

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA

TÍTULO: 04. Pavimentos

CAPÍTULO: 008. Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío son aquéllas que se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas capas no tienen función estructural pues generalmente se construyen con espesores menores de cuatro (4) centímetros, sobre una base impregnada o una carpeta asfáltica.

De acuerdo con su función, la granulometría del material pétreo que se utilice y el procedimiento constructivo, se clasifican en:

B.1. CAPAS DE RODADURA DE MORTERO ASFÁLTICO

Las capas de rodadura de mortero asfáltico son las que se construyen mediante el tendido de una mezcla elaborada generalmente en frío, de materiales pétreos de granulometría fina y cemento asfáltico, modificado o no, en emulsión o rebajado con solventes, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad, así como corregir desprendimientos menores.

B.2. CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS

Las capas de rodadura por el sistema de riegos son las que se construyen mediante la aplicación de uno o dos riegos de un material asfáltico, intercalados con una, dos o tres capas sucesivas de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, con el objeto de hacer resistente al derrapamiento y proteger contra el desgaste la superficie de rodadura. Pueden ser, según el número de capas de material pétreo que se aplique, de uno, de dos y de tres riegos. Las capas de rodadura de un riego o la última capa de las de dos o tres riegos, pueden ser premezcladas o no.

C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, la norma E 670-94 (2000) *Standard Test for Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter*, publicada por la *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Riegos de Impregnación	N-CTR-CAR-1-04-004
Riegos de Liga	N-CTR-CAR-1-04-005
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	N-CMT-4-04
Calidad de Materiales Asfálticos	N-CMT-4-05-001
Calidad de Materiales Asfálticos Modificados	N-CMT-4-05-002
Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras ...	N-CMT-4-05-003

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, N-CMT-4-05-002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados* y N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, 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, éstos 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 las corrija o los remplace 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 la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, 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 estará mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. 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 remplace 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. MEZCLADORAS/EXTENDEDORAS MÓVILES

Para capas de rodadura de mortero asfáltico, las mezcladoras/extendedoras móviles serán autopropulsables y contarán con:

- E.1.1.** Tolva capaz de recibir los materiales pétreos directamente de los camiones.
- E.1.2.** Depósitos para el material fino (filler), el material asfáltico, los aditivos y el agua.
- E.1.3.** Dispositivos para la dosificación de los materiales. La bomba de presión, así como los dispositivos de medición del material pétreo y del material asfáltico, estarán regulados y calibrados, además serán revisados periódicamente para que el mortero se elabore con la dosificación adecuada, según la Fracción G.2. de esta Norma.
- E.1.4.** Cámara mezcladora que asegure la correcta incorporación de los materiales para producir un mortero uniforme, que cuente con una compuerta para el control de la descarga. El mecanismo de mezclado será examinado diariamente para detectar desgastes excesivos o un funcionamiento defectuoso.
- E.1.5.** Barra rociadora para humedecer la superficie por cubrir.
- E.1.6.** Distribuidor que asegure un flujo continuo y un extendido uniforme en todo el ancho de aplicación del mortero asfáltico.

E.2. ASPERSORES

Para capas de rodadura por el sistema de riegos, los aspersores serán capaces de aplicar a una temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por regar, en anchos variables y en dosificaciones controladas. Estarán adosados a barras de circulación que puedan ajustarse vertical y lateralmente, y equipados con medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado, termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque y bomba. El vehículo en que se monten, ya sea una petrolizadora u otro equipo autopropulsable, contará con un odómetro para medir la longitud del tramo que se riegue.

E.3. ESPARCIDORES

Para capas de rodadura por el sistema de riegos, el Contratista de Obra contará con el número suficiente de esparcidores para cubrir de inmediato, con los materiales pétreos, todo el riego de material asfáltico recién aplicado. Pueden ser mecánicos autopropulsados, remolcados por camión o bien del tipo de compuerta colocada en la tapa de la caja de los camiones de volteo, que garanticen la aplicación uniforme y en la cantidad adecuada de los materiales pétreos. Estos esparcidores serán regulados, calibrados y operados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

En el caso de que se requiera aplicar los riegos de material asfáltico en forma sincronizada con el esparcido de los materiales pétreos, los esparcidores para este procedimiento serán autopropulsados; podrán estar equipados con los aspersores a que se refiere la Fracción E.2. de esta Norma y con depósitos para almacenamiento del material asfáltico, de manera que con el mismo equipo se aplique el riego asfáltico y se esparza el material pétreo, con un lapso entre ambas acciones menor de dos (2) segundos, o bien, el riego asfáltico podrá aplicarse con un equipo diferente siempre y cuando el esparcido de material pétreo se ejecute dentro de un lapso de diez (10) segundos a partir del momento en que se aplique el material asfáltico, para garantizar, en ambos casos, la correcta sincronización de la aplicación.

E.4. COMPACTADORES

Para capas de rodadura por el sistema de riego, los compactadores serán ligeros, autopropulsados, reversibles, con una masa máxima de cuatro (4) toneladas y provistos 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.

E.5. BARREDORAS MECÁNICAS

Autopropulsadas o remolcadas. Tendrán una escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuadas según el material por remover y la superficie por barrer.

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-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos* y N-CMT-4-05-002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G. EJECUCIÓN**G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. PROPORCIONAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

G.2.1. Los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura de mortero asfáltico, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla asfáltica homogénea, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

G.2.2. El proporcionamiento del mortero asfáltico se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en frío, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Este 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 capa de rodadura de mortero asfáltico, no se obtiene una mezcla con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta 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.2.4.** La dosificación de los materiales asfálticos y pétreos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura por el sistema de riegos, se efectuará con los materiales y en las proporciones que indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría.
- G.2.5.** En el caso de una capa de rodadura de un riego o de la última capa de las capas de dos o tres riegos, que sea premezclada, los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla homogénea, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.2.6.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos y del material asfáltico, utilizados en la elaboración de la capa de rodadura por el sistema de riegos, difieren de las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta 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 éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío:

- G.3.1.** Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2.** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.3.3.** En el caso de capas de rodadura por el sistema de riegos, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- G.3.4.** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas las capas de rodadura de mortero asfáltico esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius o, cuando se trate de capas de rodadura por el sistema de riegos, esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.

- G.3.5.** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius, para el caso de capas de rodadura de mortero asfáltico o, cuando se trate de capas de rodadura por el sistema de riegos, por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja, salvo cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. En cualquier caso, la temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

G.4. TRABAJOS PREVIOS

- G.4.1.** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles establecidos, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

- G.4.2.** Previamente a la construcción de las capas de rodadura por el sistema de riegos, las estructuras de la carretera o contiguas, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, 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 en que se hallaban.

- G.4.3.** Cuando se utilicen emulsiones asfálticas en la construcción de capas de rodadura por el sistema de riegos, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua antes del riego del material asfáltico, sin embargo, este último no se iniciará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no existan encharcamientos.

- G.4.4.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío se construya sobre una base, ésta 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 capa de rodadura.

G.4.5. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la capa de rodadura de mortero asfáltico, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·005, *Riegos de Liga*.

G.4.6. Los acarreos de los materiales pétreos y asfálticos, hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan dichos materiales, 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 DEL MORTERO ASFÁLTICO

G.5.1. El procedimiento que se utilice para la elaboración del mortero asfáltico, 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 asfáltica en frío cumpla con los requerimientos de calidad 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 del mortero asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista de Obra la 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.5.3.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mortero asfáltico a otro, hasta que la mezcladora/extendidora haya sido vaciada completamente y el depósito de alimentación del material pétreo sea cargado con el nuevo material.

G.6. TRAMO DE PRUEBA

Sobre la superficie donde se construirá la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío, 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 concluida la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío del tramo de prueba, se comprobará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H. de esta Norma. En caso negativo, 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 la Secretaría, a su juicio, determinará si es necesario o no que el Contratista de Obra retire el tramo de prueba por su cuenta y costo.

