

LIBRO: CSV. CONSERVACIÓN
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 3. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA
TÍTULO: 02. Pavimentos
CAPÍTULO: 005. Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas de granulometría densa, ya sea como refuerzo o para reponer la carpeta asfáltica original de carreteras en operación que presente deterioro. No incluye las renivelaciones locales a que se refiere la Norma N·CSV·CAR·3·02·001, *Renivelaciones Locales en Pavimentos Asfálticos*.

B. DEFINICIÓN

Las carpetas asfálticas de granulometría densa son aquellas que se construyen sobre un pavimento existente o para sustituir la carpeta asfáltica deteriorada existente, mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa, cemento asfáltico, modificado o no, en su caso aditivos y adiciones, utilizando generalmente calor como vehículo de incorporación, con la finalidad principal de reforzar la estructura del pavimento, además de restablecer o mejorar las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura. En el caso de mezclas elaboradas en frío, el material asfáltico puede ser en emulsión.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N·LEG·3
Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales	N·PRY·CAR·10·03·001
Riegos de Impregnación	N·CTR·CAR·1·04·004
Riegos de Liga	N·CTR·CAR·1·04·005
Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos	N·CSV·CAR·2·02·001
Sellado de Grietas Aisladas en Carpetas Asfálticas	N·CSV·CAR·2·02·002
Bacheo Superficial Aislado	N·CSV·CAR·2·02·003
Bacheo Profundo Aislado	N·CSV·CAR·2·02·004
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación	N·CSV·CAR·2·05·011
Renivelaciones Locales en Pavimentos Asfálticos	N·CSV·CAR·3·02·001
Capas de Rodadura de un Riego	N·CSV·CAR·3·02·002
Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos	N·CSV·CAR·3·02·006
Recorte de Carpetas Asfálticas	N·CSV·CAR·3·02·007
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	N·CMT·4·04

Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras	N·CMT·4·05·003
Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)	N·CMT·4·05·004
Calidad de Emulsiones Asfálticas	N·CMT·4·05·005
Criterios Estadísticos de Muestreo	M·CAL·1·02
Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos	M·MMP·4·05·005
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa	M·MMP·4·05·034
Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa	M·MMP·4·05·046
Determinación de la Masa por Unidad de Volumen de Cemento Asfáltico de Capas de Mezcla Asfáltica Tendida y Compactada	M·MMP·4·05·061
Índice de Perfil	M·MMP·4·07·002
Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua	M·MMP·4·07·010

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la conservación de carpetas de granulometría densa cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, N·CMT·4·05·004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)* y N·CMT·4·05·005, *Calidad de Emulsiones Asfálticas*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- D.2.** Si, dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, estos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la consideración de la Secretaría para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener, como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra los corrija o los reemplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para realizar la conservación de carpetas de granulometría densa será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo se mantendrá en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado en los trabajos a realizar. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. PLANTA DE MEZCLADO

Contará como mínimo con:

- E.1.1. Secador con inclinación ajustable, colocado antes de las cribas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de la planta, en el caso de mezclas en caliente.
- E.1.2. Pirógrafo. Dispositivo fijo a la salida del secador para registrar automáticamente y de manera continua la temperatura del material pétreo, en el caso de mezclas en caliente.
- E.1.3. Cuando la planta de mezclado sea de producción discontinua (*bachas*), esta llevará cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres (3) tamaños diferentes, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla asfáltica. Las plantas de mezclado de producción continua contarán por lo menos con tres (3) tolvas, una para cada porción de material pétreo que indique el diseño.
- E.1.4. Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con separadores entre ellas, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince (15) minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños. Si la alimentación de las tolvas se realiza con equipo autopropulsado, este estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque migración de material o derrames en compartimentos adyacentes, para evitar la contaminación del material.
- E.1.5. Silo para almacenar y proteger de la humedad a los finos de aportación (*filler*), con sistema para dosificación ajustable, con operación independiente a la del sistema utilizado para el resto de los materiales pétreos.
- E.1.6. Dispositivos para dosificar los materiales pétreos por masa, que permitan un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla asfáltica en cualquier momento para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E.1.7. Equipo para calentar el cemento asfáltico en forma controlada, que garantice que este no se contamine y que esté provisto de un termómetro con rango de veinte (20) a doscientos diez (210) grados Celsius, en el caso de mezclas en caliente.
- E.1.8. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico, con una resolución de más menos dos (± 2) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla asfáltica.
- E.1.9. En su caso, sistema de dosificación de fibras que permita su incorporación en un punto tal que no se provoque su alteración por la flama en el tambor secador o su pérdida por el flujo de gases dentro del tambor mezclador.
- E.1.10. Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado y para monitoreo de la temperatura.
- E.1.11. Dispositivo para recolección de polvo, que impida la pérdida de los finos (material que pasa la malla N°200) y los reincorpore a la mezcla asfáltica, evitando la contaminación ambiental.

E.2. PAVIMENTADORAS

Autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la mezcla asfáltica que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y áreas que establezca el proyecto o procedimiento constructivo que apruebe la Secretaría. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la mezcla asfáltica de granulometría densa, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de nivel de espesores, así como sensores de temperatura para asegurar que la mezcla mantenga una temperatura homogénea durante el tendido indicado en el diseño.

