LIBRO: CSV. CONSERVACIÓN

TEMA: CAR. CARRETERAS

PARTE: ***1. EVALUACIÓN***

TÍTULO: 03. Evaluación de Pavimentos

CAPITULO: *010. Determinación de las Deflexiones de un Pavimento (DEF)*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los conceptos, procedimientos y criterios para la determinación de las deflexiones de un pavimento para carreteras nuevas y en operación, mediante diferentes tipos de equipos, así como la calificación de la misma según los datos obtenidos.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

B.1. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS EN PAVIMENTOS (NDT)

Se emplean para determinar las propiedades de los materiales sin causar daño a la estructura del pavimento. Una de las pruebas utilizadas es aquella donde se miden las deflexiones superficiales, para pavimentos nuevos y en operación, estas mediciones se utilizan para obtener:

- Módulos de elasticidad de cada capa
- Rigidez de todo el sistema del pavimento
- Eficiencia de la transferencia de carga y detección de oquedades bajo los pavimentos rígidos
- Módulo de reacción de la subrasante
- Capacidad estructural del pavimento
- Análisis y diseño de rehabilitación estructural de pavimentos
- Vida remanente

- Espesores de refuerzo
- Módulos de elasticidad estacionales
- Niveles de esfuerzo

B.2. DEFLEXIÓN

Es la medida de deformación elástica o de recuperación vertical que experimenta un pavimento al paso de una carga. Es función tanto del tipo y estado del pavimento como del método y equipo de medición, así como de la temperatura y humedad presentes en el pavimento. Su medición se realiza en forma no destructiva y se utiliza para relacionarla con la capacidad estructural del pavimento.

B.3. CUENCA DE DEFLEXIONES

Es la deformación elástica de la superficie de un pavimento medida a distancias variables con respecto al punto de aplicación de la carga, como se muestra en la Figura 1.

Las mediciones en los distintos sensores determinan la forma de la cuenca de deflexiones que puede usarse para estimar las propiedades de los materiales de una estructura de pavimento. También sirve para la identificación de secciones que son estructuralmente uniformes, así como de aquellas secciones débiles y/o deterioradas.

Mediante el uso de la cuenca se puede calcular la capacidad estructural de un pavimento para prever sus necesidades de refuerzo.

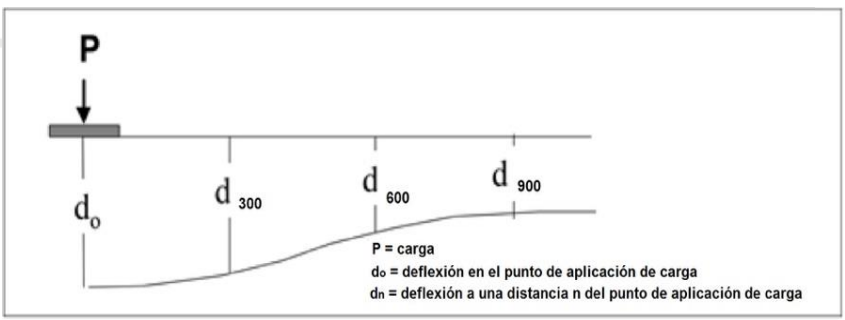

FIGURA 1.- Esquema de una cuenca de deflexiones

B.4. CAPACIDAD ESTRUCTURAL

Es la capacidad que tiene el pavimento para soportar las cargas de tránsito que pasan por él durante el periodo de vida de diseño establecido. La capacidad estructural puede conocerse mediante pruebas no destructivas en el pavimento, a través de las cuales se determina si existen deficiencias estructurales incluso antes de que se manifiesten superficialmente.

B.5. PRUEBA DE TRANSFERENCIA DE CARGA

Prueba que se hace en pavimentos de concreto hidráulico, con sensores de deflexión a ambos lados de la junta transversal. Esta prueba se usa para determinar la capacidad del pavimento de transferir la carga entre losas.

