



Dirección General de Servicios Técnicos

Términos de Referencia

Determinación del coeficiente de fricción (CF) de la superficie de rodamiento de los pavimentos de la Red Carretera Federal (Autopistas de cuota, Corredores y Red Básica Libre) 2014.

Índice

	Pág.
1. Antecedentes	3
2. Objetivo general	3
3. Objetivos particulares	3
4. Trabajos que ejecutará la empresa contratista	4
5. Restricciones para los trabajos por ejecutar	6
6. Obligaciones y responsabilidades de la empresa contratista	6
7. Personal profesional necesario para la realización de los servicios	7
8. Productos a entregar	8
9. Plazo de entrega	9
10. Forma y base de pago	9
11. Protección de datos	9

1. ANTECEDENTES

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ha realizado la medición de varios parámetros superficiales y estructurales de la Red Carretera Federal, a partir de 1999 en la Red de Autopistas de Cuota y desde 2000 en la Red Básica. También ha llevado a cabo algunos estudios aislados relativos a la textura y los deterioros de ambas redes. En materia de seguridad vial, los trabajos realizados se pueden considerar como acciones de índole reactiva, atendiendo los puntos negros de la red; sin embargo, no se elaboraron estudios integrales enfocados a mejorar la seguridad vial y en particular, a identificar soluciones que salven vidas ante la ocurrencia de accidentes, como construir acotamientos, mejorar el señalamiento de tránsito, colocar barreras de seguridad, etc.

Por lo anterior, en el marco de sus atribuciones, en 2012 la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) implementó el *Programa de Auscultación en la Red Carretera Federal*, iniciando en ese año con la auscultación de la Red de Cuota, Corredores Carreteros y Red Básica Libre, con objeto de determinar las condiciones funcionales, estructurales y de seguridad vial de la red, atendiendo a lo establecido en la Normativa para la Infraestructura del Transporte y considerando las experiencias nacionales e internacionales en la materia, a efecto de contar con mayor información para definir las soluciones más convenientes para la modernización y conservación del patrimonio vial a cargo de la SCT.

Como parte de sus funciones normativas, la SCT, a través de la DGST, evaluó en 2013 la Red Secundaria Libre y las principales carreteras estatales que se conectan a la red troncal, con objeto de determinar sus condiciones funcionales, estructurales y de seguridad vial, atendiendo a lo establecido en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, para conocer los índices de seguridad y confort, así como los factores que afectan a la seguridad vial del usuario.

En 2014, el Programa de Auscultación se integrará por dos líneas de trabajo: en la primera se clasificará la red de acuerdo al nivel de servicio, seguridad y confort que brinda al usuario; en la segunda se determinará la capacidad de carga de la estructura de los pavimentos, con objeto de pronosticar su vida útil y conformar un histórico del comportamiento superficial y estructural de los pavimentos, para formular mejores acciones de conservación anuales que se vean reflejadas en una curva de conservación óptima.

2. OBJETIVO GENERAL

Obtener el Coeficiente de Fricción (CF) en la Red Carretera Federal mediante equipos de alto rendimiento. Comprende las Autopistas, los Corredores Carreteros y la Red Básica Libre, los cuales se enlistan en el Anexo A de los presentes Términos de Referencia.

3. OBJETIVOS PARTICULARES

Por cada tramo carretero, la CONTRATISTA deberá realizar las siguientes mediciones y trabajos, los cuales deben estar geo-referenciados:

- 3.1. Medición del CF en forma continua, considerando tramos rectos y curvos.
- 3.2. Gráfica de los resultados de las mediciones del CF, con los parámetros de aceptación y rechazo.

- 3.3. Los valores del CF a cada 100 m y el promedio de los valores a cada kilómetro.
- 3.4. Informe fotográfico de cada kilómetro medido.
- 3.5. Mapa de la República Mexicana en el que se presenten las carreteras evaluadas y en las acotaciones del mismo se muestre la simbología de los rangos considerados en la evaluación.

