

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 07. Superficie de Rodadura

CAPÍTULO: 005. Determinación del Perfil Longitudinal con Equipo de Tipo Respuesta

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento para determinar mediante el empleo de un equipo de tipo respuesta el Índice de Regularidad Internacional (IRI) de la superficie de rodadura de un pavimento, a que se refiere la Norma N·CSV·CAR·1·03·004, *Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite obtener el Índice de Regularidad Internacional (IRI) del pavimento. La prueba consiste en medir las irregularidades en la superficie de rodadura que se obtienen al desplazar un equipo de tipo respuesta, a lo largo de una franja de pavimento por estudiar.

C. REFERENCIAS

Son referencias de este Manual, la Norma N·CSV·CAR·1·03·004, *Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)* y el Manual M·MMP·4·07·006, *Determinación del Perfil Longitudinal con Nivel y Estatal para el Cálculo del Índice de Regularidad Internacional* y el Protocolo NMEA – 0183, de la *National Marine Electronics Association*.

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad. El equipo de prueba consta de un eje para enmarcar el sensor de medición de desplazamiento, un acumulador de desplazamiento, un sistema de medición de distancia y un sistema de grabación de datos montado en un vehículo.

D.1. VEHÍCULO

Contará con las características necesarias de potencia de motor y estabilidad para tirar del remolque de manera segura. El motor, mecanismos de dirección y componentes de suspensión serán de manufactura reciente y mantendrán la velocidad y dirección sin cambios bruscos durante el recorrido.

D.2. REMOLQUE

Un remolque de dos ruedas diseñado para alojar los sensores de medición, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- D.2.1. 3 048 mm \pm 25 mm desde el centro del enganche al centro del eje.
- D.2.2. 1 651 mm \pm 127 mm entre centro y centro de los neumáticos.
- D.2.3. Sistema de suspensión de resorte amortiguador.
- D.2.4. Barra estabilizadora.
- D.2.5. Neumático equilibrado dinámico.
- D.2.6. Masa equilibrada.
- D.2.7. Eje rígido.

D.3. INSTRUMENTO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).

Tendrá una precisión mínima de \pm 3 m en modalidad de navegación, y de \pm 1 cm en modo estático. Cumplirá con el Protocolo NMEA – 0183.

El equipo tendrá la capacidad para generar los datos durante los recorridos en coordenadas geográficas o UTM, (Universal Transverse Mercator), así como la distancia longitudinal recorrida.

D.4. INSTRUMENTACIÓN

Todos los componentes electrónicos y mecánicos del sistema estarán diseñados para soportar condiciones adversas.

Contará con los siguientes sensores:

D.4.1. Sensor de desplazamiento

Mide la distancia entre el sensor y la superficie del pavimento. Registrará datos con una resolución de 0,1 mm.

D.4.2. Sensor de distancia

Permite cuantificar la distancia recorrida por el vehículo de evaluación. Se puede usar cualquier sensor de distancia que produzca una señal digital o analógica con una precisión menor de 0,1 % equivalente a una diferencia de \pm 1 m/km con una frecuencia de muestreo del perfil longitudinal de 25 mm o menor para satisfacer los requerimientos del cálculo del Índice de Regularidad Internacional.

El sistema y sus componentes serán calibrados periódicamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Además, se observará lo siguiente:

E. CALIBRACIÓN DE LA DISTANCIA Y DEL EQUIPO

E.1. CALIBRACIÓN DE LA DISTANCIA

Al menos que el fabricante indique otra cosa, la calibración de distancia se hará de la siguiente manera:

- E.1.1. Se selecciona un tramo de prueba recto de al menos 1,6 km de longitud, medido con algún medio aprobado por la Secretaría, que garantice una aproximación de $\pm 0,2\%$ de la longitud del tramo.
- E.1.2. Se realizarán un mínimo de tres corridas por el mismo tramo de prueba, dejando un margen de error de $\pm 1\%$.
- E.1.3. De existir una diferencia de distancia entre las tres corridas mayor a 1%, se revisarán todos los elementos del equipo para descartar posibles daños mecánicos o eléctricos.

E.2. CALIBRACIÓN

Para calibrar el equipo tipo respuesta se toma como referencia las evaluaciones del mismo tramo de prueba realizadas con un nivel y estatal, como lo menciona el Manual M-MMP-4-07-006, *Determinación del Perfil Longitudinal con Nivel y Estatal para el Cálculo del Índice de Regularidad Internacional*.

Se utilizará un mínimo de tres secciones de pavimento para la calibración de la regularidad de la superficie. Estas secciones estarán monitoreadas por una institución que se encargue de certificar y avalar los procedimientos de calibración. El equipo será calibrado al menos dos veces al año o cuando lo solicite la Secretaría y los registros que se generen serán conservados como evidencia de las calibraciones, entregando una copia a la Secretaría.

F. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- F.1. El equipo y la instrumentación serán inspeccionados antes de iniciar la prueba, descartando cualquier falla o anomalía en su funcionamiento, ya sea mecánico o eléctrico.
- F.2. Revisar la presión de inflado de los neumáticos. Ésta la indica el fabricante basándose en el tipo y tamaño de los neumáticos.
- F.3. Antes de cada serie de pruebas, se calentarán los neumáticos transitando durante al menos 8 km a una velocidad según lo permita el tránsito de vehículos.

F.4. TRAMOS DE EVALUACIÓN

Los tramos de evaluación tendrán una distancia mínima de 200 m. Cada carril se considerará como un tramo de evaluación independiente. Los tramos de evaluación no incluirán estructuras de puentes o cruces de ferrocarriles.

F.5. VELOCIDAD DE PRUEBA

La velocidad de la prueba será el límite máximo en el tramo o de acuerdo con las condiciones de tránsito. Dicha velocidad de prueba óptima será la recomendada por el fabricante del equipo, en algunos casos se recomienda sea constante entre 60 y 80 km/h.

G. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

- G.1. Se arrancará el vehículo con el equipo de evaluación 200 m antes del inicio del tramo de prueba dando tiempo de alcanzar la velocidad deseada y posicionar el equipo en la rodera por evaluar.
- G.2. La velocidad será constante, permitiendo una variación de $\pm 3,2$ km/h.
- G.3. Se registrarán pasos por puentes, pasos a desnivel, cambios de pavimento, deterioros superficiales del pavimento y eventos significativos que influyan en el resultado de la evaluación.

H. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se registrarán y calcularán los siguientes parámetros de medición.

- H.1. La suma de los desplazamientos verticales de la masa suspendida en el equipo.
- H.2. El perfil longitudinal del tramo de prueba
- H.3. Se calcula el IRI como lo indica el Manual M-MMP-4-07-006, *Determinación del Perfil Longitudinal con Nivel y Estatal para el Cálculo del Índice de Regularidad Internacional*, a partir del perfil longitudinal obtenido.

H.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El informe de resultados se elaborará de acuerdo con lo estipulado en la Cláusula F. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-004, *Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*, en donde para cada tramo de prueba medido contará con los siguientes datos:

H.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Se describirá el tipo de prueba que se realizó, junto con el modo de operar del equipo y método utilizado para el cálculo de resultados.

H.4.2. FECHA DE MEDICIÓN

Fecha en la cual se llevó a cabo la recolección de datos (dd/mm/aaaa).

H.4.3. UBICACIÓN

Nombre de la carretera, kilómetro inicio-fin; se definirá la localización del tramo a evaluar en un mapa con coordenadas geográficas. Se colocará el cadenamiento, carril y sentido.

H.4.4. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE SUPERFICIE

Registrar anotaciones que puedan describir el tipo de superficie en la cual se desarrolla la evaluación.

H.4.5. DESCRIPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Se reportará la contaminación en la superficie del pavimento como algún material o sustancia que no se puede evitar limpiando, incluyendo la humedad.

H.4.6. CONDICIÓN SUPERFICIAL

Se reportarán observaciones sobre la condición superficial tales como agrietamiento, baches, parches, entre otras.

H.4.7. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO Y SUS OPERADORES

Se reportará el tipo de equipo de evaluación, así como la identificación de los operadores.

H.4.8. FECHA DE CALIBRACIÓN

Se reportará la fecha en la cual se realizó la última calibración del equipo.

H.4.9. LONGITUD TOTAL DEL PERFIL Y NÚMERO DE SEGMENTOS ANALIZADOS

Se reportará la longitud total evaluada en metros y la cantidad de segmentos analizados para la longitud evaluada.

H.4.10. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Se reportarán los resultados a intervalos de 20, 100 y 1000 m, así como el promedio de cada segmento junto con las velocidades registradas.

H.4.10.1. Perfil longitudinal del intervalo de muestreo.

H.4.10.2. Valor de IRI para cada rodera.

H.4.10.3. Configuración del filtro de longitud de onda.

H.4.10.4. Promedio de los dos IRI calculados para cada sección en m/km.

H.4.11. REPORTE FOTOGRÁFICO

Se anexará un reporte fotográfico donde se muestre el principio y final del tramo, así como el equipo en funcionamiento.

I. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

I.1. EVALUAR LOS DATOS REGISTRADOS

Si hay alguna duda acerca del desempeño de los equipos de prueba, se hará una comprobación inmediata repitiendo la medición en el tramo de prueba.

Cualquier diferencia que se observe entre dos corridas idénticas, además de las variaciones debidas a las diferencias de las huellas, indica un problema del equipo y se invalida la prueba.

J. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Una variación en la velocidad indicada o que no sea constante, anulará los datos adquiridos.

K. BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials (ASTM) E 867, *Standard Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems*.

American Society for Testing and Materials (ASTM) E 177, *Standard Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods*.

American Society for Testing and Materials (ASTM) E 1136, *Standard Specification for P195/75R14 Radial Standard Reference Test Tire*.

American Society for Testing and Materials (ASTM) E 1082, *Standard Test Method for Measurement of Vehicular Response to Traveled Surface Roughness*.

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