B.6. FACTORES DE INFLUENCIA EN LA DETERMINACIÓN DE LAS DEFLEXIONES DE LOS PAVIMENTOS

Para la determinación de las deflexiones de los pavimentos se considerarán los siguientes parámetros, que tienen influencia en el resultado:

B.6.1 Temperatura

Los materiales para pavimentos son susceptibles a los cambios térmicos, por lo que es necesario normalizar las deflexiones a una temperatura base. Dependiendo de la temperatura del pavimento, para iguales condiciones de carga se tendrán diferentes valores de deflexión.

En el caso de los pavimentos flexibles se han desarrollado métodos para corregir la deflexión máxima, los cuales se definen como normalización de deflexiones. Éstos se utilizan para transformar el valor de deflexión obtenido en determinadas condiciones de carga y temperatura a un valor normalizado.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

B.6.2 Humedad

La humedad afecta las mediciones de las deflexiones debido a su influencia en las capas inferiores del pavimento. Por lo que se recomienda realizar las mediciones en la época de estiaje.

B.6.3. Esfuerzo

El esfuerzo aplicado por el equipo de medición no es constante para todas las mediciones. El valor de deflexión determinado es función del esfuerzo aplicado. Por lo tanto, se requiere una normalización de los valores medidos en campo a un esfuerzo base.

B.7. DEFLEXIÓN NORMALIZADA

Es el valor resultante de la corrección del valor de la deflexión determinado en campo, debido a la influencia de la temperatura y el esfuerzo.

Para fines de esta Norma los valores base de normalización son: veinte (20) grados Celsius para temperatura y setecientos (700) kilopascales para el esfuerzo.

B.8. EQUIPOS DE MEDICIÓN

Existen diversos equipos para la determinación de las deflexiones en el pavimento, los cuales se clasifican en función de la posición de medición, el tipo y número de sensores y la forma de aplicación de la carga. Para los efectos de la presente Norma, los equipos se agrupan según el rendimiento del proceso de medición.

B.8.1. Equipos de bajo rendimiento (Equipos estáticos)

Se trata de la primera generación de equipos, los cuales miden la deflexión en un punto y bajo una carga fija o en movimiento muy lento. Para su uso generalmente se necesita de un vehículo lastrado para lograr la solicitación de la prueba.

En estos equipos, las mediciones se hacen en forma estática o estacionaria, produciendo un valor puntual de la deflexión.

Dentro de esta categoría únicamente se considera el equipo conocido como *Viga Benkelman*.

B.8.1.1. Viga Benkelman

Este equipo opera con base al principio de palanca. Las instrucciones de su uso y los procedimientos de medición se detallan en el Manual M·MMP·4·07·021, *Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Estática*.

B.8.2. Equipos de Alto Rendimiento

Reciben esta denominación porque permiten realizar las mediciones con un mayor rendimiento que los equipos de medición estática.

En lo que se refiere a la medición de deflexiones, para efectos de esta Norma se consideran dos grupos de equipos de alto rendimiento: los equipos de medición dinámica y los equipos de impacto.

B.8.2.1. Equipos de medición dinámica o vibratoria

En los equipos de medición dinámica las cargas son generadas por elementos vibratorios que imponen una fuerza sinusoidal dinámica sobre un peso estático. La magnitud de la carga dinámica entre los puntos más altos es menor que dos veces la carga estática, por lo tanto, estos equipos siempre aplican una carga de compresión de magnitud variable sobre el pavimento.

La frecuencia y magnitud de carga pueden ser controladas por el operador. La deflexión se mide a través de acelerómetros o sensores de velocidad (geófonos). Estos sensores se colocan normalmente debajo de la carga y a distancias preestablecidas del centro de aplicación. Existirán al menos cinco (5) sensores con una resolución de dos (2) micrómetros para medir satisfactoriamente.

El procedimiento de medición y el modo de uso de estos equipos se describe en el Manual M·MMP·4·07·022,

Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Dinámica.

B.8.2.2. Equipos de Impacto

Esta clase de equipos envían un impulso de carga sobre el pavimento, mediante una masa que cae desde diferentes alturas sobre un sistema de absorción de impacto hecho de hule altamente resistente. Se pueden generar diferentes cargas de impacto, variando el peso y la altura de caída. La fuerza resultante se transmite al pavimento a través de un plato circular y esta fuerza no cambia entre repeticiones de golpes en más del tres (3) porciento.

La deflexión se mide a través de acelerómetros o sensores de velocidad (geófonos). Estos sensores se colocan normalmente debajo de la carga y a distancias preestablecidas del centro de aplicación. Existirán al menos siete (7) sensores para medir satisfactoriamente la cuenca de deflexiones con una resolución de dos (2) micrómetros.

El procedimiento de medición y el modo de uso de estos equipos se describe en el Manual M·MMP·4·07·020, *Determinación de las Deflexiones con Equipo de Impacto.*

B.9. DETERMINACIÓN DE LAS DEFLEXIONES DE LOS PAVIMENTOS

Se refiere al conjunto de trabajos de campo y gabinete necesarios para determinar el valor de las deflexiones obtenidas en un tramo. Según su propósito, la medición de deflexiones se utiliza para:

B.9.1. Evaluación. Las mediciones se llevan a cabo con el propósito de determinar las deflexiones existentes en tramos en operación. En estos trabajos se utilizan equipos de alto rendimiento.

B.9.2. Validación. Se refiere a las mediciones efectuadas con el fin de validar la operación y los resultados de equipos propuestos para la realización de estudios de evaluación.

B.10. INTERVALO DE MEDICIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DEFLEXIONES DE LOS PAVIMENTOS

El intervalo de medición es la distancia que hay entre uno y otro punto de medición de la deflexión. Las mediciones de deflexiones se realizarán a intervalos constantes de longitud.

Los valores del intervalo de medición se definirán como mínimo de cien (100) metros y máximo de quinientos (500) metros y se establecerán en los Términos de Referencia (para proyectos especiales podrán definirse intervalos de medición más cortos).

En lo sucesivo podrá hacerse referencia al intervalo de medición con el término “el intervalo”

B.11. VALOR REPRESENTATIVO DEL SEGMENTO DE MEDICIÓN PARA EVALUACIÓN

El segmento de medición es la porción del tramo carretero cuyas características estructurales se consideran homogéneas o uniformes según el tipo de pavimento, procedimiento constructivo, características de los materiales, etc. La segmentación del tramo se realizará por cada sentido de circulación y de ser necesario por carril.

El valor representativo del segmento de medición resulta del valor de la deflexión máxima normalizada en ese segmento. La deflexión máxima es la deformación de mayor magnitud en el sensor bajo la placa de carga.

Para la determinación de deflexiones se podrán medir uno o varios carriles de circulación del tramo que se requiera evaluar. Por ejemplo, en una carretera de un carril por sentido podrá evaluarse uno o los dos carriles, mientras que en una vía multicarril podrán hacerse mediciones en uno o más de los carriles existentes en cada sentido. Tomando en cuenta lo anterior, en todos los trabajos de evaluación se realizarán mediciones, como mínimo, en los siguientes carriles:

- Carreteras de un carril por sentido. Uno de los dos carriles de circulación, preferentemente el carril en sentido creciente del kilómetro
- Carreteras multicarril. El carril exterior (carril de baja velocidad) de cada uno de los sentidos
- En casos especiales, el carril de mayor incidencia de cargas altas o pendiente ascendente, según la orografía de la zona

B.12. DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LOS SEGMENTOS EN FUNCIÓN DEL VALOR REPRESENTATIVO.

La condición estructural de los segmentos carreteros se determinará en función de la deflexión normalizada utilizando los rangos que se indican en la Tabla 1.

