

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 01. Terracerias  
**CAPÍTULO:** 003 Cortes

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de cortes para carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Secretaría.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Desmonte .....	N-CTR-CAR-1-01-001
Despalme .....	N-CTR-CAR-1-01-002
Afinamiento .....	N-CTR-CAR-1-01-006
Acarreos .....	N-CTR-CAR-1-01-013
Cunetas .....	N-CTR-CAR-1-03-003
Contracunetas.....	N-CTR-CAR-1-03-004

**D. MATERIALES**

Si para la construcción de cortes se requiere el uso de explosivos y artificios, el Contratista de Obra debe obtener los permisos para su adquisición, traslado, manejo, almacenamiento y utilización, conforme a los requerimientos de la Secretaría de la Defensa Nacional, siendo estas actividades responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, conforme a lo indicado en el Inciso D.4.23. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, considerando que:

- D.1. Los polvorines para el almacenamiento de los explosivos y sus accesorios, cumplirán con los lineamientos establecidos por la Secretaría de la Defensa Nacional.
- D.2. Sólo se transportarán del polvorín al sitio de su utilización, los explosivos y artificios que se vayan a detonar cada vez. Los explosivos se transportarán en vehículos diferentes a los que se utilicen para los artificios y se depositarán separadamente en el sitio de su utilización.
- D.3. El manejo de los explosivos se hará con todos los cuidados necesarios que garanticen la seguridad del personal y la integridad de la obra.

**E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la construcción de cortes, será el adecuado para obtener la geometría y selección de los materiales especificados 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 será 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, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**E.1. BARRENADORAS**

De operación manual o mecanizada, con la versatilidad suficiente para que se adapten fácilmente al patrón de barrenación.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-003/00

### E.2. TRACTORES

Montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

### E.3. MOTOESCREPAS

Autopropulsadas, reversibles y autocargables, con capacidad de ocho coma cuatro (8,4) metros cúbicos (11 yd<sup>3</sup>) como mínimo.

### E.4. CARGADORES FRONTALES

Autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque, para la excavación y carga de los materiales producto del corte.

## F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los materiales producto de los cortes se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la Secretaría. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El transporte y disposición de los materiales se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-013, *Acarreos*.

## G. EJECUCIÓN

### G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de cortes se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

### G.2. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

Cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, no se clasificará el material por cortar, siendo esto responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra.

### G.3. TRABAJOS PREVIOS

#### G.3.1. Desmonte

Previo al inicio de los trabajos, la zona por cortar estará debidamente desmontada, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-001, *Desmonte*.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-003/00

#### G.3.2. Delimitación de la zona de corte

Una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

#### G.3.3. Despalme

Si el producto del corte se destina a la formación de terraplenes, previo al inicio de los trabajos, la zona delimitada de acuerdo al Inciso anterior estará debidamente despalmada, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, *Despalme*.

#### G.4. CORTES

G.4.1. Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, indicados por las líneas de ceros en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

G.4.2. Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte.

G.4.3. Los cortes se ejecutarán con el talud establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En caso de que los materiales de los taludes resulten fragmentados o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido.

G.4.4. Cuando se requiera el uso de explosivos, se evitará aflojar el material de los taludes más allá de la superficie teórica establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría.

G.4.5. Si así lo indica el proyecto o lo ordena la Secretaría, los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes. Los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos recientes se retirarán del sitio de los trabajos para aprovecharse en el abatimiento de taludes o se depositarán, al igual que el material sobrante de los cortes, en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, para evitar alteraciones al paisaje, a cuerpos de agua y favorecer el desarrollo de vegetación, así como para no obstaculizar el drenaje natural.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-003/00

- G.4.6. Las cunetas se construirán de forma que su desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-03-003, *Cunetas*.
- G.4.7. Al menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, las contracunetas se harán antes o simultáneamente con los cortes, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-03-004, *Contracunetas*.
- G.4.8. Los daños originados por derrumbes, deslizamientos, agrietamiento y oquedades, entre otros, causados por negligencia del Contratista de Obra, serán reparados por su cuenta y costo, a satisfacción de la Secretaría.

### G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los cortes, hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

### H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los cortes se consideren terminados y sean aceptados 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. Que se haya realizado el despalme en aquellos sitios donde el material producto del corte sea destinado a formar terraplenes y que el material producto del despalme se haya colocado en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.2. Que los cortes se hayan efectuado de acuerdo con el alineamiento, perfil y sección en su forma, anchura y acabado.
- H.3. Que la excavación haya sido efectuada hasta la línea de proyecto con una tolerancia de más menos diez ( $\pm 10$ ) centímetros en taludes y de más menos tres ( $\pm 3$ ) centímetros en el fondo de la excavación.
- H.4. Que no existan salientes de acuerdo con la línea de proyecto de más de cincuenta (50) centímetros, y que los taludes queden correctamente amacizados.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-003/00

- H.5. Que el material sobrante de los cortes se haya depositado en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

#### I. MEDICIÓN

Cuando el corte se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutado conforme a lo señalado 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, como sigue:

- I.1. La construcción de cortes se medirá mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas, tomando como unidad el metro cúbico de corte terminado, con aproximación a la unidad. Al término de la obra se harán los ajustes necesarios para pagar los volúmenes considerados en proyecto con las modificaciones aprobadas por la Secretaría.
- I.2. El material producto de derrumbes ocasionados por causas ajenas al Contratista de Obra, una vez aprobado por la Secretaría, se medirá directamente en el sitio del derrumbe, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas o se cubicará directamente en el equipo de transporte, tomando como unidad el metro cúbico de material de derrumbe, con aproximación a la unidad.

#### J. BASE DE PAGO

Cuando el corte se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medido de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará de la siguiente manera:

- J.1. Los cortes se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de corte terminado. 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:
- Ubicación y delimitación de la zona de corte.
  - En su caso, valor de adquisición de los explosivos y sus artificios; cargas, transportes y descargas hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
  - Corte, extracción, remoción y acarreo libre hasta veinte (20) metros, de los materiales producto de la excavación.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-003/00

- Afinamiento del corte, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-006, *Afinamiento*, y amacice de los taludes.
- Carga y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes.
- La conservación del corte hasta que haya sido recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**J.2.** Los volúmenes de derrumbes no imputables al Contratista de Obra se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de material de derrumbe. 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:

- Moneo, remoción, carga, acarreo libre hasta veinte (20) metros y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, del material producto del derrumbe.
- Amacice de los taludes.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas del material producto del derrumbe.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago del corte, 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 concluido el corte, la Secretaría lo aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, lo 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 01. Terracerías  
**CAPÍTULO:** 009. Terraplenes