En el caso de que se requiera aplicar el riego de liga en forma sincronizada con el tendido de la mezcla, las pavimentadoras contarán además con un sistema capaz de proporcionar a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico para el riego sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas, que incluya un tanque de almacenamiento del material asfáltico, medidores de presión, dispositivos para la medición del volumen que se aplique, bomba y barras de circulación completas con sistema de calentamiento, que puedan ajustarse verticalmente.

Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas libres de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que afecte las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Secretaría, a su juicio, podrá permitir al Contratista de Obra terminar el tendido del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el tendido se podrá reiniciar sólo cuando los controles automáticos funcionen adecuadamente.

Además, se contará con un equipo de transferencia para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente en las tolvas de estas, mejorando la homogeneidad del material y su temperatura, así como la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica compacta.

E.3. COMPACTADORES

E.3.1. Compactadores de rodillos metálicos

Autopropulsados, con capacidad de ejercer energía estática o dinámica vibratoria, reversibles, provistos de un sistema de rocío por agua y de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40 in), en todos los casos.

E.3.2. Compactadores neumáticos

Remolcados o autopropulsados. Tendrán nueve (9) ruedas como mínimo, de igual tamaño, montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas, dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran, en una pasada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas serán lisas, con un ancho de la banda de rodadura de ciento noventa coma cinco (190,5) milímetros (7,50 in), rin de treinta y ocho (38) centímetros (15 in), de cuatro (4) capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante, con una tolerancia máxima de treinta y cuatro coma cinco (34,5) kilopascales (5 lb/in²).

E.4. BARREDORAS MECÁNICAS

Autopropulsadas o remolcadas, contarán con una escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuado según el material por remover y la superficie por barrer sin afectar la integridad de la superficie.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, N·CMT·4·05·004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)* y N·CMT·4·05·005, *Calidad de Emulsiones Asfálticas*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

- F.1.** El transporte de la mezcla asfáltica se hará siempre sobre superficies pavimentadas, en vehículos con caja cerrada, protegidos con lona y libres de contaminantes externos que afecten su calidad y desempeño.
- F.2.** La distancia del transporte de la mezcla asfáltica, ya sea en caliente o en frío, será tal que permita mantener sus propiedades óptimas hasta su aplicación. En el caso de las mezclas asfálticas en caliente, el tiempo de recorrido no excederá de uno coma cinco (1,5) horas, para evitar el escurrimiento del cemento asfáltico; pero la distancia de transporte nunca será mayor de sesenta (60) kilómetros, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel entre la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la distancia de transporte. En el tiempo transcurrido, el Contratista de Obra garantizará que la mezcla asfáltica llegue a la temperatura indicada para alcanzar la densificación señalada en el proyecto.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de carpetas de granulometría densa, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

G.2. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

- G.2.1.** Los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas de granulometría densa para los trabajos de conservación, se mezclarán con las proporciones indicadas en el diseño para producir una mezcla asfáltica homogénea, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.2.2.** El diseño será responsabilidad del Contratista de Obra, aplicando el método de diseño que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.2.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la elaboración de la carpeta de granulometría densa, no se obtiene una mezcla con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras estas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas de granulometría densa:

- G.3.1.** Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2.** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.3.3.** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y se trate de mezclas en caliente, o de los cuatro (4) grados Celsius si se trata de mezclas en frío.
- G.3.4.** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja, en el caso de mezclas asfálticas en caliente. Sin embargo, pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra, lejos de cualquier fuente de calor artificial, de manera que no se altere la medición.

G.4. TRABAJOS PREVIOS

- G.4.1.** Antes de iniciar los trabajos de conservación de la carpeta de granulometría densa, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·10·03·001, *Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales*, como se indica en la Norma N·CSV·CAR·2·05·011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación*, y contará con los bandereros que se requieran, considerando por lo menos cuatro (4), tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*. En ningún caso se permitirá la construcción de la carpeta de granulometría densa mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.
- G.4.2.** Cuando así lo indique el proyecto, previo a la construcción de la carpeta de granulometría densa se hará un fresado continuo, conforme a lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*, que abarque toda la superficie por cubrir, eliminando los deterioros superficiales de la carpeta original según sea el caso, conforme a las Normas N·CSV·CAR·2·02·002, *Sellado de Grietas Aisladas en Carpetas Asfálticas*, N·CSV·CAR·2·02·003, *Bacheo Superficial Aislado* y N·CSV·CAR·2·02·004, *Bacheo Profundo Aislado*.
- G.4.3.** Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta de granulometría densa, la superficie de la carpeta existente estará debidamente preparada, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades o depresiones y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.
- G.4.4.** Previamente a la construcción de la carpeta de granulometría densa, las estructuras contiguas a la carretera, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la construcción de la carpeta, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza e integridad estructural en que se hallaban.
- G.4.5.** Los acarreos de la mezcla hasta el sitio de su utilización se harán en tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta de granulometría densa se distribuya sobre todo el ancho de esta, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Contratista de Obra reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo.

G.5. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

- G.5.1.** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla asfáltica es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla cumpla con los requerimientos establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría y atenderá lo indicado en la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.
- G.5.2.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la calidad de la mezcla asfáltica difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo, hasta que la mezcla cumpla con los requerimientos establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

- G.5.3.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla asfáltica a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material.