TABLA 1.- Rangos de valores representativos de deflexiones para la clasificación de los segmentos carreteros a 700 Kilopascales y 20 grados Celsius

Rangos de valores representativos de deflexiones mm		
Condición estructural	**Autopistas y Corredores Carreteros**	**Red Básica y Secundaria**
Buena	0 a 0,4	0 a 0,50
Regular	---	> 0,50 y ≤ 0,80
Mala	> 0,4	> 0,80

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Dispositivos de Canalización para Protección en Obras	N·PRY·CAR·10·03·003

Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías……	N·LEG·2
Determinación de las Deflexiones con Equipo de Impacto……	M·MMP·4·07·020
Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Estática……	M·MMP·4·07·021
Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Dinámica……	M·MMP·4·07·022

D. REQUISITOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DEFLEXIONES DE UN PAVIMENTO (*DEF*)

D.1. PERSONAL REQUERIDO

La estructura de la plantilla y el número de elementos que la integran, así como las aptitudes de cada elemento, se definirán en los Términos de Referencia. Por lo menos, se establecerán los siguientes elementos, con las cualificaciones y funciones que se describen a continuación:

D.1.1. Coordinador general

Ingeniero civil o afín con experiencia mínima de seis (6) años en la prestación de servicios relacionados con la evaluación de pavimentos. Será el responsable de planear el estudio, integrar la plantilla que lo llevará a cabo, coordinar y dar seguimiento a todas las actividades previstas y aprobar los informes que se entreguen a la Secretaría.

D.1.2. Coordinador de los trabajos de campo

Ingeniero civil o afín con experiencia mínima de tres (3) años en la realización de trabajos de campo para la medición de deflexiones y logística de colocación de señalamiento de protección. Tendrá a su cargo la programación, ejecución y supervisión de las mediciones, las verificaciones y calibraciones que se requieran para los equipos de medición y el resguardo de los datos recopilados en cada jornada, hasta

su entrega al coordinador de los trabajos de gabinete para el procesamiento respectivo.

D.1.3. Coordinador de los trabajos de gabinete

Ingeniero civil o afín con experiencia mínima de tres (3) años en la realización de trabajos de campo para la medición de las deflexiones y en el procesamiento de datos para la determinación de deflexiones y en la generación de informes de evaluación de pavimentos. Tendrá a su cargo la programación, ejecución y supervisión de las tareas involucradas en el procesamiento de las deflexiones, la elaboración y revisión de los informes establecidos en los Términos de Referencia y el resguardo de los datos brutos y procesados hasta su entrega a la Secretaría.

D.1.4. Personal de apoyo para los trabajos de campo

Personal necesario para la operación directa de los equipos con los que se llevarán a cabo las mediciones. Cada elemento de este grupo contará con experiencia mínima de dos (2) años en la ejecución de tareas similares y en el manejo de señalamiento de protección de obra dinámico.

D.1.5. Personal de apoyo para los trabajos de gabinete

Personal necesario para el procesamiento de los datos de las deflexiones de acuerdo con los Términos de Referencia, así como para la elaboración de los informes requeridos. Cada elemento de este grupo contará con experiencia mínima de dos (2) años en tareas similares.

D.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN

Atendiendo al propósito para el que se determinan las deflexiones, de acuerdo con lo señalado en la Fracción B.9., sólo se podrán utilizar los equipos de medición que se indican en la Tabla 2. Estos equipos cumplirán con las características definidas en los Manuales correspondientes y que se indican en esta misma tabla.

TABLA 2**.- Equipos de medición en función del propósito de la determinación de las deflexiones**

Propósito	Clasificación de equipo admisible	Manual de referencia
Evaluación	de Impacto	M·MMP·4·07·020
	Medición Estática	M·MMP·4·07·021
	Medición Dinámica	M·MMP·4·07·022
Validación	de Impacto	M·MMP·4·07·020

D.3. CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN

Los equipos propuestos contarán con todas las calibraciones especificadas en los tiempos que recomiende el fabricante. Las calibraciones y las condiciones generales de operación del equipo serán verificadas por alguna entidad reconocida por la Secretaría, independientemente de las que realice el Contratista en la frecuencia mínima que recomienda el fabricante del equipo. La entidad verificadora emitirá un *Informe de verificación* en el que quedará asentado que:

- Los componentes y el conjunto del equipo funcionan normalmente
- Las mediciones cumplen con las especificaciones de precisión y exactitud que corresponden a su clase
- El equipo cuenta con las calibraciones especificadas por el fabricante

Adicionalmente, en el caso de equipos de alto rendimiento se calibrará el instrumento para la medición de la distancia (DMI por sus siglas en inglés). El cual tendrá una precisión menor o igual a cero coma uno (0,1) porciento, equivalente a una diferencia de ± un (1) metro por kilómetro.

La vigencia del informe de verificación será de doce (12) meses o veinticinco mil (25 000) mediciones según la bitácora de uso del equipo, lo que ocurra primero.

D.4. NOMENCLATURA DE LOS SENTIDOS Y CARRILES DE CIRCULACIÓN

Los sentidos de circulación se identificarán mediante las letras “A” o “B”, de acuerdo con la siguiente convención:

- “A”: Sentido de circulación en el que crece el kilómetro
- “B”: Sentido de circulación en el que el kilómetro decrece

Por lo que respecta a los carriles de circulación de cada sentido, éstos se numerarán consecutivamente, iniciando con el número “1” para el carril interior o de alta velocidad. En el caso de tramos con un solo carril por sentido, invariablemente se hará referencia a los carriles con el número “1”.

A manera de ejemplo, el carril de baja velocidad de un tramo de tres carriles por sentido, en el sentido en el que el kilómetro decrece, se denominará “B3”.

D.5. BITÁCORA DEL SERVICIO

Los trabajos que se realicen en la determinación de las deflexiones, se registrarán en la bitácora del servicio que contendrá como mínimo la siguiente información:

- Para cada tramo o segmento evaluado:
  - Nombre del tramo
  - Delimitación (ver Fracción E.1.)
  - Longitud total
  - Tipo de pavimento (flexible o rígido). Se registrará cualquier cambio en el tipo de pavimento que se detecte durante una jornada de medición, indicando el kilómetro en el que se presente el cambio y el nuevo tipo de pavimento
  - Número de carriles existentes en el sentido de circulación evaluado. Se registrará cualquier cambio en el número de carriles que se detecte, indicando el kilómetro en el que se presente y el nuevo número de carriles
- Para cada jornada de medición:
  - Fecha
  - Hora de inicio y terminación de los trabajos
  - Sentido y carril de circulación
  - Kilómetro inicial y final del tramo evaluado durante la jornada

Asimismo, se registrará cualquier evento que, a juicio del coordinador de los trabajos de campo, sea relevante para los resultados del estudio.

Se podrá utilizar cualquier recurso para la generación de la bitácora, incluyendo la escritura manual o electrónica y la grabación de audio en medios analógicos o electrónicos. Sin embargo, en cualquier caso, el contenido de la bitácora se incorporará en forma escrita al informe del estudio (Cláusula F.).

E. EJECUCIÓN DEL SERVICIO

E.1. DELIMITACIÓN Y REFERENCIA DE LOS TRAMOS POR EVALUAR

Para la ejecución del servicio el coordinador de los trabajos de campo identificará en sitio las estaciones de origen y destino de cada tramo a evaluar. Para estos puntos, se registrará en la bitácora del servicio la siguiente información:

- Kilómetro de inicio y fin
- Coordenadas geográficas de inicio y fin

Las coordenadas geográficas se obtendrán con equipo GPS y se ajustarán mediante un proceso de corrección.

La información de las estaciones que delimitan cada tramo se comparará con la registrada en evaluaciones anteriores. En caso de existir discrepancias, el coordinador de los trabajos de campo y el representante de la Secretaría establecerán los mecanismos o procedimientos necesarios para resolver las discrepancias detectadas a satisfacción de la Secretaría.