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de terraplenes para carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la Secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Desmante .....	N-CTR-CAR-1-01-001
Despalme .....	N-CTR-CAR-1-01-002
Escalones de Liga .....	N-CTR-CAR-1-01-004
Acarreos .....	N-CTR-CAR-1-01-013
Materiales para Terraplén.....	N-CMT-1-01
Materiales para Subyacente.....	N-CMT-1-02
Materiales para Subrasante.....	N-CMT-1-03

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes, cumplirán con lo establecido en la Normas N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente* y N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales procederán de los cortes o bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- D.2.** Los materiales para la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, cuando procedan de cortes, pueden ser compactables o no compactables. Cuando provengan de bancos o se utilicen en la construcción de las capas subyacentes y subrasantes, siempre serán compactables.
- 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 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 terraplenes, 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 será 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

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

### E.1. MOTOCONFORMADORAS

Las motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de terraplenes, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

### E.2. TRACTORES

Los tractores serán montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

### E.3. MOTOESCREPAS

Las motoescrepas serán autocargables en el menor tiempo, con capacidad de ocho coma cuatro (8,4) metros cúbicos (11 yd<sup>3</sup>) como mínimo, con descarga plena.

### E.4. CARGADORES FRONTALES

Los cargadores frontales serán autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

### E.5. COMPACTADORES

Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.

### F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente* y N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante*. Se sujetarán

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-013, *Acarreos*.

## G. EJECUCIÓN

### G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de terraplenes se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

### G.2. TRABAJOS PREVIOS

#### G.2.1. Delimitación del terraplén

Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

#### G.2.2. Desmante y despalme

**G.2.2.1.** Previo al inicio de los trabajos, la zona de desplante del terraplén estará debidamente desmontada, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-001, *Desmante*. Cuando así lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, se despalmará de acuerdo con lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002, *Despalme*.

**G.2.2.2.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando se encuentre material de calidad inaceptable en el área de desplante del terraplén, el material será sustituido por otro de mejor calidad, para lo cual se abrirá una caja de la profundidad necesaria como parte del despalme. El proyecto o la Secretaría indicarán si es necesaria la compactación del fondo de la caja, de acuerdo con las características del material. La caja se rellenará con capas compactadas con el material y la compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

#### G.2.3. Escalones de liga

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en la ampliación de la corona o tendido de taludes en los que no se vaya a modificar el ancho de la corona de

## NORMAS

N-CTR-CAR 1-01-009/00

terraplenes existentes o en trabajos para la elevación de la subrasante, se excavarán escalones de liga conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-004, *Escalones de Liga*.

### G.2.4. Preparación de la superficie

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte (20) centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

## G.3. TENDIDO Y CONFORMACIÓN

### G.3.1. Aspectos generales

- G.3.1.1. El material proveniente de cortes o bancos se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material.
- G.3.1.2. En caso de material compactable, éste se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminando el agua excedente.
- G.3.1.3. Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.
- G.3.1.4. Si así lo indica el proyecto o aprueba la Secretaría, cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas utilizando equipo

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

mayor, dichos lugares se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante. El nivel de la plantilla será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

- G.3.1.5.** Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a colocar una primer capa a volteo de espesor suficiente para que soporte al equipo, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.3.1.6.** Cuando el proyecto o la Secretaría indiquen que se deba asegurar la compactación de los hombros de los terraplenes, éstos se construirán con una sección más ancha que la teórica de proyecto, respetando la inclinación de los taludes señalada en el proyecto, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, obteniéndose así los sobrecanchos laterales, con las dimensiones indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, en los cuales la compactación podrá ser menor que la fijada.

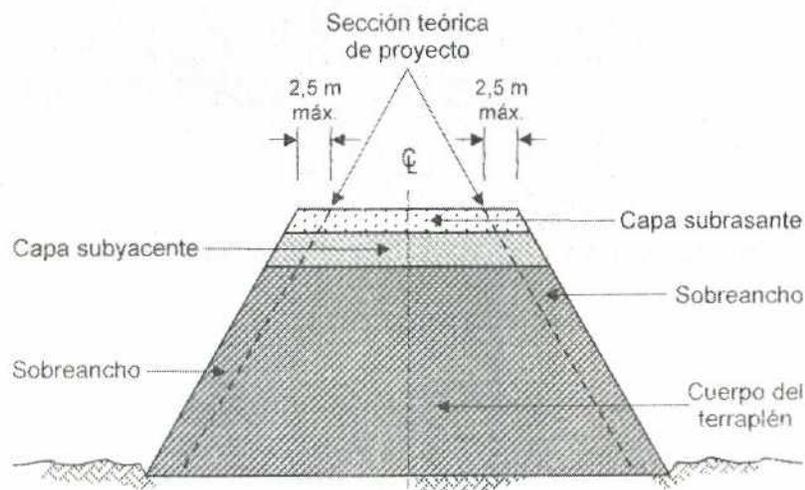


FIGURA 1.- Sección transversal de un terraplén

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

- G.3.1.7.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, como parte final del terraplén se construirán la capa subyacente y, por último, la capa subrasante, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, con los espesores, materiales y grados de compactación que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.
- G.3.1.8.** Cuando el proyecto o la Secretaría indiquen que la construcción de la capa subrasante se ejecute directamente bajo el nivel del piso de un corte y los materiales en ese sitio satisfacen las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, dicha capa se formará sin necesidad de una excavación adicional, escarificando y compactando la cama del corte, con el espesor y grado de compactación que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

### **G.3.2. Tendido y conformación de material compactable**

- G.3.2.1.** Para el cuerpo del terraplén, la capa subyacente y la capa subrasante, el material compactable se extenderá en todo el ancho del terraplén, en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, como se indica en el Inciso G.4.1. de esta Norma, y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.
- G.3.2.2.** Para la ampliación de las coronas o el tendido de los taludes de terraplenes existentes y previamente excavados los escalones de liga en los taludes, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-004, *Escalones de Liga*, el material compactable se extenderá en todo el ancho de la ampliación y se conformará como se indica en el Párrafo anterior.
- G.3.2.3.** Cuando el proyecto o la Secretaría indiquen que se ejecute una excavación adicional abajo del nivel del piso de un corte, para alojar la capa subrasante, ésta se

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

formará extendiendo el material en todo el ancho de la excavación y conformándolo, como se indica en el Párrafo G.3.2.1. de esta Norma.

#### G.3.3. Tendido y conformación con material no compactable

- G.3.3.1. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el material no compactable para el cuerpo del terraplén, se humedecerá y se extenderá en todo el ancho del terraplén, en capas sucesivas, con el espesor mínimo que permita el tamaño máximo de las partículas del material; se conformará de tal manera que se obtenga una capa con superficie sensiblemente horizontal y se acomodará como se indica en el Inciso G.4.2. de esta Norma.
- G.3.3.2. Para las ampliaciones de la corona o el tendido de taludes de terraplenes existentes y previamente excavados los escalones de liga en los taludes, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-004, *Escalones de Liga*, el material no compactable se humedecerá y colocará a volteo en todo el ancho de la ampliación.
- G.3.3.3. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el material no compactable se colocará hasta el nivel de desplante de la capa subyacente, misma que se extenderá y conformará según lo indicado en el Inciso G.3.2. de esta Norma.

