

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 sobre la superficie de una carpeta asfáltica, mediante el tendido de una mezcla elaborada generalmente en frío, con 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. Por lo general son capas de rodadura delgadas, del orden de uno (1) a dos (2) centímetros de espesor, por lo que no tienen función estructural.

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.

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
Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG	N·CMT·4·05·004

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*, N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* y N·CMT·4·05·004, *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*, 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 la interacción entre ambos utilizando aditivos o incorporando fibras sintéticas, estos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos o la incorporación de fibras sintéticas, 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 y fibras sintéticas.
- 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 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 la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío, 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 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 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. 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, el agua y, en su caso, las fibras sintéticas y los aditivos.
- 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. EQUIPO DE RIEGO SINCRONIZADO

Para capas de rodadura por el sistema de riegos, los equipos de riego sincronizado serán autopropulsados, contarán con un odómetro para medir la longitud del tramo que se riegue, y con depósitos para almacenamiento de materiales asfálticos y pétreos, y en su caso, fibras sintéticas y aditivos, de manera que con el mismo equipo, de forma controlada y sincronizada electrónicamente, se aplique el riego asfáltico, en su caso, las fibras y se esparza el material pétreo en un lapso menor de dos (2) segundos después de aplicado el material asfáltico, asegurando que, tanto el riego del material asfáltico sobre la superficie de rodadura, como el esparcido del material pétreo, sea uniforme.

Contarán como mínimo con:

E.2.1. Aspersores

Para aplicar a una temperatura constante y homogénea, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por regar, con cierre y apertura electrónico de espreas para lograr aplicaciones en anchos variables y en dosificaciones controladas. Estarán adosados a barras de circulación que puedan ajustarse vertical y lateralmente, controladas hidráulicamente para alinear con precisión el riego, con un sistema de compensación hidráulica para el caso de curvas con sobreelevación o diferencial de niveles en la sección transversal, que permita mantener en todo momento paralela la barra de riego a la superficie de aplicación, 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, con dispositivos de limpieza por inyección de aire, recirculación y calentamiento de barra integrados.

E.2.2. Esparcidor

Para cubrir de inmediato, con los materiales pétreos, todo el riego de material asfáltico recién aplicado, y que garantice la colocación uniforme y en la cantidad adecuada de los materiales pétreos, con la altura y ángulo de caída adecuados, utilizando dispositivos de distribución horizontal, con un sistema de cierre y apertura electrónico de compuertas, que permita esparcidos en anchos variables. El esparcidor será regulado, calibrado y operado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

E.2.3. Dispositivos de aplicación de fibras

Para el caso de que se requiera aplicar fibras sintéticas, además de los aspersores y el esparcidor, los equipos de riego sincronizado contarán con dispositivos de aplicación de fibras, capaces de cubrir de inmediato con ellas todo el material asfáltico recién regado, uniformemente y en la proporción indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, con la altura y ángulo de caída adecuados, utilizando mecanismos de distribución horizontal, que permitan la aplicación de las fibras en anchos variables. Los dispositivos de aplicación de fibras serán regulados,

calibrados y operados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

E.3. 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.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.

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*, N·CMT·4·05·002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados* y N·CMT·4·05·004, *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*. 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, fibras sintéticas 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, atendiendo lo indicado en la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* y 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, en su caso, fibras sintéticas 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, pétreos, fibras sintéticas y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura por el sistema de riegos, se efectuará atendiendo lo indicado en la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, con los materiales y en las proporciones que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.2.5.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y, en su caso, fibras sintéticas y aditivos, 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 y, en su caso, de las fibras sintéticas, 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 dicha superficie, 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, disregar 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/extendedora 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/extendedora, 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/extendedora.
- 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.

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.