E.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Como medida de seguridad, siempre que se utilicen los equipos de alto rendimiento, el vehículo de medición será acompañado de un vehículo escolta y ambos estarán dotados como mínimo, con lo siguiente:

- Torreta o barra de luces de color ámbar

- Marcas reflejantes en las partes delantera y trasera (incluyendo las defensas), así como en los costados
- Rótulos en los que se indique que el equipo se encuentra realizando tareas de evaluación de pavimentos

Los dispositivos de medición del equipo estarán instalados en un remolque acondicionado con señales reflejantes en la parte posterior y en los costados, que será remolcado por el vehículo de medición. La unidad de control del equipo estará alojada en el interior del vehículo y su conexión a los dispositivos de medición será apropiada para evitar el daño de cualquier componente del equipo.

Durante la ejecución, el coordinador de los trabajos de campo aplicará los procedimientos de seguridad necesarios, como la canalización del flujo vehicular mediante conos y bandereros o vehículos con señalamiento dinámico y mensaje variable, dependiendo de las condiciones del tránsito y geometría del tramo, en todos los casos se aplican como mínimo los criterios establecidos en la Norma N·PRY·CAR·10·03·003, *Dispositivos de Canalización para Protección en Obras* y la *Guía para Bandereros.*

Cuando se efectúen trabajos con el equipo de bajo rendimiento, el carril de medición se cerrará a la circulación, canalizando el flujo vehicular mediante conos y bandereros con apego a los criterios mínimos establecidos en la Norma N·PRY·CAR·10·03·003, *Dispositivos de Canalización para Protección en Obras* y la *Guía para Bandereros.*

Independientemente del tipo de equipo utilizado, el personal encargado de los trabajos de campo portará chalecos de seguridad reflejantes.

Las mediciones se llevarán a cabo en horario diurno, a menos que las condiciones de tránsito lo impidan, caso en el que se solicitará un permiso especial de la Secretaría para laborar durante la noche.

En lo que concierne a las condiciones meteorológicas, los trabajos no podrán llevarse a cabo o se interrumpirán en presencia de lluvia, nieve, neblina o vientos fuertes.

E.3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

El procedimiento de medición estará determinado por el equipo que se utilice. Sin embargo, en todos los casos, la ejecución de las mediciones comprenderá las siguientes tareas:

E.3.1. Registrar en la bitácora de servicio la fecha, hora, sentido, carril de circulación y kilómetro que correspondan al inicio de la jornada de medición. Cuando se inicie la evaluación de un nuevo tramo, previamente se registrarán en la bitácora los datos del tramo, de acuerdo con lo estipulado en la Fracción D.5.

E.3.2. Replicar el registro de los datos del tramo, carril y kilómetro inicial en los equipos que cuenten con una interfaz electrónica para este propósito.

E.3.3. Cuando en una jornada se continúe la medición de un carril iniciada en la jornada previa, las mediciones se iniciarán en el mismo kilómetro donde se interrumpieron.

E.3.4. Llevar a cabo las mediciones aplicando el procedimiento que establece el Manual correspondiente al equipo utilizado, ver Tabla 2.

E.3.5. Registrar en la bitácora y de ser posible, en la interfaz electrónica del equipo, los cambios en las características del tramo, como tipo de pavimento, número de carriles y cualquier incidente que pueda afectar las mediciones, como problemas en la operación del equipo o cualquier otro que el coordinador de los trabajos de campo considere relevante.

E.3.6. Registrar en la bitácora y de ser posible en la interfaz electrónica del equipo, la fecha, hora, sentido, carril de circulación y kilómetro que correspondan al final de la jornada de medición. Este paso se efectuará siempre que se concluya la evaluación de un carril o tramo.

COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

E.4. CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN

Los equipos generarán automáticamente los valores de la deflexión para todos los sensores disponibles y quedarán registrados en el archivo correspondiente al equipo utilizado.

Para mediciones con la Viga Benkelman sus registros se harán manualmente.

Cuando se soliciten valores de deflexión por kilómetro, éstos serán iguales al valor representativo del segmento de un kilómetro. El valor de la deflexión correspondiente al kilómetro final del segmento no se considerará para el cálculo del valor representativo.

F. INFORME Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se entregará un informe conciso cuyo contenido se describe en los siguientes Manuales:

- M·MMP·4·07·20, *Determinación de las Deflexiones con Equipo de Impacto*
- M·MMP·4·07·21, *Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Estática*
- M·MMP·4·07·22, *Determinación de las Deflexiones con Equipo de Medición Dinámica*

Los elementos que contendrá el informe serán los siguientes:

- Identificación del tramo
- Descripción general de los trabajos efectuados
- Resumen de resultados de evaluación o validación
- Anexos
  - “A” Bitácora del servicio
  - “B” Base de datos
  - “C” Reporte de datos procesados
  - “D” Resumen fotográfico

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la determinación de la capacidad estructural de un pavimento, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría se verificará que:

- El tipo de equipo utilizado sea el estipulado según la naturaleza de los trabajos
- Se acredite la vigencia de la calibración y verificación del equipo
- Los tramos objeto de la medición sean delimitados de acuerdo con los criterios a que se refiere la Fracción E.1.
- Se presenten todas y cada una de las secciones y anexos del informe del servicio a que se refiere la Cláusula F.

H. MEDICIÓN

Para la medición de la cantidad de deflexiones ejecutadas se utilizarán los informes a que se refiere la Cláusula E. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, así como las unidades y aproximación especificados en los Términos de Referencia elaborados por la Secretaría.

H.1 CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando la determinación de las deflexiones se contrate sobre la base de precios unitarios y sea ejecutado a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad la medición, con aproximación a la unidad. La medición se realizará como se indica en la Fracción F.1. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

H.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO

Cuando la determinación de las deflexiones se contrate a precio alzado y sea ejecutado a satisfacción de la Secretaría, se medirá como se indica en la Fracción F.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*. Si en el contrato se pactaron pagos parciales por metas alcanzadas, los trabajos se medirán una vez que la Secretaría haya recibido el o los informes correspondientes de acuerdo con el programa establecido en el contrato.

I. BASE DE PAGO

I.1 CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando la determinación de las deflexiones se contrate sobre la base de precios unitarios, el pago se hará al precio fijado en el contrato para cada concepto de trabajo medido de acuerdo con lo indicado en las Fracciones H.1. y H.2. de esta Norma. Este precio unitario se determina conforme a los conceptos establecidos en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

I.2 CONTRATO A PRECIO ALZADO

Cuando la determinación de las deflexiones se contrate a precio alzado, en la integración del precio de cada partida se considerará lo que corresponda a: personal, gastos de operación y rentas, según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

J. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la determinación de las deflexiones se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada.

K. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Una vez concluidos los trabajos de la determinación de las deflexiones, la Secretaría los recibirá y aprobará conforme a lo señalado en la Cláusula I. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*. Con respecto al "Informe Final de Cierre", éste cumplirá con lo indicado en la Fracción E.2. de la misma Norma.

L. BIBLIOGRAFÍA

ASTM International, D4695 – 03 (2015) *Standard Guide for General Pavement Deflection Measurments*, EUA.

ASTM International, D 4602 – 93 (2015) *Standard Guide for Nondestructive Testing of Pavements Using Cycling-Loading Dynamic Deflection Equipment*, EUA.

ASTM International, D 4694 – 09 (2015) *Standard Test Method for Deflections with a Falling-Weight-Type Impulse Load Device*, EUA.

Solminihac, Hernán; *Gestión de Infraestructura Vial*, Universidad Católica de Chile, Chile (2003).

C.R. Bennet, A. Chamorro, C. Chen, H. de Solminihac and G. W. Flintsch, *Data Collection Technologies for Road Management*, The World Bank, Washington D.C., EUA (2005).

SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
AV. COYOACÁN 1895
COL. ACACIAS
CIUDAD DE MÉXICO, 03240
WWW.GOB.MX/SCT