#### G.4. COMPACTACIÓN O ACOMODO

##### G.4.1. Compactación

- G.4.1.1. Cada capa de material compactable, tendida y conformada como se indica en el Inciso G.3.2. de esta Norma, se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.4.1.2. La compactación se hará longitudinalmente, 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.

## NORMAS

N-CTR-CAR 1-01-009/00

### G.4.2. Acomodo del material no compactable

**G.4.2.1.** Cada capa de material no compactable, tendida y conformada como se indica en el Inciso G.3.3. de esta Norma, se acomodará mediante bandeo, ronceando un tractor montado sobre orugas, que tenga una masa mínima de treinta y seis (36) toneladas, de forma que pase cuando menos tres (3) veces por cada sitio. El número de pasadas podrá ser ajustado en la obra y aprobado por la Secretaría, dependiendo del equipo que se utilice.

**G.4.2.2.** El bandeo se hará longitudinalmente, 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 tractor en cada franja bandeada.

### G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los terraplenes, hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

## H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los terraplenes se consideren terminados y sean aceptados 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 necesario, se comprobará:

### H.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Que los materiales para el cuerpo del terraplén, la capa subyacente y la capa subrasante, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

### H.2. LÍNEAS Y NIVELES

Que los alineamientos, perfiles y secciones del cuerpo del terraplén, la capa subyacente y la capa subrasante, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma, para lo que se hará el seccionamiento

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

topográfico en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros y en estaciones singulares como las de inicio y término de curvas, entre otras.

**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y niveles**

Unidades en cm

Característica	Tolerancia
Línea de proyecto de los taludes:	
• Con material compactable	+ 30
• Con material no compactable	+ 75
Nivel de la superficie en cada punto nivelado, respecto al de proyecto:	
• En cuerpo de terraplén	± 5
• En capa subyacente	± 5
• En capa subrasante	± 3

### H.3. COMPACTACIÓN O ACOMODO

#### H.3.1. Compactación

H.3.1.1. Que las compactaciones del cuerpo del terraplén, la capa subyacente y la capa subrasante, determinadas para cada capa tendida y compactada, en calas ubicadas 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*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría.

H.3.1.2. El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = \frac{L}{50}$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar en cada capa tendida y compactada, con aproximación a la unidad superior

$L$  = Longitud de la capa tendida y compactada en un día de trabajo, (m)

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

**H.3.1.3.** Todas las compactaciones que se determinen en las calas, para ser aceptadas, deberán estar dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

**H.3.1.4.** Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la capa compactada.

### H.3.2. Acomodo

Que la capas de material no compactable, tendidas y acomodadas, hayan sido bandeadas como se indica en el Inciso G.4.1. de esta Norma.

## I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de terraplenes se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo señalado 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, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas, y al término de la obra se harán los ajustes necesarios para pagar los volúmenes considerados en proyecto, con las modificaciones aprobadas por la Secretaría. La medición se hará tomando como unidad el metro cúbico de terraplén terminado, con aproximación a la unidad, para:

- I.1. El cuerpo de terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, la capa subyacente, la capa subrasante y la elevación de la subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación.
- I.2. El cuerpo de terraplén y la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, utilizando materiales no compactables procedentes de cortes.
- I.3. El cuerpo de terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, la capa subyacente, la capa subrasante y la elevación de la subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y cada banco en particular.

**J. BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de terraplenes 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 terraplén terminado, para:

- J.1.** El cuerpo de terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, la capa subyacente, la capa subrasante y la elevación de la subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de cortes, para cada grado de compactación. 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:
- Disgregado y marreo del material.
  - Pepena y eliminación de las partículas de tamaños mayores al máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, cuando el material se utilice para las capas subyacente y subrasante.
  - Cargas del material en los cortes al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
  - Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
  - Preparación de la superficie de desplante, incluyendo el relleno de huecos y la compactación del terreno natural o el despalmado.
  - En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
  - Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
  - Afinamiento para dar el acabado superficial.
  - Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales, durante las cargas y las descargas.
  - La conservación del terraplén hasta que sea recibido por la Secretaría.
  - Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-009/00

- J.2. El cuerpo de terraplén y la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, utilizando materiales no compactables procedentes de cortes. 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:
- Cargas del material en los cortes al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
  - Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización y aplicación del agua.
  - En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
  - Preparación de la superficie de desplante, incluyendo el relleno de huecos y la compactación del terreno natural o el despalmado.
  - Operaciones de tendido y acomodo del material mediante bandeo.
  - Afinamiento para dar el acabado superficial.
  - Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales, durante las cargas y las descargas.
  - La conservación del terraplén hasta que sea recibido por la Secretaría.
  - Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.
- J.3. El cuerpo de terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, la capa subyacente, la capa subrasante y la elevación de la subrasante, utilizando materiales compactables procedentes de bancos, para cada grado de compactación y 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:
- Desmonte y despalme de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; disgregado y marreo del material; pepena y eliminación de las partículas de tamaños mayores al máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, cuando el material se utilice para la capa subyacente o

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N CTR-CAR-1-01-009/00

subrasante; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los materiales aprovechables así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos.

- Cargas del material en los almacenamientos al equipo de transporte y descarga en el lugar de tendido.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- Preparación de la superficie de desplante, incluyendo el relleno de huecos y la compactación del terreno natural o el despalmado.
- En su caso, operaciones para quitar el agua excedente al contenido de agua de compactación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Operaciones de tendido, conformación y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación del terraplén hasta que sea recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los terraplenes, 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 del terraplén, la Secretaría lo aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, lo 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 01. Terracerias  
**CAPÍTULO:** 013. Acarreos

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en el transporte de materiales aprovechables o de desperdicio, para carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Los acarreos son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría. De acuerdo con la distancia de transporte, los acarreos pueden ser:

**B.1. ACARREO LIBRE**

El que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia que establezca el proyecto como acarreo libre. Este acarreo, se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.

**B.2. ACARREO HASTA CIENTO (100) METROS**

El que se efectúa hasta una distancia de cien (100) metros, es decir, cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, medida desde el término del acarreo libre.

**CTR. CONSTRUCCIÓN**

**CAR. CARRETERAS**

N. CTR. CAR. 1-01-013/00

**B.3. ACARREO HASTA UN (1) KILÓMETRO**

El que se efectúa hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1 000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros, medida desde el término del acarreo libre.