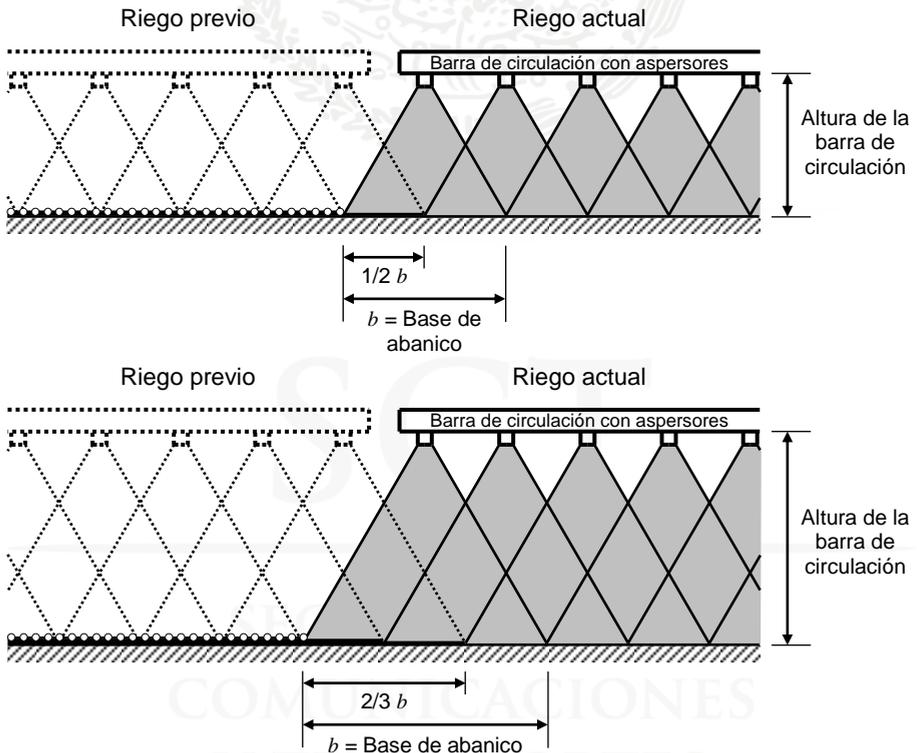


FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico

G.8.1.4. No se permitirá el esparcido del material pétreo, si hay exceso de material asfáltico sobre 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.

G.8.1.6. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, entre la aplicación del material asfáltico y el esparcido del material pétreo se incluirán fibras sintéticas, sólo sobre la superficie regada, con las características y en la proporción indicada en el proyecto.

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 del material pétreo, éste se lavará para eliminar o reducir el polvo que lo cubre y mejorar sus características de adhesión.

Para el esparcido del material pétreo 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 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 equipos de riego sincronizado 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 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 equipos de riego sincronizado 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, las fibras sintéticas y 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.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 estos 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.

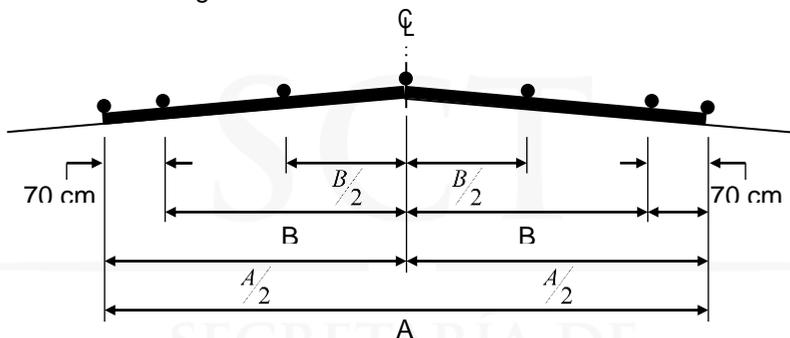


FIGURA 2.- Ubicación de los puntos por nivelar

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.

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.

TABLA 1.- Tolerancias para líneas y pendientes

Característica	Tolerancia
Ancho de la capa de rodadura de mortero asfáltico, del eje a la orilla	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0,5%

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

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 franja de tendido. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme a la norma ASTM E 670-94 (2000) y, en su caso, la capa de rodadura será corregida por cuenta y costo del Contratista de Obra.

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, (m³)

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 =						\$	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

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 x 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 las fibras sintéticas y los aditivos que en su caso se requieran; limpieza del tanque en que se transporten los materiales asfálticos; 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.
- Desmante y despalle 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 acarros locales necesarios para los tratamientos, así como de los desperdicios, formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas para el tratamiento de los materiales pétreos y, en su caso, para la producción de los materiales asfálticos.
- Dosificación y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, fibras sintéticas 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, fibras sintéticas y aditivos que se requieran, 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 de los materiales asfálticos, así como de las fibras sintéticas y los aditivos que en su caso se requieran; limpieza del tanque en que se transporten los materiales asfálticos; 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 acarrees locales necesarios para los tratamientos, así como de los desperdicios, formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas para el tratamiento de los materiales pétreos y, en su caso, para la producción de los materiales asfálticos.
- 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, fibras sintéticas y aditivos que se requieran, al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización o riego.
- Aplicaciones del material asfáltico y, en su caso fibras sintéticas y aditivos, en la forma que fije el proyecto.
- Esparcido y planchado de los materiales pétreos.

- 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 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.

SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES