	24	19	27	22	21	10	34	15	21	42
127.50	14	19	23	18	14	21	41	12	75	28	27	65	25	21	36	24	24	19	27	22	21	10	34	15	21	42
132.50	34	29	22	27	16	32	20	23	16	23	27	17	28	22	20	18	28	32	19	23	31	33	21	33	8	42
137.50	24	16	11	78	15	12	14	10	15	49	29	23	23	29	35	19	26	16	14	31	26	9	29	4	20	42
142.50	15	11	13	7	9	13	10	13	15	26	15	9	27	15	15	10	23	21	16	9	20	5	31	19	40	40
147.50	36	39	17	13	40	13	56	32	59	22	25	18	59	55	97	10	33	16	18	23	21	36	10	17	40	40

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 16

CODIGO PUE0016	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
150.00	13	9	6	12	18	18	9	35	40	19	29	32	34	30	28	22	28	19	16	9	6	5	15	9	15	40
155.00	17	23	26	12	25	22	26	17	19	25	23	29	17	30	16	14	34	11	17	7	15	16	11	15	30	35
160.00	26	15	21	11	22	15	23	10	20	25	28	12	22	16	30	18	41	29	18	18	38	20	24	18	18	32
165.00	7	11	25	20	11	19	21	21	25	8	18	11	13	13	17	14	22	36	30	52	56	24	26	22	49	32
170.00	23	20	14	23	12	11	10	29	11	17	15	17	17	9	14	26	17	15	22	22	13	13	19	11	13	31
175.00	30	23	6	10	21	20	15	9	45	19	22	25	22	21	15	29	35	25	41	28	19	22	22	19	7	30
180.00	44	15	8	16	17	8	24	30	5	16	4	6	14	8	17	21	11	22	20	28	16	24	8	23	27	30
185.00	7	22	23	24	17	27	26	4	6	12	16	15	6	7	15	25	9	25	6	19	8	6	24	6	15	27
190.00	8	5	13	7	3	3	13	8	8	6	3	9	5	8	14	5	6	8	18	7	8	4	13	12	8	27
195.00	47	22	35	22	18	21	41	19	37	28	30	35	18	26	32	24	30	39	32	33	30	29	22	22	7	23
200.00	47	22	35	22	18	21	41	19	37	28	30	35	18	26	32	24	30	39	32	33	30	29	22	22	7	23

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 17

CODIGO PUE0017	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	35	43	46	43	54	51	56	49	46	46	45	26	50	55	49	42	43	33	37	40	50	40	45	42	51	28

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 18

CODIGO PUE0018	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
002.50	29	33	46	46	47	41	31	28	51	34	55	21	23	21	20	36	44	42	43	51	46	35	38	23	45	27
007.50	32	13	22	24	44	17	41	40	40	27	24	20	20	27	40	30	29	37	36	47	45	48	47	26	21	21

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 19

CODIGO PUE0019	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
004.70	24	21	8	5	9	12	8	38	12	4	6	9	11	7	8	9	17	13	26	23	23	22	21	9	11	29
009.70	24	21	8	5	9	12	8	38	12	4	6	9	11	7	8	9	17	13	26	23	23	22	21	9	11	29
014.70	24	21	8	5	9	12	8	38	12	4	6	9	11	7	8	9	17	13	26	23	23	22	21	9	11	29

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 20

CODIGO PUE0020	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
017.00	40	61	42	53	54	62	40	33	42	56	49	38	43	50	39	43	36	39	38	41	40	43	11	35	36	30
022.00	29	27	19	30	37	49	49	37	37	40	24	20	35	35	16	33	41	44	56	43	39	35	36	32	44	33
027.00	18	24	48	20	57	22	40	19	45	25	32	19	14	19	23	42	28	31	38	27	38	36	39	30	34	34
032.00	18	24	48	20	57	22	40	19	45	25	32	19	14	19	23	42	28	31	38	27	38	36	39	30	34	34
037.00	29	25	23	28	20	31	24	30	17	16	13	23	29	22	54	45	52	55	34	47	25	10	48	70	77	35