G.7. CONSTRUCCIÓN DE LAS CAPAS DE RODADURA DE MORTERO ASFÁLTICO

- G.7.1.** Después de elaborado el mortero asfáltico, se extenderá y se conformará con una mezcladora/extendidora, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el mortero asfáltico puede tenderse y terminarse a mano.
- G.7.2.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la mezcladora/extendidora.

- G.7.3.** Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando mezcladoras/extendedoras, en batería.
- G.7.4.** 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 al mismo nivel de la capa previamente tendida, para que el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.7.5.** Cada capa de rodadura de mortero asfáltico se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.6.** Durante el tendido del mortero asfáltico, la tolva de descarga de la mezcladora/extendedora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido del mortero si existe segregación. Es recomendable utilizar un equipo especial para verter los materiales a la mezcladora/extendedora, evitando que el equipo de transporte vacíe directamente a las tolvas de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura.
- G.7.7.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la mezcladora/extendedora que presenten residuos de mortero.
- G.7.8.** Una vez concluido el tendido, la superficie de la capa de rodadura, quedará limpia, presentará una textura y acabado uniformes, y sus orillas quedarán bien recortadas y exentas de obstáculos que pudieran entorpecer el libre drenaje de la superficie de rodadura.

G.8. CONSTRUCCIÓN DE LAS CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS

G.8.1. Aplicación del material asfáltico

Para las capas de rodadura por el sistema de riegos, el material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, será aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

- G.8.1.1.** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego de material asfáltico, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.
- G.8.1.2.** Se ajustará la altura de la barra de los aspersores para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por un aspersor, cubra hasta la mitad de la base del abanico del aspersor contiguo (*cubrimiento doble*), o que la base del abanico de un aspersor cubra las dos terceras ($\frac{2}{3}$) partes de la base del abanico del aspersor contiguo (*cubrimiento triple*), como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

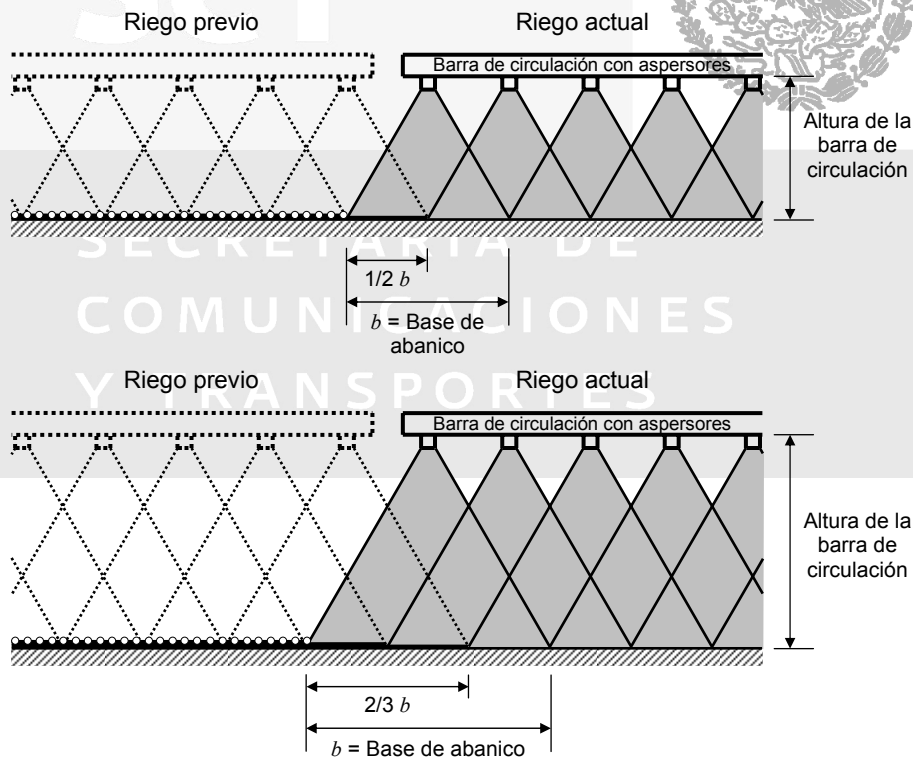


FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico

G.8.1.3. La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra en la que previamente se haya construido la capa de rodadura por el sistema de riegos, se hará de tal manera que el nuevo riego de material asfáltico se traslape con el de la franja anterior, en un medio ($\frac{1}{2}$) o dos tercios ($\frac{2}{3}$) del ancho de la base del abanico del aspersor extremo de la barra, según se trate de cubrimiento doble o triple, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. No se permitirá que el nuevo riego cubra de material asfáltico y se traslape con los materiales pétreos de la franja contigua.

G.8.1.4. Antes del esparcido del material pétreo, el exceso del material asfáltico aplicado será removido de la superficie. Las deficiencias que por esta causa se presenten, serán corregidas por cuenta y costo del Contratista de Obra.

G.8.1.5. La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se aplicará en tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo.

G.8.1.6. Cuando se trate de una capa de rodadura de un riego o de la última capa de las capas de dos o tres riegos, que sea premezclada, el riego de material asfáltico se hará con una dosificación igual a la mitad de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría y la otra mitad será premezclada con el material pétreo.

G.8.2. Esparcido del material pétreo

En el caso de capas de rodadura por el sistema de riegos, de ser necesario, el día anterior al esparcido o al premezclado del material pétreo, éste se puede lavar para eliminar o reducir el polvo que lo cubre y mejorar sus características de adhesión.

Para el esparcido del material pétreo, sólo o premezclado, se tomará en cuenta lo siguiente:

G.8.2.1. Capa de rodadura de uno o dos riegos

- a) Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y sólo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se esparcirá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el esparcido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones, y se planchará como se indica en el Inciso G.8.3. de esta Norma.
- b) Para el caso de una capa de rodadura de dos riegos, entre la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del primer riego y la aplicación del segundo riego de material asfáltico, es conveniente un lapso no menor de cuatro (4) días.
- c) En ningún caso se aceptarán traslapes excesivos, zonas rayadas o no cubiertas. Cuando a juicio de la Secretaría el esparcido de los materiales pétreos no sea el adecuado, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista de Obra realice los ajustes necesarios para obtener una superficie con la calidad y acabados 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.8.2.2. Capa de rodadura de tres riegos

- a) Sobre la superficie preparada a que se refiere la Fracción G.4. de esta Norma, se esparcirá mecánicamente el material pétreo del primer riego, del tipo y con la dosificación establecidos en el

proyecto o aprobados por la Secretaría, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el esparcido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

- b) Inmediatamente después de esparcido y rastreado el material pétreo del primer riego, se cubrirá con el material asfáltico conforme a lo indicado en el Inciso G.8.1. de esta Norma, cuidando que todo el ancho de la franja de material pétreo sea cubierto con la dosificación correcta de material asfáltico, sin excederse más allá de la mitad de la base del abanico del aspersor, de la orilla interior de la capa de material pétreo. Este riego se cubrirá inmediatamente con la segunda capa de material pétreo, como se indica en el siguiente Punto.

- c) En el esparcido de los materiales pétreos de los riegos subsecuentes, se atenderán los criterios señalados en el Párrafo G.8.2.1. de esta Norma.

G.8.3. Planchado del material pétreo

Salvo que el proyecto indique un procedimiento distinto, inmediatamente después de esparcido y rastreado el material pétreo de capas de rodadura de uno o dos riegos, como se indica en el Párrafo G.8.2.1. de esta Norma, y con el propósito de que quede embebido en el material asfáltico, se acomodará mediante un planchado con al menos cuatro (4) pasadas de un compactador ligero de rodillos metálicos, que se ejecute longitudinalmente, de las orillas de la capa de rodadura hacia su centro en las tangentes y en las curvas, de su lado interior al exterior, efectuando un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, siempre a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el material pétreo y evitando su deterioro o trituración por exceso de pasadas o

por el uso de compactadores demasiado pesados. El planchado se completará el mismo día del esparcido del material pétreo, terminándolo cuando haya roto la emulsión asfáltica o fraguado el asfalto rebajado. En el caso de las capas de rodadura de tres riegos se procederá de la misma manera, con la excepción de que el primer planchado se ejecutará una vez que, sobre la primera capa de material pétreo, se hayan aplicado el primer riego de material asfáltico y la segunda capa de material pétreo.

G.8.4. Terminado

Una vez concluido el planchado de la última capa de la capa de rodadura por el sistema de riegos, y transcurrido un tiempo no menor de tres (3) días, durante el cual la capa de rodadura estará cerrada a todo tipo de tránsito, o cuando la Secretaría juzgue que el material asfáltico tiene la consistencia adecuada que evite el desprendimiento excesivo del material pétreo, todo el material que no se haya adherido se recolectará dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y en el sitio indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, donde quedará a disposición ésta.

G.9. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable. Las capas de rodadura por el sistema de riegos sólo se podrán recibir hasta que estén terminados todos los riegos parciales que las integren.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, 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 el mortero asfáltico o en las capas de rodadura por el sistema de riegos, así como, en su caso, los materiales asfálticos empleados en el riego 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 del mortero asfáltico hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, según lo indicado en la Cláusula G de la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.

H.1.3. Que las dosificaciones de los diferentes materiales empleados en la capa de rodadura por el sistema de riegos, correspondan a las indicadas en el proyecto o a las que haya aprobado la Secretaría.

H.1.4. En el caso de una capa de rodadura de un riego o de la última capa de las capas de dos o tres riegos, que sea premezclada, que las características de la mezcla cumplan con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.2. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

H.2.1. Que el acabado final de la superficie de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío no presente deformaciones, afloramiento del material asfáltico, pérdida sensible de material pétreo o cualquier defecto que, a juicio de la Secretaría, afecte la calidad o el buen comportamiento de la capa de rodadura.

H.2.2. Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la capa de rodadura de mortero asfáltico, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en este Inciso, como sigue:

H.2.2.1. Previamente a la construcción de la capa de rodadura de mortero asfáltico, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie sobre la que se colocará, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia (B) igual al semiancho de la capa de rodadura ($A/2$) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ($B/2$), y en las orillas de la capa de rodadura, 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 Párrafo siguiente.

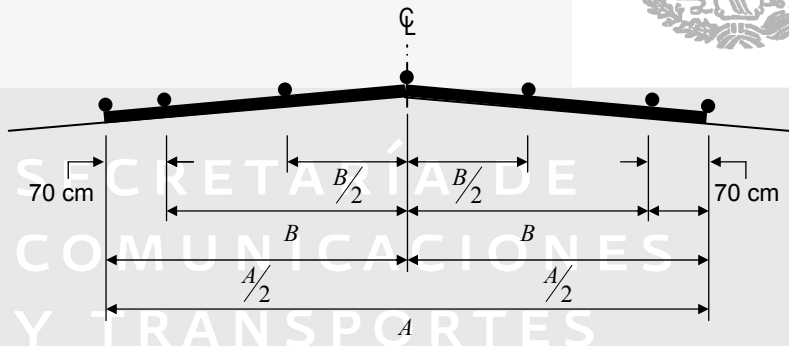


FIGURA 2.- Ubicación de los puntos por nivelar

H.2.2.2. Una vez tendida la capa de rodadura de mortero asfáltico, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Párrafo H.2.2.1., 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 capa de rodadura, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

TABLA 1.- Tolerancias para líneas y pendientes

Característica	Tolerancia
Ancho de la capa de rodadura de mortero asfáltico, del eje a la orilla	$\pm 1 \text{ cm}$
Pendiente transversal	$\pm 0,5\%$

H.2.2.3. 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.2.2.4. A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Párrafos H.2.2.1. y H.2.2.2. de esta Norma, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la capa de rodadura de mortero asfáltico tendida, los que serán iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, cumplir con lo establecido en los Párrafos H.2.2.5. y H.2.2.6. de esta Norma.