**B.4. ACARREO MAYOR DE UN (1) KILÓMETRO**

El que se efectúa hasta una distancia mayor de mil (1 000) metros, es decir, un (1) kilómetro, medida desde el término del acarreo libre.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras .....	N-PRY-CAR-10-03-001

**D. EQUIPO**

El equipo que se utilice para los acarreos, será el adecuado para transportar el tipo de material de que se trate, en cantidad suficiente para acarrear 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 será 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, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**E. EJECUCIÓN**

**E.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la ejecución de acarreos se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras* y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-013/00

### E.2. TRABAJOS PREVIOS

- E.2.1. La construcción y conservación de los caminos de acceso que se requieran, incluyendo el suministro y colocación de las señales y dispositivos de seguridad, así como la protección al tránsito mediante bandereros, es responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, conforme a lo establecido en la Fracción D.3. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.
- E.2.2. Si en la ruta del acarreo, los vehículos de transporte se mezclan con tránsito ajeno a los trabajos, se instalarán señales y dispositivos en los sitios adecuados para advertir el tránsito de vehículos pesados, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-PRY-CAR-10-03-001, *Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras*. En el caso de accesos o cruces con carreteras o vialidades en operación, además se dispondrá de bandereros que ayuden a ordenar el tránsito. En ningún caso se permitirá el acarreo mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso.
- E.2.3. Cuando los acarreos se hagan sobre caminos de terracería, la superficie de rodamiento se mantendrá húmeda, regándola periódicamente con agua, para impedir el levantamiento de polvo que afecte a terceros o reduzca la visibilidad.

### E.3. ACARREO

- E.3.1. Los acarreos se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- E.3.2. Cuando la ruta del acarreo incluya carreteras o vialidades en operación, o cruce zonas habitadas y se acarreen materiales finos o granulares, su transporte se hará en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas o cualquier material similar, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.
- E.3.3. Cuando los acarreos crucen áreas urbanas, los vehículos se sujetarán a los reglamentos de tránsito locales, siendo responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, cualquier infracción que cometan los operadores.

**E.4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ACARREADO**

**E.4.1. De materiales que se hayan utilizado en terracerías**

Para los materiales procedentes de cortes, excavaciones o bancos, que se hayan utilizado en la construcción de los cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes o subrasantes; terraplenes reforzados y rellenos de excavaciones o cuñas de terraplenes contiguas a estructuras, el volumen acarreado, en metros cúbicos compactos, será el que se haya medido conforme a lo indicado en las Normas correspondientes a esos conceptos de obra.

**E.4.2. De materiales que no se hayan utilizado en terracerías**

**E.4.2.1. Residuos producto de desmontes**

Para los materiales o residuos producto de desmontes, el volumen acarreado, en metros cúbicos sueltos, se determinará directamente en el lugar donde se hayan depositado, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas o se cubicará directamente en el equipo de transporte.

**E.4.2.2. Materiales producto de despalmes, cortes y excavaciones en general**

Para los materiales producto de despalmes, así como de cortes y excavaciones para escalones de liga, canales, estructuras y túneles, entre otros, que no hayan sido utilizados en terracerías, el volumen acarreado, en metros cúbicos de despalme, corte o excavación, será el que se haya medido conforme a lo indicado en las Normas correspondientes a esos conceptos de obra.

**E.4.2.3. Derrumbes**

Para los materiales producto de derrumbes, el volumen acarreado, en metros cúbicos sueltos, se determinará directamente en el lugar del derrumbe, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas o se cubicará directamente en el equipo de transporte.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-013/00

### E.5. DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA DE ACARREO QUE SE CONSIDERARÁ EN LA MEDICIÓN Y PAGO DE ESTE CONCEPTO

- E.5.1. La distancia del acarreo será igual a la distancia entre el centro de gravedad del área donde se extraiga el material y el centro de gravedad del sitio donde se deposite, menos la distancia establecida para el acarreo libre, tomando como base, cuando se trate de terracerías compensadas, el diagrama de masas de proyecto.
- E.5.2. En caso de materiales producto de excavaciones de túneles, la distancia de acarreo será igual a la distancia entre el centro de gravedad del área donde se haya depositado el material en el portal del túnel o lumbrera y el centro de gravedad del sitio donde deposite definitivamente. El transporte del material desde el frente de la excavación hasta el área donde se haya depositado el material en el portal del túnel o lumbrera, se considerará como acarreo libre.
- E.5.3. Tratándose de derrumbes, la distancia de acarreo será igual a la distancia entre el centro de gravedad del derrumbe y el centro de gravedad del sitio donde deposite el material, menos la distancia establecida para el acarreo libre.
- E.5.4. Cuando la distancia de acarreo, determinada como se indica en los Incisos E.5.1. a E.5.3. de esta Norma, resulte menor o igual que cien (100) metros, se expresará mediante el número de estaciones de veinte (20) metros, recorridas desde el término del acarreo libre hasta el sitio de destino, aproximando ese número a la estación inmediata superior.
- E.5.5. Cuando la distancia de acarreo, determinada como se indica en los Incisos E.5.1. a E.5.3. de esta Norma, esté entre ciento uno (101) y mil (1 000) metros, se expresará en hectómetros, con aproximación al hectómetro inmediato superior.
- E.5.6. Cuando la distancia de acarreo, determinada como se indica en los Incisos E.5.1. a E.5.3. de esta Norma, sea mayor de mil (1 000) metros, se expresará en kilómetros, con aproximación al kilómetro inmediato superior.

## F. MEDICIÓN

Quando los acarreos se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados 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:

### F.1. ACARREO LIBRE

**F.1.1.** El acarreo libre, que se efectúe desde el sitio de extracción o carga del material, hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia establecida en el proyecto para el acarreo libre, se medirá como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, por lo que no será objeto de medición y pago por separado.

**F.1.2.** En las terracerías compensadas el acarreo libre se determinará conforme a lo indicado en el diagrama de masas de proyecto.

### F.2. ACARREO HASTA CIENTO (100) METROS

Quando el acarreo se efectúe hasta una distancia de cien (100) metros, es decir, hasta cinco (5) estaciones de veinte (20) metros a partir del término del acarreo libre, todo el acarreo se medirá tomando como unidad el metro cúbico estación ( $m^3$ -est), con aproximación a la unidad superior, multiplicando el volumen acarreado, determinado en metros cúbicos como se indica en la Fracción E.4., por la distancia de acarreo expresada mediante el número de estaciones recorridas desde el término del acarreo libre hasta el sitio de destino, determinada como se indica en la Fracción E.5. de esta Norma.

### F.3. ACARREO HASTA UN (1) KILÓMETRO

Quando el acarreo se efectúe hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1 000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros a partir del término del acarreo libre, todo el acarreo se medirá tomando como unidad el metro cúbico hectómetro ( $m^3$ -hm), con aproximación a la unidad superior, multiplicando el volumen acarreado, determinado como se indica en la Fracción E.4. de esta Norma, por la distancia de acarreo desde el término del acarreo

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-01-013/00

libre hasta el sitio de destino, determinada como se indica en la Fracción E.5. de esta Norma.

### F.4. ACARREO MAYOR DE UN (1) KILÓMETRO

Cuando el acarreo se efectúe hasta una distancia mayor de mil (1 000) metros, es decir, mayor de un (1) kilómetro a partir del término del acarreo libre, todo el acarreo se medirá tomando como unidad el metro cúbico kilómetro ( $m^3 \cdot km$ ), con aproximación a la unidad superior, multiplicando el volumen acarreado, determinado como se indica en la Fracción E.4. de esta Norma, por la distancia de acarreo desde el término del acarreo libre hasta el sitio de destino, expresada en kilómetros, determinada como se indica en la Fracción E.5. de esta Norma.

### F.5. AJUSTES DE ACARREOS

Al término de la obra se harán los ajustes necesarios para pagar los acarreos conforme a los volúmenes considerados en el proyecto, con las modificaciones aprobadas por la Secretaría.

### G. BASE DE PAGO

Cuando los acarreos se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en la Cláusula F. de esta Norma, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico estación, el metro cúbico hectómetro o el metro cúbico kilómetro, según la distancia de acarreo. 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 transporte del material desde el sitio donde se cargue hasta el sitio donde se deposite y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

Quedan excluidos de estos precios las operaciones de carga y descarga, así como los tiempos de los vehículos de transporte durante dichas operaciones, ya que forman parte de las bases de pago de los conceptos correspondientes a la extracción y utilización del material.

### H. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los acarreos, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

### I. ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Una vez concluidos los acarreos la Secretaría los aprobará y aceptará.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 002. Subbases y Bases

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de subbases y bases de pavimentos para carreteras.

**B. DEFINICIÓN**

**B.1. SUBBASE**

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

**B.2. BASE**

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Materiales para Subbases .....	N-CMT-4-02-001
Materiales para Bases Hidráulicas .....	N-CMT-4-02-002
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M-CAL-1-02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen para la construcción de subbases y bases, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-4-02-001, *Materiales para Subbases* y N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, 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.** Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con las proporciones necesarias para obtener un material uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- 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 por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que

## NORMAS

N-CTR-CAR-1 04-002/03

por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

### E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de subbases y bases, 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 será 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, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

#### E.1. PLANTA DE MEZCLADO

La planta de mezclado será del tipo amasado o *pugmill*, de tambor rotatorio o bien de mezclado continuo, capaz de producir una mezcla homogénea. Estará equipada con tolvas para almacenar el material por mezclar; silos o tanques que permitan almacenar el agua, protegidos del polvo; dispositivos para dosificar, por masa o por volumen, los materiales y el agua, con aditamentos que permitan un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento; cámara de mezclado provista de rotor con aspas y con espreas para añadir el agua, con compuerta de descarga al equipo de transporte.

#### E.2. MOTOCONFORMADORAS

Las motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de las subbases y bases, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

#### E.3. EXTENDEDORAS

Las extendedoras serán autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar las capas de subbase y base con el ancho, sección

y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la capa, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora del material con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta el material uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de niveles.

#### **E.4. COMPACTADORES**

Los compactadores serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos; en el caso de compactadores vibratorios, éstos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. 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"), en todos los casos.

#### **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-4-02-001, *Materiales para Subbases* y N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas*. 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 subbases y bases se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

##### **G.2. MEZCLADO DEL MATERIAL**

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con el proporcionamiento

## NORMAS

N-CTR CAR 1 04-002/03

necesario para producir un material homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, mediante uno de los siguientes procedimientos.

### G.2.1. Mezclado en planta

- G.2.1.1. En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa.
- G.2.1.2. En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.
- G.2.1.3. El material mezclado se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

### G.2.2. Mezclado en el lugar

Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se mezclarán en seco y posteriormente se incorporará el agua como se indica en el Inciso G.3.4. de esta Norma.

### G.3. TRABAJOS PREVIOS

- G.3.1. Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.
- G.3.2. Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.
- G.3.3. Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, según sea el caso, en cantidad prefijada por estación de

veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

- G.3.4.** Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

#### **G.4. TENDIDO Y CONFORMACIÓN**

- G.4.1.** Inmediatamente después de preparado el material como se indica en el Inciso G.3.4. de esta Norma, se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.
- G.4.2.** El material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Una vez compactada la última capa como se indica en la Fracción G.5. de esta Norma, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.
- G.4.3.** Si el tendido se realiza con extendedora, su tolva de descarga permanecerá llena para evitar la segregación del material; si ésta ocurre, el Contratista de Obra lo remezclará por su cuenta y costo.

#### **G.5. COMPACTACIÓN**

- G.5.1.** La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Secretaría.
- G.5.2.** La compactación se hará longitudinalmente, 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.

## NORMAS

N-CTR-CAR 1 04-002/03

**G.5.3.** A menos que la Secretaría apruebe lo contrario, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

### G.6. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la subbase o la base hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable.

### H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la subbase o la base 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

Que los materiales, solos y después de mezclados cuando procedan de dos o más bancos diferentes, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

#### H.2. LÍNEAS Y NIVELES

Que el alineamiento, perfil y sección de la subbase o la base, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma, para lo que se ejecutarán los siguientes levantamientos topográficos:

**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y niveles**

Unidades en cm

Característica	Tolerancia	
	Subbase*	Base
Ancho de la corona, del eje a la orilla	+ 5	
Nivel de la superficie en cada punto nivelado, respecto al de proyecto	± 1,5	± 1

\* En el caso de subbases para pavimentos de concreto hidráulico, deberán cumplir con las tolerancias para bases indicadas en esta Tabla.

- H.2.1.** Previamente a la construcción de la subbase o la base, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia igual al semiancho de la corona de la subbase o la base, según sea el caso, menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje, y en las orillas de dicha corona.
- H.2.2.** Una vez compactada la subbase o la base, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso anterior, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona de la subbase o la base, según sea el caso, para verificar que esos niveles y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.
- H.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.3. COMPACTACIÓN**

Que la compactación de la subbase o de la base, determinada en calas ubicadas 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*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

- H.3.1.** El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-002/03

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

- H.3.2. Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua de las mismas.
- H.3.3. Todos los grados de compactación que se determinen en las calas, para ser aceptados, deberán estar dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.
- H.3.4. Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la subbase o base, según sea el caso, compactándolo hasta obtener el grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

### I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de subbases o bases 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 subbase o de base compactada, para cada grado de compactación y cada banco en particular o cada grupo de bancos cuyos materiales hayan sido mezclados, con aproximación a la unidad. El volumen se calculará con base en los levantamientos topográficos a que se refiere la Fracción H.2. de esta Norma, aplicando el método de promedio de áreas extremas.