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 21

CODIGO PUE0021	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
055.00	41	29	19	13	17	25	19	12	11	11	16	23	11	24	13	25	8	46	21	22	10	39	17	44	17	37
060.00	21	13	11	13	19	29	15	23	15	33	25	27	19	36	17	26	18	32	17	19	10	19	11	17	17	35
065.00	27	19	38	27	23	25	27	24	39	25	30	19	12	20	12	15	16	18	19	18	22	16	19	13	28	34.3
070.00	27	25	20	25	24	28	29	30	30	38	37	44	33	22	28	23	21	27	45	25	21	29	29	35	29	29
075.00	32	20	36	28	34	24	14	36	24	26	27	27	27	27	21	25	25	25	18	24	34	22	31	28	29	28.3
080.00	32	32	38	24	32	16	29	33	32	30	38	28	35	34	50	34	30	17	20	24	31	27	29	28	30	35

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 22

CODIGO PUE0022	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	56	54	49	43	47	62	32	65	48	56	43	51	45	39	28	46	27	18	44	66	44	44	31	36	37	22

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 23

CODIGO PUE0023	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	34	8	17	43	46	45	44	31	32	40	42	33	38	27	26	28	34	44	39	33	46	38	37	61	62	31

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 24

CODIGO PUE0024	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	34	32	17	43	46	45	44	31	32	40	42	33	38	27	26	28	34	44	39	33	46	38	37	61	45	31

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 25

CODIGO PUE0027	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
040.20	40	15	33	30	33	30	25	17	32	37	22	18	26	22	25	29	26	24	26	24	26	21	37	27	25	35
045.20	40	15	33	30	33	30	25	17	32	37	22	18	26	22	25	29	26	24	26	24	26	21	37	27	25	35
050.20	24	28	18	19	18	24	27	21	16	16	16	17	26	21	26	32	33	35	28	33	21	35	43	31	27	35
055.20	24	28	18	19	18	24	27	21	16	16	16	17	26	21	26	32	33	35	28	33	21	35	43	31	27	35

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 26

CODIGO PUE0029	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
057.00	6	6	18	10	4	4	3	8	3	10	10	6	6	5	2	4	6	16	17	5	7	5	15	13	20	29
062.00	11	16	14	29	14	22	9	10	23	8	20	20	17	21	18	23	6	25	7	22	6	14	6	12	11	28
067.00	12	34	27	16	21	18	16	13	18	16	19	20	22	33	15	49	50	50	52	60	18	17	23	18	48	31
072.00	12	27	37	15	20	29	12	33	24	45	35	23	20	27	42	27	11	27	23	26	26	14	55	21	9	26
077.00	16	7	12	7	10	12	10	12	12	15	22	27	10	10	7	14	20	11	9	13	13	14	24	15	16	33
082.00	28	21	16	10	20	19	12	10	14	15	15	23	17	14	29	25	30	26	29	36	29	20	23	13	11	33
087.00	22	26	26	19	23	33	29	28	24	30	37	25	42	39	54	35	47	40	39	45	42	33	28	28	43	35
092.00	21	19	24	26	35	10	27	26	27	10	28	14	26	21	27	19	31	19	15	19	21	25	17	15	12	38
097.00	23	10	17	15	15	17	21	19	18	17	18	18	17	22	19	19	20	19	17	20	18	19	18	17	21	38
102.00	16	20	17	21	13	23	12	19	16	34	18	25	20	19	21	21	17	25	10	18	19	21	22	18	29	40
107.00	22	29	21	21	28	25	28	24	23	27	21	26	22	25	22	24	23	29	15	20	20	21	16	21	19	38
112.00	19	20	19	27	24	24	24	30	19	25	22	25	32	32	27	26	31	24	28	20	29	27	28	24	23	40
117.00	19	20	19	27	24	24	24	30	19	25	22	25	32	32	27	26	31	24	28	20	29	27	28	24	23	40

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 27

CODIGO PUE0030	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	58	71	42	46	49	60	56	50	41	55	68	31	38	56	51	20	57	38	34	37	54	63	76	56	60	40
005.00	13	21	12	25	11	39	40	59	52	30	12	12	55	26	32	21	44	10	12	8	16	7	26	24	11	38

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 28

CODIGO PUE0031	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	10	20	19	18	21	45	15	45	81	59	54	56	79	52	60	65	48	46	47	39	38	50	40	47	52	34

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 29

CODIGO PUE0032	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
109.70	51	33	42	30	48	46	52	50	60	34	38	36	30	32	20	32	42	0	36	34	34	42	22	38	44	40

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 30

CODIGO PUE0033	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
004.90	18	20	18	26	16	24	20	25	20	27	18	23	19	30	12	31	20	25	26	26	25	16	24	19	25	28
009.90	12	15	8	17	10	15	18	9	11	9	11	13	16	20	15	21	20	22	20	18	17	25	21	30	35	28
014.90	21	25	24	16	25	10	27	18	24	22	32	28	27	18	22	26	28	16	22	20	25	14	26	18	28	30
019.90	11	13	10	13	15	9	32	34	33	17	19	20	21	17	10	18	15	9	9	23	37	31	24	25	15	31
024.90	12	15	17	13	11	16	20	13	10	16	21	32	26	25	22	15	21	14	11	18	23	30	19	26	18	33
029.90	16	25	25	21	18	19	17	16	18	15	23	18	23	16	18	25	21	26	19	15	19	21	25	18	22	21
034.90	14	14	15	12	10	17	18	16	21	23	16	15	14	21	16	17	17	16	21	27	27	31	14	30	16	21
039.90	14	20	25	35	32	41	37	38	35	37	33	18	19	29	28	28	27	28	30	31	41	25	31	38	31	24
044.90	26	40	26	30	25	33	37	40	34	45	43	41	45	21	25	34	34	35	29	18	23	15	40	32	39	26
049.90	24	25	29	30	26	26	28	38	25	40	29	41	33	18	20	40	31	43	32	48	31	29	44	28	48	30
054.90	24	25	29	30	26	26	18	38	25	40	29	41	33	18	20	40	31	43	32	48	31	29	44	28	48	30

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 31

CODIGO PUE0034	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	56	78	94	60	92	32	62	49	49	32	72	32	72	26	66	29	59	45	54	37	54	34	54	58	61	40

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 32

CODIGO PUE0035	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	70	44	44	21	31	21	28	24	26	40	42	30	73	28	28	15	20	35	33	25	74	35	73	62	59	42

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 33

CODIGO PUE0036	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	45	30	28	30	30	45	40	30	10	19	15	28	32	28	10	15	32	35	40	40	46	39	40	43	54	32
005.00	20	46	30	40	44	38	36	54	30	38	40	50	48	38	46	52	40	48	52	60	40	46	50	46	42	35
010.00	36	43	63	47	42	65	36	40	39	47	60	32	45	32	42	56	40	50	40	48	32	36	32	47	52	36
015.00	39	42	18	54	75	56	58	62	71	62	44	56	34	60	38	62	52	68	50	54	40	54	36	40	34	38
020.00	39	42	18	54	75	56	58	62	71	62	44	56	34	60	38	62	52	68	50	54	40	54	36	40	34	38

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 34

CODIGO PUE0037	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
020.51	37	35	21	53	66	49	47	49	18	76	52	71	82	78	26	69	66	58	70	32	34	41	52	72	69	38
025.51	37	35	21	53	66	49	47	49	18	76	52	71	82	78	26	69	66	58	70	32	34	41	52	72	69	38