4. TRABAJOS QUE EJECUTARÁ LA EMPRESA CONTRATISTA

4.1 Red objeto de estudio

La red objeto de estudio se presenta en la siguiente tabla y su desglose por tramo carretero se muestra en el Anexo A:

Red	Longitud Unidireccional (km)	km-estudio Eval.Sup. Fricción
Cuota	7,336	14,672
Corredores Carreteros	9,729	13,797
Red Básica Libre	13,830	15,929
Total	30,895	44,398

4.2 Recorrido e inspección de los tramos carreteros de la red objeto de estudio

Para la auscultación de la Red Carretera Federal Secundaria y las principales carreteras estatales que conectan a la red troncal se realizarán los siguientes trabajos:

- 4.2.1 Para 30,895 km, la obtención a cada 100 m de coordenadas geográficas (latitud, longitud, elevación) y Universal Transverse Mercator (UTM), indicando la zona geográfica correspondiente (de la 11 a la 16)

Se deberán identificar los kilómetros inicial y final de cada tramo carretero, relacionándolos con sus coordenadas correspondientes. Asimismo, se identificarán las señales informativas de kilometraje con sus coordenadas y se relacionará la distancia recorrida desde el inicio de cada tramo hasta cada señal informativa de kilometraje.

Los datos geo-referenciados deberán obtenerse de acuerdo con lo establecido en la Norma SCT para la Infraestructura del Transporte, *N-OPR-CAR-3-01/12 Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales*.

- 4.2.2 Para 44,398 km, la obtención del CF en forma continua, considerando tramos rectos y curvos de la red objeto de estudio.

4.3 Medición del Coeficiente de Fricción

La evaluación del CF se realizará con equipos de medición de alto rendimiento, atendiendo a las características de la red objeto de estudio.

Las mediciones deberán ejecutarse con equipo de rueda oblicua, comúnmente denominado Mu-Meter, el cual mide la resistencia a la fricción (μ), generando un parámetro numérico de la resistencia al deslizamiento de los neumáticos sobre el pavimento.

Las mediciones se realizarán en forma continua, considerando lo siguiente:

- ✓ Medición en tramos rectos.
- ✓ Medición en tramos curvos.
- ✓ Velocidad de la prueba: 75 km/h.
- ✓ Medición en condiciones húmedas.

La prueba de medición del CF deberá apegarse a la Norma SCT para la Infraestructura del Transporte *N-CTR-CAR-1-04-006 Pavimentos. Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente*, la cual hace referencia a la Norma ASTM E670.

Las evaluaciones se realizarán en los tramos carreteros indicados en el Anexo A, con una longitud total de 30,895 km (44,398 km-estudio), de la siguiente manera:

En carreteras con dos carriles de circulación (uno por sentido) se medirá únicamente un carril. Para carreteras con cuatro o más carriles, la medición se realizará en ambos sentidos, en los carriles de baja velocidad (extrema derecha). En todos los casos la medición se deberá realizar en la rodada derecha.

4.4 Medición y recopilación de datos geográficos

Para geo-referenciar las mediciones del CF de cada tramo carretero, se deberá utilizar un sistema de posición global con las siguientes características:

Instrumento de Posicionamiento Global (GPS).- Deberá ofrecer una precisión mínima de +/- 3 m en modalidad de navegación, y de +/- 1 cm en modo estático. Deberá satisfacer el protocolo NMEA – 0183.

El equipo debe tener la capacidad para que los datos generados durante los recorridos estén referenciados correctamente a sus coordenadas geográficas y UTM, así como a la distancia del recorrido. Debe recopilar lecturas o datos a cada 20 m y hacer la corrección en tiempo real con el sistema WAAS (Wide Area Augmentation System).

Para el registro de coordenadas UTM, el equipo deberá contar con un sistema de posicionamiento inercial que combine las coordenadas de un sistema GPS con un sistema eficaz de navegación inercial, para garantizar la precisión de 1 m, incluso en túneles o zonas sin cobertura GPS, a lo largo de 1 km ó 60 segundos de recorrido.

La recopilación y obtención de los datos geo-referenciados deberán atender a la Norma SCT para la Infraestructura del Transporte *N-OPR-CAR-3-01/12 Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales*.

5. RESTRICCIONES PARA LOS TRABAJOS POR EJECUTAR

- 5.1 Los trabajos se realizarán durante el día, fuera de las horas pico de tránsito vehicular. No se deberán realizar las mediciones en presencia de elementos contaminantes que puedan interferir en la obtención de resultados.
- 5.2 Cuando las mediciones se realicen en zonas de curvas, cruces en zonas urbanas, retenes, carreteras en proceso de construcción o conservación, la velocidad para obtener las mediciones será la de operación de la carretera.
- 5.3 La evaluación se deberá realizar estrictamente en los carriles estipulados en estos Términos de Referencia, sin cambiar de carril o rebasar, por la interferencia que esto genera en la obtención de los resultados; el caso fortuito de cambio de carril se debe registrar en la bitácora de medición, para conocimiento de la Dependencia.
- 5.4 En el cálculo de los promedios del CF a cada 1000 m, se eliminarán aquellos valores que registren una variación de la superficie de rodamiento debido a cruces de zonas urbanas, topes, zonas de obras, boyas, vialetas, reductores de velocidad, casetas, zonas de vibradores, etc. Dichos valores deberán ser plenamente identificables y estar geo-referenciados.

6. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA CONTRATISTA

- 6.1 El Licitante deberá presentar en su propuesta técnica, una ruta crítica que contenga las tareas clave que desarrollará antes y durante la ejecución de los trabajos.
- 6.2 La planeación de los trabajos debe incluir la recopilación de la información y su integración en las bases de datos referidas en las diferentes secciones de los presentes Términos de Referencia.
- 6.3 Las brigadas de campo y los equipos de medición deberán contar con todos los elementos y dispositivos de tránsito que garanticen su seguridad y la de los usuarios durante el desarrollo de los trabajos.
- 6.4 Diariamente, antes de iniciar las mediciones, se deberá calibrar la celda de carga, especialmente cuando el equipo sea trasladado largas distancias o por caminos accidentados. Asimismo, se realizará el monitoreo de la presión de los neumáticos y se corregirá la presión de inflado, como especifica la Norma ASTM E670, a fin de evitar variaciones en los resultados.
- 6.5 En la propuesta técnica, el Licitante deberá presentar para todos los equipos la constancia o certificado de acreditación emitido por el fabricante y el protocolo o metodología de calibración utilizada de todos los equipos.
- 6.6 Como parte de la propuesta técnica, el Licitante deberá realizar con su(s) equipo(s), la evaluación de un tramo-prueba de 1 km de longitud, para verificar la calibración de los equipos a través de la repetibilidad de las mediciones, en el tramo que defina la DGST, en

el entendido de que los costos inherentes a la evaluación correrán por parte del Licitante. En caso de que los equipos hayan sido verificados por el Instituto Mexicano del Transporte, deberá presentar la constancia correspondiente, cuya vigencia no deberá exceder de doce meses, en la que conste la repetibilidad de las mediciones.

- 6.7 La CONTRATISTA presentará al Residente del Proyecto de la DGST, dos semanas antes del inicio de los trabajos, por escrito y vía electrónica, el programa de trabajo con las fechas de inicio de evaluación de cada carretera, recorridos diarios, carreteras a evaluar mensualmente, entre otros, para el seguimiento de cada etapa por parte de la DGST.
- 6.8 En el supuesto de cualquier cambio en los equipos de medición inicialmente ofertados, la CONTRATISTA deberá cumplir con todas las características mencionadas con anterioridad y realizar la evaluación del tramo-prueba conforme a lo que determine la DGST.
- 6.9 La CONTRATISTA podrá cancelar y reprogramar la evaluación, previa autorización de la DGST, cuando las condiciones climatológicas sean adversas y cuando los días programados por la misma, presenten circunstancias especiales por las cuales no puedan realizarlas. Quando se re programe la evaluación debido a cambios climatológicos, esto deberá ser informado vía correo electrónico al Residente del Proyecto de la DGST, anexando el listado de los tramos carreteros que se evaluarán en sustitución de los tramos programados que no fueron evaluados debido a las condiciones climatológicas adversas.
- 6.10 Para los tramos en reparación, construcción o mantenimiento, se presentará un listado detallado al Residente del Proyecto de la DGST, donde se indique su ubicación (coordenadas), respaldado con el informe fotográfico que muestre el motivo por el cual no se realizó la evaluación.
- 6.11 La CONTRATISTA deberá proporcionar a la DGST un password de su sistema de rastreo satelital de los equipos, para el seguimiento del programa de trabajo.

7. PERSONAL PROFESIONAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS

La Dependencia requiere que la CONTRATISTA cuente con una estructura mínima organizacional para la ejecución de los trabajos de campo y gabinete formulados en los presentes Términos de Referencia, integrada por un Director de Proyecto, un Gerente de Proyecto, especialistas técnicos y personal de apoyo.

El Licitante deberá incluir en su propuesta técnica el organigrama de la plantilla que realizará el servicio, anexando el Currículum Vitae y copias de las cédulas profesionales de los integrantes de la plantilla. Se requieren los siguientes perfiles de puesto:

- ✓ **Director de Proyecto.** Ingeniero Civil titulado, con Maestría en Vías Terrestres o similar, con experiencia mínima de 10 años en contratos cuyo objeto haya sido estudios, gestión, proyectos, consultorías o servicios en ingeniería de pavimentos para carreteras, debiendo demostrar su experiencia en pavimentos, proyecto geométrico, ingeniería de tránsito y seguridad vial.

Será el representante y responsable directo ante la Dependencia durante el desarrollo de los Servicios.

- ✓ **Gerente de Proyecto.** Ingeniero Civil titulado, con especialidad en Ingeniería de Tránsito o Vías Terrestres, con experiencia mínima de 5 años en contratos cuyo objeto haya sido la evaluación superficial y estructural de los pavimentos empleando equipos de alto rendimiento, con conocimientos comprobables de las tecnologías utilizadas para el levantamiento, procesamiento, interpretación y gestión de la información relacionada con el estado físico de pavimentos; deberá laborar de tiempo completo durante el desarrollo de los Servicios.
- ✓ **Personal para la realización de los estudios de campo.** Personas capacitadas de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de los instrumentos y equipos de medición por utilizar, con experiencia mínima de 3 años, en la prestación de esta clase de servicios.
- ✓ **Personal de gabinete para el procesamiento de los datos obtenidos.** Personas con experiencia mínima de 3 años demostrable, en la prestación de esta clase de servicios o con una acreditación de aptitudes por parte de una institución inherente al ramo.

El Director de Proyecto y el Gerente de Proyecto son los únicos representantes ante la DGST para revisar el programa de trabajo, sus avances, entregables, observaciones, etc., actividades que no son delegables. Una vez concluido el servicio, la CONTRATISTA prestará la asesoría y apoyo técnico necesarios, en la aclaración de dudas y solventación de observaciones.

8. PRODUCTOS A ENTREGAR

- 8.1 **Informe final de resultados.** Se entregará en forma impresa y en archivo electrónico. Contendrá:
- 8.1.1 Análisis estadístico de la base de datos del CF, generando para cada uno de los tramos la distribución de frecuencia, intervalos, límites, anchura y marca de clase, gráficas de los histogramas, polígonos de frecuencia relativa, frecuencia acumulada, frecuencia relativa acumulada y ojiva porcentual.

El análisis deberá presentar las conclusiones sobre las condiciones en que se encuentra cada uno de los tramos carreteros objeto de estudio y concentrar en una tabla general los resultados, categorizando por tipo de red y por parámetro evaluado.
 - 8.1.2 Mapas geo-referenciados, tanto de la República Mexicana como de cada Entidad Federativa, del CF, que muestre para cada una de las carreteras estudiadas el comportamiento registrado y en las acotaciones, los umbrales o rangos que se consideraron en la evaluación.
- 8.2 **Base de Datos** electrónica en formato *.xls y *.bdf que contenga para cada uno de los tramos estudiados lo siguiente:
- 8.2.1 Coordenadas geográficas (latitud, longitud, elevación) y UTM a cada 100 metros, indicando la zona geográfica correspondiente (de la 11 a la 16).

- 8.2.2 Reporte fotográfico en formato *.pptx (Microsoft Power Point), donde se muestre la vista frontal de la carretera y la vista de la superficie de rodamiento a cada kilómetro. Este reporte deberá entregarse por Estado, por tipo de red y por tramo carretero evaluado.
- 8.2.3 Base de datos y gráficas de los resultados de la evaluación del CF a cada 100 m, que muestren los umbrales o rangos establecidos por la DGST, Anexos B y C.

9. PLAZO DE ENTREGA

El plazo para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente será de 200 días naturales y la fecha estimada de inicio de los trabajos será el 15 de abril del presente año. Los informes de los trabajos de campo deberán ser entregados conforme a los plazos estipulados en el programa de trabajo autorizado por la DGST, anexo al Contrato.

10. FORMA Y BASE DE PAGO

Los calendarios de ejecución y pago de los servicios serán los establecidos en la convocatoria a la licitación.

11. PROTECCIÓN DE DATOS

Toda la información que se genere durante el desarrollo de los trabajos es propiedad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por lo que queda prohibida su utilización para fines distintos a los presentes Términos de Referencia.

Elaboró

Autorizó

Ing. Gabriel Atala Barrero
Subdirector de Evaluación

Ing. Guillermo Hernández Mercado
Director de Evaluación de la Infraestructura Regional R-1