### J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de subbases o de bases 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 subbase o de base compactada, para cada grado de compactación y cada banco en particular o grupo de bancos. 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:

- Desmante y despirme de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N CTR-CAR-1-04 002/03

parcial o total; disgregado; separación y recolección de los desperdicios; cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos.

- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, aplicación e incorporación del agua.
- Cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y descarga en el lugar de utilización.
- Operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- Escarificación de la superficie compactada para recibir una nueva capa.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la subbase o base 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 la subbase o base, 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 subbase o de la base, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme con 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 006. Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente



**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

**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:

**CTR. CONSTRUCCIÓN**  
**CAR. CARRETERAS**

N CTR-CAR-1 04-006/09

NORMAS Y MANUALES	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
Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío .....	N-CTR-CAR-1-04-008
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
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M-CAL-1-02
Índice de Perfil .....	M-MMP-4-07-002

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, 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 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.

## NORMAS

N CTR-CAR-1-04-006/09

- 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 carpetas asfálticas con mezcla en caliente, 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 será 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. 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 a la capacidad de producción de la planta o mayor.
- E.1.2.** Un pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- E.1.3.** 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.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR 1-04-006/09

- E.1.4. Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, 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, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimentos adyacentes, para evitar la contaminación del material.
- E.1.5. Silo para almacenar y proteger de la humedad a los fines 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, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Secretaría, por volumen y 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 éste no se contamine y que esté provisto de un termómetro con rango de veinte (20) a doscientos diez (210) grados Celsius.
- E.1.8. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la cantidad de cemento asfáltico 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.
- E.1.11. Dispositivo para recolección y reincorporación 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 carpeta asfáltica con mezcla en caliente que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y 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 niveles.

Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas limpias 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.

Es necesario contar además, con equipos especiales para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente en las tolvas de las mismas, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente.

## E.3. COMPACTADORES

### E.3.1. Compactadores de rodillos metálicos

Autopropulsados, 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 tamaño mínimo de 7.50-15 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) kilopascasles (5 lb/in<sup>2</sup>).

### E.4. 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*, 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*. 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.
- F.2. La distancia del transporte de la mezcla asfáltica será de sesenta (60) kilómetros como máximo, 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.

## G. EJECUCIÓN

### G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente 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 asfálticas con mezcla en caliente, 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 se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en caliente, 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 carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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 éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en caliente.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-04-006/09

- 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.
- G.3.4. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas asfálticas con mezcla en caliente 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.

#### G.4. TRABAJOS PREVIOS

- G.4.1. Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, 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. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la carpeta asfáltica con mezcla en caliente 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 carpeta.
- G.4.3. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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*.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04 006/09

- G.4.4.** Los acarreos de la mezcla asfáltica hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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 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 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 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 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 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 asfáltica con mezcla en caliente, 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:

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR-1 04-006/09

- 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 asfáltica con mezcla en caliente 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. 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 material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica puede tenderse y terminarse a mano.
- G.7.2.** Si la mezcla asfáltica está quemada, no se permitirá su tendido.
- 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 del mismo indicará al Contratista de Obra, las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto.
- G.7.4.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-006/09

- G.7.5.** 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 cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras en batería.
- G.7.6.** La cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco (45) grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido.
- G.7.7.** Se tendrá especial cuidado para que el enrasador traspase 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 compactado, el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.7.8.** De ser necesario, la mezcla asfáltica se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquél 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. 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.7.9.** Cada capa de mezcla asfáltica se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.10.** Durante el tendido de la mezcla asfáltica en caliente, 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. Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el camión vacíe directamente en la tolva de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR-1 04-006/09

**G.7.11.** 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.7.12.** La longitud de tendido de la mezcla asfáltica es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.

### G.8. COMPACTACIÓN

**G.8.1.** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, será compactada.

**G.8.2.** La capa extendida 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.** El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor.

**G.8.5.** La compactación se terminará cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual a la mínima conveniente para la compactación, conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. y se hayan alcanzado las características de la mezcla indicadas en el Inciso G.8.2. de esta Norma.

**G.8.6.** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la carpeta asfáltica con mezcla en caliente recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

**G.8.7.** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla caliente se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la carpeta asfáltica.

### G.9. ACABADO

Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, se formará un chaffán 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 con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.

### G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable.

### H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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 la mezcla asfáltica, así como 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 de la mezcla asfáltica 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 la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación, haya sido igual o mayor que la temperatura mínima de

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1 04-006/09

compactación determinada mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico utilizado o, en su caso, que haya indicado el proveedor del asfalto modificado.

- H.1.4.** Que el grado de compactación y la estabilidad de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, una vez compactada, determinados en corazones 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.1.4.1.** El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

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

$L$  = Longitud del tramo, (m)

- H.1.4.2.** Los corazones se extraerán sin dañar la carpeta asfáltica contigua a los mismos.

- H.1.4.3.** Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, 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.1.4.4.** Todos los grados de compactación y las estabilidades que se determinen en los corazones, estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

## H.2. ÍNDICE DE PERFIL

Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, compactada en cada franja de tendido de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de catorce (14) centímetros por kilómetro como máximo, a

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-006/09

menos que el proyecto indique otro valor. 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 con mezcla en caliente 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 catorce (14) 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 ( $90 \pm 20$ ) 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.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR-1 04-006/09

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.

**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 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 diez coma un (10,1) 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 con mezcla en caliente. 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 veinticuatro (24) centímetros por kilómetro, se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, hasta que el Contratista de Obra corrija la carpeta defectuosa, según se indica en el Inciso H.2.5. 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.

## NORMAS

N. CTR. CAR. 1-04-006/09

**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.

### **H.2.5. Corrección de la superficie de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente**

**H.2.5.1.** El Contratista de Obra realizará las correcciones de la superficie de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente 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. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil 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 veinticuatro (24) 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.

**CTR. CONSTRUCCIÓN  
CAR. CARRETERAS**

N-CTR-CAR-1 04-006/09

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

Fecha de construcción:

Tramo <sup>[1]</sup>		Subtramo <sup>[2]</sup>		<i>l<sub>p</sub></i> cm/km		<i>l<sub>p<sub>c</sub></sub></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
+	+	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
+	+	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
+	+	+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					
		+ —	+ —					

$\bar{l}_p =$

- l<sub>p</sub>* = Índice de perfil original del subtramo y franja de tendido correspondientes
- $\bar{l}_p$  = Índice de perfil promedio diario. Promedio aritmético de todos los *l<sub>p</sub>* obtenidos en un mismo día, (cm/km)
- l<sub>p<sub>c</sub></sub>* = Índice de perfil después de corregido el subtramo y franja de tendido correspondientes
- [1] = Tramo de 1 km o fracción
- [2] = Subtramo de 200 m o fracción

- a) Fresado continuo de la superficie de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona 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 veinticuatro (24) centímetros por kilómetro o menos. Sobre la superficie fresada, se colocará un tratamiento superficial aprobado por la Secretaria,

## NORMAS

N CTR-CAR-1-04 006/09

con un espesor de dos (2) centímetros como mínimo, a menos que el proyecto establezca la construcción de una capa de rodadura con mezcla asfáltica, en caliente o en frío.