G.6. TRAMO DE PRUEBA

Sobre la superficie donde se construirá la carpeta de granulometría densa, el Contratista de Obra ejecutará previamente un tramo de prueba con una longitud de cuatrocientos (400) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que se utilizarán, considerando que:

- G.6.1.** La construcción del tramo de prueba se hará cumpliendo con todo lo establecido en esta Norma.
- G.6.2.** Una vez compactada la carpeta de granulometría densa del tramo de prueba, se comprobará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H. de esta Norma. En caso contrario, el Contratista de Obra construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que cumpla con lo indicado en dicha Cláusula.
- G.6.3.** Si el tramo de prueba construido cumple con lo indicado en el Inciso anterior, podrá considerarse como parte de la obra y será objeto de medición y pago, de lo contrario no se medirá ni pagará y el Contratista de Obra lo sustituirá por su cuenta y costo cumpliendo con la calidad indicada en el proyecto.

G.7. TENDIDO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

- G.7.1.** Después de elaborada la mezcla asfáltica, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de mezcla sin compactar de espesor uniforme, según lo indicado en el diseño. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica puede tenderse y terminarse a mano.
- G.7.2.** En el caso de mezclas asfálticas en caliente, esta será tendida hasta que su temperatura sea igual a la temperatura de fabricación indicada en su diseño; la consistencia del cemento asfáltico se obtendrá mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·4·05·005, *Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos*.
- G.7.3.** El Contratista de Obra determinará, mediante la curva viscosidad-temperatura del material asfáltico utilizado, las temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la mezcla asfáltica. En el caso de emplear asfalto modificado, el proveedor de este entregará al Contratista de Obra la curva de viscosidad-temperatura que indique las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto, considerando que la consistencia del cemento asfáltico se obtendrá mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·4·05·005, *Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos*.
- G.7.4.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta asfáltica de granulometría densa se aplicará un riego de liga en toda la superficie, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·005, *Riegos de Liga*.
- G.7.5.** Cuando se trate de una reposición total de la carpeta existente y si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, antes de iniciar el tendido de la carpeta asfáltica de granulometría densa, la base se impregnará de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·004, *Riegos de Impregnación*. Es responsabilidad del Contratista de Obra establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta asfáltica de granulometría densa.
- G.7.6.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora. Cuando el número de ejes equivalentes (ΣL) de ocho coma dos (8,2) toneladas del proyecto sea mayor a un millón (1 000 000) de ejes o cuando el proyecto así lo requiera, se utilizará equipo de transferencia.

- G.7.7.** Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, estas se ligarán con el cemento asfáltico que se utilice en la mezcla o con emulsión asfáltica de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras en batería.
- G.7.8.** La cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a noventa (90) grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido.
- G.7.9.** Se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas de tres (3) a cinco (5) centímetros y que el control del espesor sea ajustado de tal manera que el material quede ligeramente por arriba de la capa previamente tendida para que, al ser compactada, la carpeta quede con los niveles y dentro de las tolerancias establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.7.10.** De ser necesario, la mezcla asfáltica de granulometría densa se extenderá en capas sucesivas, con un espesor en función del tamaño nominal del material pétreo de la mezcla asfáltica no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar, como se indica en la Fracción G.8. de esta Norma, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto. En el caso de mezclas asfálticas en caliente, cuando el tendido se haga por capas, la capa sucesiva no se tenderá hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor de setenta (70) grados Celsius en su punto medio.
- G.7.11.** Cada capa de mezcla asfáltica se colocará cubriendo como mínimo el ancho total de un carril y no será mayor de diez (10) centímetros de espesor.
- G.7.12.** Durante el tendido de la mezcla asfáltica, la tolva de descarga de la pavimentadora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla asfáltica si existe segregación. Como se indica en el Inciso G.7.6. de esta Norma, se utilizará equipo de transferencia para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que el camión vacíe directamente a las tolvas de estas, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica.
- G.7.13.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora que presenten residuos de mezcla asfáltica.
- G.7.14.** La longitud de tendido de la mezcla asfáltica es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores que los que puedan ser compactados de inmediato.
- G.7.15.** En el caso de mezclas en caliente, el tiempo de almacenamiento previo al tendido de la mezcla asfáltica no excederá de treinta (30) minutos, sin contar con el tiempo de transportación al que se refiere la Fracción F.2. de esta Norma, por lo que habrá una coordinación adecuada entre la producción, el transporte y la colocación de la mezcla.

G.8. COMPACTACIÓN

- G.8.1.** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada, a la temperatura indicada de acuerdo con la curva viscosidad-temperatura para el caso de mezclas asfálticas en caliente.
- G.8.2.** La mezcla asfáltica se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.8.3.** La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

- G.8.4.** En el caso de las juntas transversales, el compactador de rodillo ingresará de manera paralela a la junta y estará ubicado sobre la capa anterior compactada, a una distancia equivalente a dos tercios ($\frac{2}{3}$) del ancho del rodillo del compactador, de manera que el tercio restante del compactador esté colocado sobre la nueva capa tendida, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

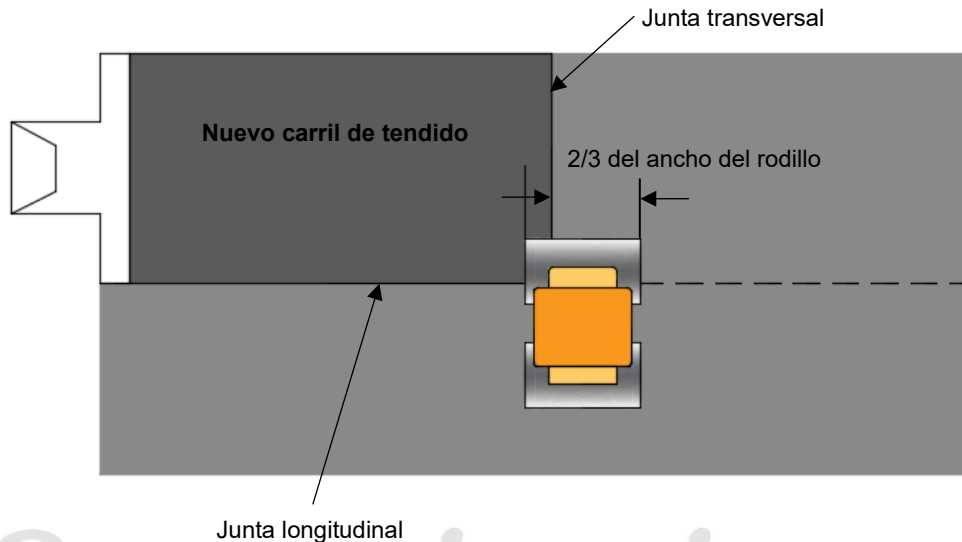


FIGURA 1.- Traslape con compactador de rodillo

- G.8.5.** El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor.
- G.8.6.** En el caso de mezclas en caliente, la compactación se terminará cuando la mezcla tenga una temperatura igual o mayor que la mínima conveniente para la compactación, que haya determinado el Contratista de Obra conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. de esta Norma.
- G.8.7.** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación sobre la carpeta de granulometría densa recién compactada por periodos prolongados, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.
- G.8.8.** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla asfáltica se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la carpeta asfáltica.

G.9. ACABADO

- G.9.1.** Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de la carpeta asfáltica de granulometría densa, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual a uno coma cinco (1,5) veces el espesor de la carpeta asfáltica, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien, directamente en las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.
- G.9.2.** La superficie de la carpeta quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes.
- G.9.3.** En el caso de mezclas en frío, la carpeta asfáltica de granulometría densa permanecerá cerrada al tránsito hasta que el material asfáltico rompa totalmente o haya fraguado y no exista el riesgo de deterioro prematuro de la superficie de la carpeta.

G.10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Durante la construcción de la carpeta asfáltica de granulometría densa, el Contratista de Obra tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas, la flora y la fauna, sujetándose en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G.11. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la carpeta asfáltica de granulometría densa hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando el tramo sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la carpeta asfáltica de granulometría densa, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción de franja tendida, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

H.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

- H.1.1.** Que los materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la mezcla asfáltica, así como los materiales asfálticos empleados en los riegos de impregnación y de liga, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. y D.2. de esta Norma.
- H.1.2.** Que las características de la mezcla asfáltica hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, según lo indicado en la Fracción D.1. de la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.
- H.1.3.** En su caso, que la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación, haya sido igual que la temperatura mínima de compactación determinada mediante la curva viscosidad-temperatura del material asfáltico utilizado o, en su caso, que haya indicado el proveedor del asfalto modificado, respetando los límites de temperatura establecidos en el diseño.
- H.1.4.** Que la masa de cemento o residuo asfáltico por unidad de volumen de la mezcla tendida y compactada determinada en núcleos extraídos aleatoriamente, según lo indicado en el Manual M·MMP·4·05·061, *Determinación de la Masa por Unidad de Volumen de Cemento Asfáltico de Capas de Mezcla Asfáltica Tendida y Compactada*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- H.1.5.** Que el grado de compactación de la carpeta asfáltica de granulometría densa, cuando se haya diseñado conforme al Manual M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa* o al M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, una vez compactada, determinada en núcleos extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

H.1.5.1. El número de núcleos por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

c = Número de núcleos por extraer, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo, (m)

- H.1.5.2.** Los núcleos se extraerán sin dañar la carpeta asfáltica contigua a estos.
- H.1.5.3.** Tan pronto se concluya la extracción de los núcleos, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.
- H.1.5.4.** Todos los grados de compactación que se determinen en los núcleos estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.1.6.** Que la masa de cemento asfáltico por unidad de volumen, la susceptibilidad a la humedad y la susceptibilidad a la deformación permanente de la carpeta asfáltica de granulometría densa, cuando se haya diseñado de acuerdo con el Manual M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, una vez compactada, determinadas en núcleos extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:
- H.1.6.1.** Se extraerán seis (6) núcleos por cada tramo de un (1) kilómetro o fracción de cada franja tendida y compactada en una jornada de trabajo.
- H.1.6.2.** Los núcleos se extraerán sin dañar la carpeta asfáltica contigua a los mismos.
- H.1.6.3.** Tan pronto se concluya la extracción de los núcleos, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.
- H.1.6.4.** Todas las susceptibilidades a la humedad y las susceptibilidades a la deformación permanente que se determinen en los núcleos estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.1.6.5.** Los valores de la masa de cemento asfáltico por unidad de volumen de la mezcla tendida y compactada, obtenidos de los núcleos extraídos, estarán dentro del valor establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

H.2. ÍNDICE DE PERFIL

Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada, en cada franja de tendido de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de treinta y un (31) centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. Se podrán aceptar índices de perfil hasta de cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro, en cuyo caso se aplicarán al Contratista de Obra los factores de sanción por incumplimiento de calidad a que se refiere el Párrafo H.2.3.1. de esta Norma. En los casos de carriles de aceleración y desaceleración, ampliaciones en paraderos o cuñas de transición en entronques a nivel, no se medirá el índice de perfil. El Contratista de Obra hará esta comprobación conforme al Manual M·MMP·4·07·002, *Índice de Perfil*, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la terminación de la compactación, considerando lo que a continuación se señala. La Secretaría evaluará diariamente los resultados que se obtengan.

H.2.1. Equipo

El Contratista de Obra dispondrá y mantendrá durante el tiempo que dure la obra, de un perfilógrafo tipo California que cumpla con lo indicado en el Manual M·MMP·4·07·002, *Índice de Perfil*. Antes de su utilización, el equipo se calibrará como se indica en ese Manual, pudiendo la Secretaría verificar la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el perfilógrafo presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la evaluación en tanto que el Contratista de Obra lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago, carpetas asfálticas de granulometría densa que no hayan sido comprobadas conforme al Manual arriba indicado.

H.2.2. Tramo de prueba

Para que el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma sea aceptado por la Secretaría, tendrá un índice de perfil de treinta y un (31) centímetros por kilómetro como máximo.

H.2.3. Determinación del índice de perfil

- H.2.3.1.** La obtención del índice de perfil, en cada franja de tendido, se hará a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte (90 ± 20) centímetros de la orilla interior de la franja de tendido por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos (200) metros, con el propósito de establecer subtramos en los que se otorgue al Contratista de Obra un estímulo por mejoramiento de calidad o se le aplique una sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, según la calidad obtenida en la superficie terminada y de acuerdo con el criterio establecido en la Cláusula J. de esta Norma. La carpeta asfáltica de granulometría densa que se construya en carriles de aceleración y desaceleración, ampliaciones en paraderos o cuñas de transición de entronques a nivel, no estará sujeta a sanciones o estímulos.
- H.2.3.2.** Cuando la longitud de un subtramo construido en un día de trabajo no alcance los doscientos (200) metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil se hará tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de las cuarenta y ocho (48) horas de terminado el último subtramo de ese día. Si el Contratista de Obra no es el responsable del tendido de un tramo subsecuente, no se medirá el índice de perfil en los cinco (5) últimos metros del tendido de su tramo.
- H.2.3.3.** Si el índice de perfil determinado en alguna franja de tendido de un subtramo de doscientos (200) metros o fracción, resulta menor de veintiséis coma un (26,1) centímetros por kilómetro, el Contratista de Obra se hará acreedor a un estímulo por mejoramiento de calidad, calculado con base en el precio unitario de la carpeta asfáltica de granulometría densa. En su caso, el estímulo se determinará mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2.4. Índice de perfil promedio diario

- H.2.4.1.** Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario resulta mayor de cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro, se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta asfáltica de granulometría densa, hasta que el Contratista de Obra corrija la carpeta defectuosa, según se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma. Para reanudar la construcción de la carpeta, el Contratista de Obra construirá otro tramo de prueba según lo indicado en la Fracción G.6. de esta Norma, como si se tratara del inicio de los trabajos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

H.2.4.2. Para determinar el índice de perfil promedio diario se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 1 de esta Norma, en el que, para un mismo día de trabajo y cada franja de tendido y subtramo, se anota el índice de perfil obtenido. Se calcula el promedio aritmético de todos los índices de perfil obtenidos el mismo día y se anota en el último renglón del formato. Si el tramo tiene más de dos (2) franjas de tendido, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de franjas de tendido. Los índices de perfil que se obtengan en subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, serán registrados en la columna correspondiente, pues los valores originales se conservarán sin alterar.

TABLA 1.- Formato para el cálculo del índice de perfil promedio diario

Fecha de construcción:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		<i>I_p</i> cm/km		<i>I_{p_c}</i> cm/km		
del km	al km	del km	al km	Franja de tendido 1	Franja de tendido 2	Fecha de obtención	Franja de tendido 1	Franja de tendido 2
+ —	+ —	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
+ —	+ —	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
+ —	+ —	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					

$\bar{I}_p =$

I_p = Índice de perfil original del subtramo y franja de tendido correspondientes.
I_{p_c} = Índice de perfil después de corregido el subtramo y franja de tendido correspondientes.
 \bar{I}_p = Índice de perfil promedio diario. Promedio aritmético de todos los *I_p* obtenidos en un mismo día, (cm/km).

[1] Tramo de 1 km o fracción.
 [2] Subtramo de 200 m o fracción.