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 35

CODIGO PUE0038	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	10	42	24	34	60	36	14	8	8	27	22	36	7	7	35	38	38	30	10	12	45	37	29	38	31	21
005.00	34	36	45	45	35	38	20	42	20	40	28	20	38	39	21	36	42	45	42	45	38	39	40	38	38	23
010.00	30	30	40	44	11	7	28	31	46	43	41	28	38	39	42	44	41	34	35	38	43	42	36	16	35	24
015.00	36	40	41	42	35	45	36	17	35	40	35	35	34	34	47	44	42	42	39	34	16	24	41	46	20	30
020.00	38	45	41	44	38	46	42	41	43	41	0	39	33	41	40	44	44	41	40	41	18	32	40	42	28	32
025.00	38	45	41	44	38	46	42	41	43	41	39	33	41	40	44	44	44	41	40	41	18	32	40	42	28	32
030.00	49	41	70	48	51	59	64	70	44	57	53	44	53	66	56	68	40	76	75	85	52	70	48	55	55	32
035.00	24	25	35	30	26	36	46	37	28	31	32	30	30	32	30	37	45	48	50	46	48	49	48	60	70	35
040.00	32	34	50	38	44	38	40	24	38	40	42	40	42	46	36	38	38	50	40	38	50	28	24	34	34	34
045.00	18	16	16	14	12	22	26	24	28	26	22	30	28	28	26	30	26	28	30	22	23	20	12	24	26	33

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 36

CODIGO PUE0039	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
045.94	18	16	16	14	12	22	26	24	28	26	22	30	28	28	26	30	26	28	30	22	23	20	12	24	26	33
050.94	28	24	36	22	32	28	32	20	28	30	32	24	30	26	26	28	26	24	22	18	22	12	24	22	26	31
055.94	18	22	14	16	21	13	14	16	8	16	14	17	28	17	37	19	15	25	35	25	24	29	29	28	10	30
060.94	36	34	23	22	27	40	34	18	28	35	22	24	19	16	23	29	15	22	14	14	37	25	29	28	17	30
065.94	16	16	30	16	28	20	40	28	26	26	32	22	18	16	18	38	34	28	38	28	30	24	38	26	30	35
070.94	18	28	22	36	34	35	29	11	40	22	29	28	27	30	24	18	22	32	21	19	23	16	21	8	23	37

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 37

CODIGO PUE0040	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	28	24	32	23	30	26	34	28	38	26	40	27	36	22	34	26	40	25	38	26	32	26	34	24	32	22

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 38

CODIGO PUE0041	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	19	16	21	17	17	16	19	17	20	15	19	18	16	19	15	21	17	20	0	0	0	0	0	0	0	20

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 39

CODIGO PUE0042	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	70	30	45	15	75	42	110	35	45	35	50	60	50	20	15	25	105	30	40	10	15	15	30	30	40	28
005.00	10	65	45	70	55	65	75	35	80	15	10	7	20	7	40	20	45	20	15	30	15	30	15	30	68	30
010.00	10	65	45	70	55	65	75	35	80	15	10	7	20	7	40	20	45	20	15	30	15	30	15	30	68	30

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 40

CODIGO PUE0043	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	91	6	41	40	27	34	8	14	5	15	37	18	42	6	42	21	35	34	34	10	38	22	40	42	24	39

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 41

CODIGO PUE0044	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	28	48	37	40	33	48	24	48	48	6	27	25	34	30	14	52	41	40	35	50	24	20	24	28	14	34

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 42

CODIGO PUE0045	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.10	94	137	125	116	60	76	68	110	78	44	87	46	66	51	107	43	24	47	46	113	48	64	60	79	58	29
005.10	54	63	65	59	50	47	127	65	29	36	66	67	49	66	45	53	75	64	52	75	46	69	53	36	45	32
010.10	58	52	45	24	63	25	59	41	44	102	46	50	60	46	19	25	62	25	70	32	69	25	72	42	33	32
015.10	42	22	51	27	33	91	13	95	52	32	30	56	25	36	26	30	47	26	34	62	47	42	54	42	10	36
020.10	42	22	51	27	33	91	13	95	52	32	30	56	25	36	26	30	47	26	34	62	47	42	54	42	10	36

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 43

CODIGO PUE0046	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	77	73	55	82	56	132	49	44	46	77	32	44	49	49	54	66	45	16	23	22	53	73	32	75	56	34
005.00	19	150	48	103	85	137	150	95	46	150	105	73	97	43	44	112	116	77	105	88	53	150	45	73	28	35.5

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 44

CODIGO PUE0047	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.60	65	89	78	71	78	83	94	62	94	48	112	67	46	95	68	80	81	92	108	119	59	50	83	72	89	15
005.60	136	85	150	91	109	83	96	91	109	98	119	104	65	98	44	66	88	74	150	66	102	92	138	106	84	16
010.60	77	73	55	82	56	132	49	44	46	77	32	44	49	49	54	66	45	16	23	22	53	73	32	76	56	36

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 45

CODIGO PUE0048	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	43	24	50	63	88	34	69	64	43	60	60	64	41	78	68	61	36	38	64	55	40	36	38	67	45	25
005.00	44	34	36	49	39	56	60	56	68	54	49	39	39	55	35	40	30	54	40	30	44	40	35	41	42	23
010.00	48	28	45	48	41	44	53	37	51	42	31	37	52	36	32	36	38	34	40	59	52	38	42	54	41	26
015.00	48	28	45	48	41	44	53	37	51	42	31	37	52	36	32	36	38	34	40	59	52	38	42	54	61	26

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 46

CODIGO PUE0049	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
023.50	3	26	21	13	13	26	25	24	27	11	25	13	18	13	21	15	23	22	28	11	23	16	27	28	27	34
028.50	19	18	24	17	20	18	16	14	17	17	14	23	11	14	15	18	11	24	19	21	21	16	21	12	15	35
033.50	27	14	12	13	11	12	14	10	24	23	5	9	23	16	19	23	29	14	16	17	23	15	21	21	21	35
038.50	28	25	2	7	7	7	17	28	18	26	13	27	11	12	9	5	11	26	5	17	8	22	6	12	8	36

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 47

CODIGO PUE0050	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	44	42	42	17	29	10	31	61	65	60	15	58	51	51	50	16	37	57	53	38	59	38	61	28	82	37

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 48

CODIGO PUE0051	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	61	40	46	27	33	19	63	45	33	43	40	53	49	49	44	48	51	46	37	39	38	28	33	25	52	35

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 49

CODIGO PUE0052	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	32	14	26	17	22	18	28	20	26	16	18	24	28	26	34	22	36	28	18	24	22	20	24	22	26	35

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 50

CODIGO PUE0053	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	17	15	14	24	19	11	15	17	14	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 51

CODIGO PUE0054	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	36	42	19	13	36	15	40	35	25	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 52

CODIGO PUE0055	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	36	37	34	25	34	22	33	31	51	51	38	30	40	34	42	30	34	18	38	42	33	32	25	37	24	35
005.00	27	32	26	36	30	31	33	28	31	29	35	33	28	25	27	30	21	30	31	26	9	23	27	10	30	26
010.00	35	35	31	26	35	33	20	30	25	33	36	39	36	44	32	24	34	35	21	26	24	29	34	30	20	25
015.00	51	52	32	48	48	34	47	38	44	37	39	38	41	38	20	44	42	26	36	31	24	33	32	37	35	23
020.00	39	27	30	35	34	18	27	23	30	46	19	41	21	28	17	25	31	36	33	32	29	30	32	29	28	21
025.00	43	50	51	54	31	51	41	52	48	49	21	33	32	39	36	43	41	40	47	47	49	41	41	57	55	24
030.00	42	49	62	49	46	41	42	33	48	37	37	32	44	41	46	32	43	41	53	41	54	47	52	30	39	28
035.00	31	30	27	17	33	32	28	45	33	23	25	33	24	49	8	37	46	31	20	31	30	62	28	43	27	28
040.00	32	43	24	36	35	46	30	34	34	47	29	36	31	40	31	45	30	48	29	38	30	38	33	37	35	28
045.00	31	36	34	32	36	40	29	33	24	33	26	36	8	36	29	32	38	34	32	39	32	34	23	20	34	28
050.00	27	22	14	21	26	30	35	38	47	49	49	47	54	52	53	43	46	32	34	26	37	38	42	30	46	30
055.00	25	22	13	22	20	27	38	19	38	28	36	53	40	40	42	32	39	35	33	42	32	28	34	39	37	24