- b) Colocación sobre la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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 corona 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 veinticuatro (24) 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 esté entre catorce coma uno (14,1) y veinticuatro (24) centímetros por kilómetro, el Contratista de Obra podrá elegir entre corregir la superficie terminada como se indica en el Párrafo H.2.5.3., o aceptar una sanción por incumplimiento de calidad, calculada con base en el precio unitario de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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 con mezcla en caliente 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 con mezcla en caliente, 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 con mezcla en caliente, 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 con mezcla en caliente, 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 éste, 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 éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 1 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.

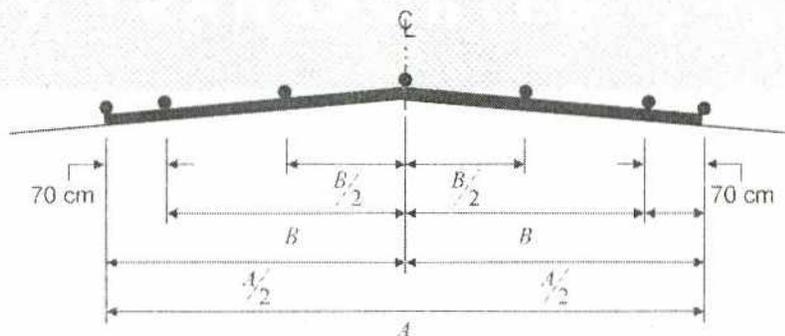


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04 006/09

- H.3.2.** Una vez compactada la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, comprobados sus índices de perfil y, en su caso, hechas las correcciones a que se refiere el Inciso H.2.5., se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.3.1., 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 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 con mezcla en caliente, del eje a la orilla	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0.5%

- H.3.3.** Si para corregir la superficie de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente se opta por colocar una sobrecarpeta como se señala en el Punto b) del Párrafo H.2.5.3. 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 con mezcla en caliente 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.

**CTR. CONSTRUCCIÓN**  
**CAR. CARRETERAS**

N CTR CAR-1 04-006/09

- H.3.6.** 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.3.7.** 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:

$\sigma_e$  = 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 Inciso anterior.

#### H.4. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

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

- H.4.1. Que la superficie de rodadura de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente compactada, 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 comprobación conforme a la norma ASTM E 670-94 (2000). La prueba se hará sobre la superficie de rodadura compactada y, en su caso, corregida de acuerdo con lo indicado en el Inciso H.2.5. de esta Norma.
- H.4.2. Cuando la resistencia a la fricción de una carpeta asfáltica con mezcla en caliente, sea menor de seis décimas (0,6), 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-CTR-CAR-1-04-008, *Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío*, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona 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, en cuyo caso, una vez concluida, se determinarán nuevamente la resistencia a la 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.

#### I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente 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

**CTR. CONSTRUCCIÓN**  
**CAR. CARRETERAS**

N-CTR-CAR 1 04-006/09

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 con mezcla en caliente de cada tramo de 1 km o fracción, (m<sup>3</sup>)

$L$  = Longitud del tramo, (m)

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

$\bar{a}$  = Ancho promedio de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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).

La Secretaría medirá y pagará como máximo el volumen de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente que resulte del espesor de proyecto más un (1) centímetro 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 3 de esta Norma.

**J. BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente 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 con mezcla en caliente y para el riego de liga, así como de los aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la

NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-006/09

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.

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

Tramo <sup>[1]</sup>		L m	e m	a m	V m <sup>3</sup>	PU \$	Importe \$ <sup>[2]</sup>	F	E \$
del km	al km								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								
Sumas =							\$	\$	
Importe total =							\$	\$	

L = Longitud del tramo correspondiente

e = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 1 cm como máximo)

a = Ancho promedio del tramo correspondiente (ancho de proyecto más 1 cm como máximo)

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

PU = Precio unitario de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente

F = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo correspondiente, obtenido de la Tabla 5

E = Estímulo o sanción del tramo correspondiente ( $E = V \times PU \times F$ )

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente (Importe =  $V \times PU$ )

- 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.
- Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y, en su caso, fibras.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en caliente.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-04-006/09

- 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.
- 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 con mezcla en caliente hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

Cuando procedan estímulos por mejoramiento de calidad o sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con los índices de perfil de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, que se obtengan según se señala en la Fracción H.2., 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) kilómetro o fracción, (\$)

$V$  = Volumen de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente del tramo, ( $m^3$ )

$PU$  = Precio unitario de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente fijado en el contrato, ( $\$/m^3$ )

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

NORMAS

N-CTR-CAR 1-04 006/09

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

Índice de perfil * cm / km	Factores de estímulo o sanción ( $F_j$ )	
4,0 o menos	Estímulo	+ 0,05
4,1 a 5,5		+ 0,04
5,6 a 7,0		+ 0,03
7,1 a 8,5		+ 0,02
8,6 a 10,0		+ 0,01
10,1 a 14,0	0	
14,1 a 16,0	Sanción	- 0,02
16,1 a 18,0		- 0,04
18,1 a 20,0		- 0,06
20,1 a 22,0		- 0,08
22,1 a 24,0		- 0,10
Mayor de 24,0	CORREGIR	

\* 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, 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 acuerdo con el índice de perfil ( $I_p$ ) obtenido de la Tabla 1 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 ( $I_p$ ) 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, en la que se anotan los factores promedio de estímulo o sanción ( $\bar{F}$ ) correspondientes, calculados en la Tabla 5 de esta Norma.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

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

**CTR. CONSTRUCCIÓN  
CAR. CARRETERAS**

N-CTR-CAR-1 04-006/09

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

Mes:  Año:

Tramo <sup>[1]</sup>		Subtramo <sup>[2]</sup>		Franja de tendido 1			Franja de tendido 2			$\bar{F}$
del km	al km	del km	al km	Día <sup>[3]</sup>	$I_p$ cm/km	$F_j$	Día <sup>[3]</sup>	$I_p$ cm/km	$F_j$	
+	+	+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							
+	+	+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							
+	+	+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							
		+	+							

$I_p$  = índice de perfil del subtramo y franja de tendido correspondientes, obtenido de la Tabla 1.  
Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el inciso H.2.5. de esta Norma, se utiliza el índice de perfil ( $I_p$ ) 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

$\bar{F}$  = 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

**L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 005. Riegos de Liga

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de liga en la construcción de carreteras y autopistas.