H.2.5. Corrección de la superficie de la carpeta asfáltica de granulometría densa

- H.2.5.1.** El Contratista de Obra realizará las correcciones de la superficie de la carpeta asfáltica de granulometría densa que se requieran para obtener el índice de perfil adecuado.
- H.2.5.2.** Después de obtenido el índice de perfil de cada franja de tendido en un subtramo de doscientos (200) metros, todas aquellas áreas en las que el perfilograma presente una desviación igual a un (1) centímetro o mayor, en siete coma cinco (7,5) metros o menos, serán corregidas mediante fresado, conforme a lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil (*I_p*) del subtramo para comprobar el cumplimiento de lo aquí estipulado.
- H.2.5.3.** Una vez realizadas las correcciones individuales de todas las desviaciones a que se refiere el Párrafo anterior, cualquier subtramo de doscientos (200) metros que presente un índice de perfil mayor de cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro en cualquiera de sus franjas de tendido, será corregido mediante alguno de los procedimientos que se indican a continuación u otros que apruebe la Secretaría. En cualquier caso, concluida la corrección se determinarán nuevamente los índices de perfil de todas las franjas de tendido del subtramo para comprobar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

- a) Fresado continuo de la superficie de la carpeta asfáltica, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la calzada en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, para reducir el índice de perfil a cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro o menos. Sobre la superficie fresada, se colocará un tratamiento superficial aprobado por la Secretaría, con un espesor de dos (2) centímetros como mínimo, a menos que el proyecto establezca la construcción de una capa de granulometría abierta o semiabierta.
- b) Colocación sobre la carpeta asfáltica, de una sobrecarpeta de tres (3) centímetros de espesor como mínimo, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la calzada en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, elaborada con la misma mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, que cumpla con todo lo indicado en esta Norma y tenga un índice de perfil de cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro como máximo.

H.2.5.4. Cuando el índice de perfil de alguna franja de tendido de un subtramo de doscientos (200) metros o fracción esté entre treinta y uno coma uno (31,1) y cuarenta y seis (46) centímetros por kilómetro, el Contratista de Obra podrá elegir entre corregir la superficie terminada como se indica en el Párrafo H.2.5.3. de esta Norma, o aceptar una sanción por incumplimiento de calidad calculada con base en el precio unitario de la carpeta asfáltica de granulometría densa, mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2.5.5. Todos los trabajos de corrección serán por cuenta y costo del Contratista de Obra, y previamente a su ejecución, los procedimientos de corrección de la superficie de la carpeta asfáltica de granulometría densa serán sometidos a la aprobación de la Secretaría. No se permitirá efectuar trabajos de corrección con equipos de impacto que puedan dañar la estructura del pavimento, ni con resanes superficiales adheridos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen por motivo de las correcciones, serán imputables al Contratista de Obra.

H.2.5.6. Todos los trabajos de corrección de la superficie de la carpeta asfáltica se efectuarán antes de que se comprueben sus líneas, pendientes y espesores, como se indica en la Fracción H.3. de esta Norma, salvo que la corrección se realice mediante una sobrecarpeta, en cuyo caso la comprobación de los espesores se hará antes de colocarla.

H.3. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta asfáltica de granulometría densa, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

- H.3.1.** Previamente a la construcción de la carpeta asfáltica, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de este, en puntos ubicados a una distancia (B) igual al semiancho de la corona de la carpeta ($A/2$) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre estos y el eje ($B/2$) y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, sin considerar las ampliaciones en curvas, ni los carriles de aceleración o desaceleración, las ampliaciones en paraderos o las cuñas de transición en entronques a nivel. Cuando existan estos elementos, en las mismas secciones a cada veinte (20) metros de los carriles principales, adicionalmente se nivelarán los puntos en sus orillas, para el posterior cálculo de las pendientes transversales, como se indica en el Inciso siguiente.

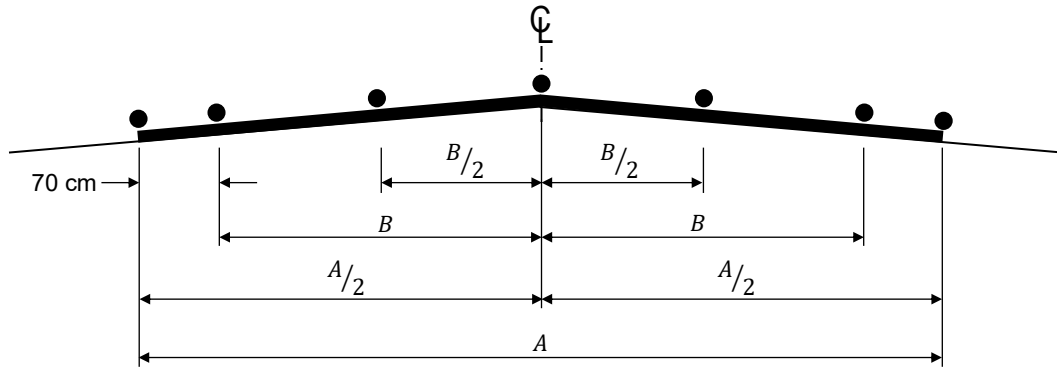


FIGURA 2. - Ubicación de los puntos por nivelar

H.3.2. Una vez compactada la carpeta asfáltica de granulometría densa, comprobados sus índices de perfil y, en su caso, hechas las correcciones a que se refiere el Inciso H.2.5. de esta Norma, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.3.1. de esta Norma, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta, para comprobar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Tolerancias para líneas y pendientes

Característica	Tolerancia
Ancho de la carpeta asfáltica, del eje a la orilla	-1 cm y no mayor que el ancho de proyecto
Pendiente transversal respecto a proyecto	± 0,5 %

H.3.3. Si para corregir la superficie de la carpeta asfáltica se opta por colocar una sobrecarpeta como se señala en el Punto b) del Párrafo H.2.5.3. de esta Norma o por cualquier otro procedimiento aprobado por la Secretaría que eleve esa superficie, antes de su ejecución se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso H.3.1. de esta Norma, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta antes de ser corregida.

H.3.4. Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

H.3.5. A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos H.3.1., H.3.2. y H.3.3. de esta Norma, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada, los que serán iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, cumplirán con lo establecido en los Incisos H.3.6. y H.3.7. de esta Norma.

H.3.6. El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo estará comprendido entre noventa y ocho (98) centésimos del espesor de proyecto y el espesor de proyecto:

$$0,98 e \leq \bar{e} \leq e$$

Donde:

e = Espesor de proyecto, (cm)

\bar{e} = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), el cual no será mayor que el espesor de proyecto, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

e_i = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

n = Número de determinaciones hechas en el tramo

H.3.7. La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo será igual a diez (10) centésimos del espesor promedio o menor:

$$\sigma_e \leq 0,10 \bar{e}$$

Donde:

σ_e = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n - 1}}$$

\bar{e} , e_i y n tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

H.4. COEFICIENTE DE FRICCIÓN (CF)

Cuando el proyecto no establezca la construcción de una capa de rodadura con mezcla asfáltica, en caliente o en frío, sobre la carpeta asfáltica:

H.4.1. Que la superficie de rodadura de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada, haya tenido un coeficiente de fricción en condiciones de pavimento mojado, entre cero coma sesenta y uno (0,61) y cero coma noventa (0,90), medido de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·4·07·010, *Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua*, a una velocidad de sesenta y cinco (65) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada franja de tendido. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura compactada. Para ello, el Contratista de Obra dispondrá de un equipo de rueda oblicua que cumpla con el Manual mencionado, debidamente calibrado. La Secretaría verificará la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el equipo de rueda oblicua presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la medición en tanto que el Contratista de Obra lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago tramos que no hayan sido comprobados. En su caso, la carpeta asfáltica de granulometría densa será corregida de acuerdo con lo indicado en el Inciso H.2.5. de esta Norma.

H.4.2. Cuando el coeficiente de fricción de una carpeta asfáltica de granulometría densa compactada, sea menor de cero coma sesenta y uno (0,61), el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada mediante la colocación de una capa de rodadura de un riego, conforme a lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·002, *Capas de Rodadura de un Riego*, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la calzada en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples. La corrección también podrá hacerse mediante alguno de los procedimientos indicados en los Puntos a) y b) del Párrafo H.2.5.3. de esta Norma, en cuyo caso, una vez concluida, se determinarán nuevamente el coeficiente de fricción y los índices de perfil de todas las franjas de tendido del subtramo, para comprobar el cumplimiento de lo estipulado tanto en el Inciso anterior como en la Fracción H.2. de esta Norma.

H.5. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO

Que, una vez terminada la carpeta asfáltica de granulometría densa, la superficie del pavimento esté limpia, atendiendo lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*.

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$V = L \times \bar{e} \times \bar{a}$$

Donde:

V = Volumen de la carpeta asfáltica de granulometría densa de cada tramo de un (1) km o fracción, (m³)

L = Longitud del tramo, (m)

\bar{e} = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, obtenido como se indica en el Inciso H.3.6. de esta Norma, (m)

\bar{a} = Ancho promedio de la carpeta asfáltica de granulometría densa, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta asfáltica, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso H.3.2. de esta Norma, (m). El ancho promedio de la carpeta asfáltica no será mayor que el ancho de proyecto.

Para el cálculo del volumen e importe por pagar en cada tramo se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 3 de esta Norma.

TABLA 3.- Formato para el cálculo de los volúmenes, los estímulos o sanciones y los importes a pagar

Tramo [1]		L m	\bar{e} m	\bar{a} m	V m ³	PU \$	Importe [2] \$	\bar{F}	E \$
del km	al km								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								

Sumas = \$ \$

Importe total = \$

L = Longitud del tramo correspondiente.

\bar{e} = Espesor promedio del tramo correspondiente (no será mayor que el espesor de proyecto).

\bar{a} = Ancho promedio del tramo correspondiente (no será mayor que el ancho de proyecto).

V = Volumen del tramo correspondiente ($V = L \times \bar{e} \times \bar{a}$).

PU = Precio unitario de la carpeta asfáltica de granulometría densa.

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo correspondiente, obtenido de la Tabla 5 de esta Norma.

E = Estímulo o sanción para el tramo correspondiente ($E = V \times PU \times \bar{F}$).

[1] Tramo de 1 km o fracción.

[2] Importe de la carpeta asfáltica de granulometría densa (Importe = $V \times PU$).