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 53

CODIGO PUE0056	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
058.00	44	45	45	29	52	43	52	56	34	32	36	27	33	33	32	23	25	27	20	23	16	15	21	21	24	24
063.00	62	62	53	50	59	46	70	66	56	44	44	55	58	39	63	48	54	51	71	61	57	33	32	53	51	23
068.00	35	53	45	47	37	69	57	28	55	39	41	61	27	35	50	31	51	36	42	41	56	30	55	47	34	23
073.00	33	26	33	42	39	43	43	41	34	36	34	38	39	48	54	57	38	36	34	37	46	27	66	48	60	20
078.00	41	62	60	62	51	42	56	10	20	62	53	57	64	47	37	42	47	75	41	39	57	60	64	42	50	24
083.00	61	44	55	39	68	57	60	62	63	38	48	58	26	44	50	41	51	63	75	56	59	51	68	57	80	20
088.00	34	30	58	58	43	68	35	33	48	40	7	73	45	17	64	51	28	28	44	41	36	21	29	63	51	20
093.00	67	85	38	57	52	42	44	48	71	24	48	52	63	12	69	45	95	89	50	82	60	48	67	59	54	20
098.00	60	85	63	81	78	85	65	118	86	99	73	66	80	71	49	24	56	95	94	86	81	53	80	108	42	18
103.00	60	85	63	81	78	85	65	118	86	99	73	66	80	71	49	24	56	95	94	86	81	53	80	108	42	18
108.00	22	19	26	10	52	43	26	53	41	77	55	79	44	58	63	83	41	22	46	56	53	30	59	13	55	18
113.00	62	47	134	127	141	104	148	53	85	68	110	46	92	73	28	38	64	38	73	56	78	24	91	85	58	18
118.00	83	83	70	81	97	124	107	101	54	71	73	96	36	64	43	86	53	89	40	90	84	72	71	98	95	18
123.00	76	53	52	59	54	84	36	58	30	26	44	54	48	65	41	42	91	48	17	34	57	42	53	27	80	19

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 54

CODIGO PUE0057	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
128.97	105	75	124	103	66	74	77	61	47	72	113	61	116	143	91	150	129	96	64	11	105	115	150	101	100	22
133.97	51	60	47	65	50	81	84	135	82	74	54	58	59	61	118	90	114	52	150	54	31	25	36	58	33	20
138.97	66	58	67	56	94	82	93	72	67	54	47	45	77	70	52	55	61	68	68	54	63	61	63	76	81	22
143.97	136	70	150	78	145	62	150	70	150	69	150	114	131	114	78	112	116	95	65	87	70	102	66	34	129	20
148.97	145	142	150	150	150	150	131	135	78	150	111	150	114	78	110	139	150	31	55	96	82	58	56	61	42	22
153.97	92	51	66	44	74	56	82	30	92	36	27	35	52	50	131	67	78	66	120	64	62	87	150	100	63	16

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 55

CODIGO PUE0058	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	43	44	46	59	62	51	60	69	73	70	67	62	73	77	74	63	52	32	72	15	56	61	60	65	68	34
005.00	43	44	46	59	62	51	60	69	73	70	67	62	73	77	74	63	70	52	32	72	45	56	61	60	59	34

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 56

CODIGO PUE0059	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
000.00	32	27	29	23	35	31	39	22	13	21	33	30	43	30	39	33	39	28	36	28	38	26	39	29	26	28

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

PROYECTO 57

CODIGO PUE0060	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	TEMP. C. A.
109.70	16	14	20	20	18	20	28	4	22	18	22	26	28	28	38	26	12	22	18	58	28	48	20	26	4	40

Nota:
D = Deflexión, en milésimas de pulgada.

CIUDAD DE MEXICO

Av. Popocatépetl 506 B
Col. Xoco
03330 México, D.F.
Tels. 688 76 29
688 76 03
Fax. 688 76 08

SANFANDILA

Km 4 de la Carretera
Los Cues-Galindo
76700 Sanfandila, Qro.
Tels. (42) 16 97 77
16 96 46
16 95 97
Fax (42) 16 96 71
Internet http://www.imt.mx