H.2.2.5. El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, será igual a noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor de proyecto o mayor:

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

Donde:

e = Espesor de proyecto, (cm)

$\bar{e}$ = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), 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.2.2.6.** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, será igual a diez centésimos (0,10) 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:

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

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



- H.2.3.** Que el ancho de la capa de rodadura por el sistema de riegos sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con una tolerancia del eje a la orilla de más menos cinco (± 5) centímetros.

H.3. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN DE

Que la capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío construida, haya tenido una resistencia a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual a seis décimas (0,6) o mayor, medida con el equipo *Mu-Meter*, a una velocidad de setenta y cinco (75) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada línea de tendido. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme a la norma ASTM E 670-94 (2000).

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutadas conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán 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, considerando lo siguiente:

I.1. CAPAS DE RODADURA DE MORTERO ASFÁLTICO

Las capas de rodadura de mortero asfáltico se medirán tomando como unidad el metro cúbico de capa de rodadura 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 capa de rodadura de mortero asfáltico de cada tramo de 1 km o fracción, (m^3)

L = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$ = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como se indica en el Párrafo H.2.2.5. de esta Norma.

$\bar{a}$ = Ancho promedio de la capa de rodadura de mortero asfáltico, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Párrafo H.2.2.2. de esta Norma, (m).

La Secretaría medirá y pagará como máximo el volumen de la capa de rodadura de mortero asfáltico que resulte del producto del espesor de proyecto más cero coma cinco (0,5) centímetros, por el ancho de proyecto más un (1) centímetro.

Para el cálculo del volumen en el tramo medido se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 2 de esta Norma.

I.2. CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS

Las capas de rodadura por el sistema de riegos se medirán tomando como unidad el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad.

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidas de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán como sigue:

TABLA 2.- Formato para el cálculo de los volúmenes y los importes a pagar

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

L = Longitud del tramo correspondiente

$\bar{e}$ = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 0,5 cm como máximo)

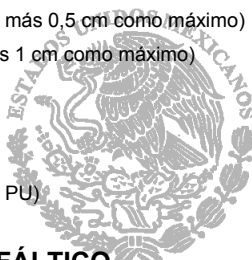
$\bar{a}$ = Ancho promedio del tramo correspondiente (ancho de proyecto más 1 cm como máximo)

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

PU = Precio unitario de la capa de rodadura de mortero asfáltico

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la capa de rodadura de mortero asfáltico (Importe = $V \times PU$)



J.1. CAPAS DE RODADURA DE MORTERO ASFÁLTICO

Las capas de rodadura de mortero asfáltico se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de capa de rodadura 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 capa de rodadura de mortero asfáltico y para el riego de liga, así como de los aditivos que se requieran. 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 despalme 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 acarreos 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.
- Dosificación y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la capa de rodadura de mortero asfáltico.
- Aplicación del riego de liga según lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·005, *Riegos de Liga*.
- Cargas en el depósito del material asfáltico y en los almacenamientos de los materiales pétreos al equipo de transporte y acarreo al lugar de tendido.
- Tendido y acomodo del mortero asfáltico.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la capa de rodadura de mortero asfáltico hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

J.2. CAPAS DE RODADURA POR EL SISTEMA DE RIEGOS

Las capas de rodadura por el sistema de riegos se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de capa de rodadura terminada, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme con 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 del material asfáltico, así como de los aditivos que en su caso se requieran, limpieza del tanque en que se transporte, 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 despalme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la capa de rodadura por el sistema de riegos; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos.
- Cargas en el depósito del material asfáltico y en los almacenamientos de los materiales pétreos al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización o riego.
- Aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto y, en su caso, su premezclado con el material pétreo.
- Esparcido y planchado de los materiales pétreos o del riego premezclado.
- Rastreos, recolección, remoción, transporte y depósito en la forma y en el sitio indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, del material pétreo excedente.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes, riego y esparcido de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la capa de rodadura por el sistema de riegos hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en frío, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera 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.

The logo of the Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) is displayed in large, white, bold, sans-serif capital letters on a light gray rectangular background.The full name of the Secretaría de Comunicaciones y Transportes is written in white, bold, sans-serif capital letters across three lines on a light gray rectangular background.