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta asfáltica terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta asfáltica de granulometría densa y para los riegos de impregnación y de liga, así como de los aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran, incluyendo mermas y desperdicios. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas.
- Desmonte y despalde de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarrees de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y, en su caso, fibras, para mezclas en caliente.
- Dosificación y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos y, en su caso, fibras, para mezclas en frío.
- En su caso, fresado de la superficie sobre la que se construirá la carpeta asfáltica de granulometría densa, según lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*.
- En su caso, recorte de la carpeta original sobre la que se construirá la carpeta asfáltica de granulometría densa, según lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·007, *Recorte de Carpetas Asfálticas*.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta asfáltica de granulometría densa.
- En su caso, aplicación del riego de impregnación según lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·004, *Riegos de Impregnación*.
- Aplicación del riego de liga según lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·005, *Riegos de Liga*.
- Cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte y acarreo al lugar de tendido.
- Tendido y compactación de la mezcla asfáltica.
- Formación y compactación del chaflán.
- Equipo de alumbrado y su operación.
- Limpieza de la superficie del pavimento según lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la carpeta asfáltica de granulometría densa hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto, excepto el señalamiento de protección que se pagará por separado, conforme a la Norma N·CSV·CAR·2·05·011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación*.

Cuando así sea establecido en el contrato y procedan estímulos por mejoramiento de calidad o sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con los índices de perfil de la carpeta asfáltica de granulometría densa que se obtengan según se señala en la Fracción H.2. de esta Norma, se pagará al Contratista de Obra una bonificación o se le hará una deducción, según corresponda, calculada para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, medido como se indica en la Cláusula I. de esta Norma, mediante la siguiente fórmula:

$$E = V \times PU \times \bar{F}$$

Donde:

E = Estímulo por pagar como bonificación cuando resulta positivo o sanción aplicada como deducción cuando resulta negativo, para cada tramo de un (1) km o fracción, (\$)

V = Volumen de la carpeta asfáltica de granulometría densa del tramo, (m³)

PU = Precio unitario de la carpeta asfáltica de granulometría densa fijado en el contrato, (\$/m³)

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo. Promedio aritmético de los factores de estímulo o sanción (F_j) para cada subtramo de doscientos (200) metros en cada franja de tendido, tomados de la Tabla 4 de esta Norma, (adimensional)

TABLA 4.- Factores de estímulo o sanción, según el índice de perfil

Índice de perfil (I_p) ^[1] cm / km	Factores de estímulo o sanción (F_j)	
10,0 o menos	Estímulo	+ 0,05
10,1 a 14,0		+ 0,04
14,1 a 18,0		+ 0,03
18,1 a 22,0		+ 0,02
22,1 a 26,0		+ 0,01
26,1 a 31,0	0	
31,1 a 34,0	Sanción	- 0,02
34,1 a 37,0		- 0,04
37,1 a 40,0		- 0,06
40,1 a 43,0		- 0,08
43,1 a 46,0		- 0,10
Mayor de 46,0	CORREGIR	

[1] Para cada tramo de 200 m o fracción en cada franja de tendido.

Para calcular el factor promedio de estímulo o sanción (\bar{F}) se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 5 de esta Norma, en el que, para cada franja de tendido y subtramo, se anota el factor de estímulo o sanción (F_j) tomado de la Tabla 4 de esta Norma, de acuerdo con el índice de perfil (I_p) obtenido de la Tabla 1 de esta Norma y se calcula el promedio aritmético de todos los factores de estímulo o sanción (F_j) de cada tramo, que se anota en la última columna del formato, en el cuadro correspondiente. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, el factor de estímulo o sanción (F_j) correspondiente se determina con base en el índice de perfil (I_{p_c}) logrado después de la corrección. Si el tramo tiene más de dos (2) franjas de tendido, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de franjas de tendido.

Asimismo, para calcular el estímulo o la sanción (E) de cada tramo, se puede usar la Tabla 3 de esta Norma, en la que se anotan los factores promedio de estímulo o sanción (\bar{F}) correspondientes, calculados en la Tabla 5 de esta Norma.

TABLA 5.- Formato para el cálculo del factor promedio de estímulo o sanción de cada tramo

Mes: Año:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		Franja de tendido 1			Franja de tendido 2			\bar{F}
del km	al km	del km	al km	Día ^[3]	I_p cm/km	F_j	Día ^[3]	I_p cm/km	F_j	
_+__	_+__	+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
_+__	_+__	+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
_+__	_+__	+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							
		+___	+___							

I_p = Índice de perfil del subtramo y franja de tendido correspondientes, obtenido de la Tabla 1 de esta Norma. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, se utiliza el índice de perfil (I_{p_c}) logrado después de la corrección.

F_j = Factor de estímulo o sanción para el subtramo y franja de tendido correspondientes, obtenido de la Tabla 4 de esta Norma.

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción. Promedio aritmético de los F_j del tramo correspondiente.

[1] Tramo de 1 km o fracción.

[2] Subtramo de 200 m o fracción.

[3] Día en el que se construyó o corrigió la carpeta asfáltica con mezcla en caliente.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las carpetas asfálticas de granulometría densa, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la construcción de la carpeta asfáltica de granulometría densa, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando el tramo sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
Dirección General de Servicios Técnicos
Av. Coyoacán 1895
Col. Acacias, Benito Juárez, 03240
Ciudad de México
www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
Km 12+000, Carretera Estatal No. 431
"El Colorado-Galindo", San Fandila,
Pedro Escobedo, 76703, Querétaro
<https://normas.imt.mx>
normas@imt.mx