**B. DEFINICIÓN**

Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta asfáltica que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual que diez (10) centímetros.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las últimas versiones de las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Calidad de Materiales Asfálticos .....	N-CMT-4-05-001
Carpetas Asfálticas en Caliente .....	N-CTR-CAR-1-04-006
Carpetas Asfálticas en Frío .....	N-CTR-CAR-1-04-007

**D. MATERIALES**

- D.1. Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de liga, serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto.
- D.2. No se aceptará el suministro y aplicación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista de Obra.
- D.3. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la misma, 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.

**E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de liga, 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, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo debe estar y ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y ser 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 hasta que el Contratista de Obra corrija dichas deficiencias o lo reemplace con el equipo adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:

**E.1. PETROLIZADORAS**

Las petrolizadoras serán capaces de establecer a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas; estar equipadas con odómetro, medidores de presión,

## NORMAS

N CTR CAR: 1 04-005/00

dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque; y contar con una bomba y barras de circulación completas, que puedan ajustarse vertical y lateralmente.

### E.2. BARREDORAS MECÁNICAS

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria autopropulsada.

### F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que pudieran ocasionar deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, y sujetándose, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### G. EJECUCIÓN

Además de lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para la aplicación de riegos de liga se tiene que considerar lo siguiente:

#### G.1. DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

- G.1.1. La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Secretaría.
- G.1.2. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la dosificación del material asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta 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.2. 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 aplicarán riegos de liga en las siguientes condiciones.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR:1 04 005/00

- G.2.1. Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- G.2.2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo
- G.2.3. Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- G.2.4. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.
- G.2.5. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja; sin embargo, pueden ser aplicados 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.

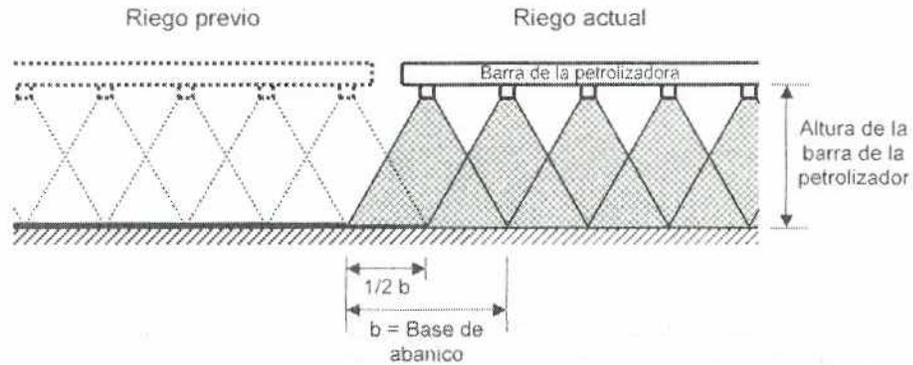
### G.3. TRABAJOS PREVIOS

- G.3.1. Inmediatamente antes de la aplicación del riego de liga, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.
- G.3.2. Previamente al riego de liga, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, 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.3.3. Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

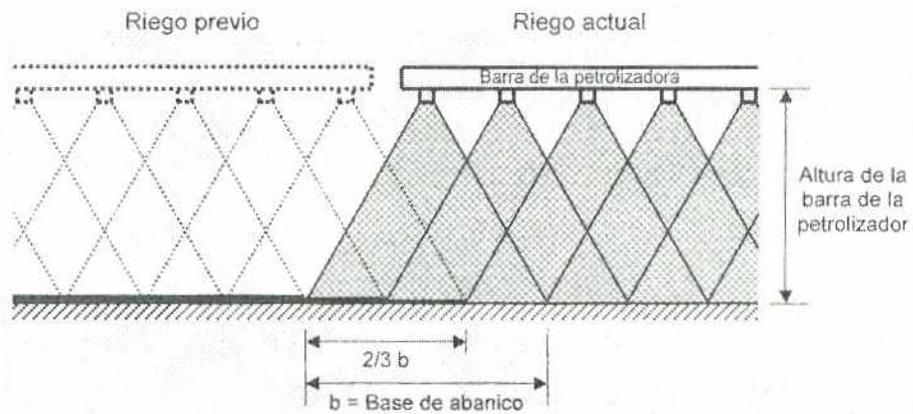
**G.4. APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO**

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

- G.4.1.** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, 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.4.2.** Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento doble*), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras (2/3) partes de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento triple*), como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.
- G.4.3.** La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio (1/2) o dos tercios (2/3) del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, 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.
- G.4.4.** En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista de Obra.
- G.4.5.** 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 la carpeta asfáltica. La Secretaría se reserva el derecho de no recibir el trabajo si, a su juicio, el riego tiene alguna deficiencia.



## CUBRIMIENTO DOBLE



## CUBRIMIENTO TRIPLE

FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico

- G.4.6. La superficie cubierta por el riego de liga debe permanecer cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que sea construida la carpeta asfáltica. Cualquier deterioro que se origine en el riego aplicado, por el tránsito de vehículos u otras causas imputables al Contratista de Obra, será reparado por su cuenta y costo

## G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación del riego de liga hasta que haya sido cubierto por la carpeta asfáltica.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-005/00

### H. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que un riego de liga sea aceptado por la Secretaría, éste deberá cumplir con todo lo establecido en esta Norma.

### I. MEDICIÓN

Cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y el riego de liga sea ejecutado conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, éste se medirá como parte de la carpeta asfáltica, según se indica en las Cláusulas I. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-006, *Carpetas Asfálticas en Caliente* y N-CTR-CAR-1-04-007, *Carpetas Asfálticas en Frío*.

### J. BASE DE PAGO

Cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, el riego de liga ejecutado a satisfacción de la Secretaría, estará incluido en la base de pago de la carpeta asfáltica, según se indica en las Cláusulas J. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-006, *Carpetas Asfálticas en Caliente* y N-CTR-CAR-1-04-007, *Carpetas Asfálticas en Frío*.

### K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los riegos de liga aplicados, se incluirá en la que corresponda a la carpeta asfáltica, que se indica en las Cláusulas K. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-006, *Carpetas Asfálticas en Caliente* y N-CTR-CAR-1-04-007, *Carpetas Asfálticas en Frío*.

### L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

La Secretaría recibirá el riego de liga como parte de la carpeta asfáltica cuando ésta haya sido terminada, según se indica en las Cláusulas L. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-006, *Carpetas Asfálticas en Caliente* y N-CTR-CAR-1-04-007, *Carpetas Asfálticas en Frío*.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 04. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 004. Riegos de Impregnación

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de impregnación en la construcción de carreteras y autopistas.

**B. DEFINICIÓN**

Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación, o bien un asfalto rebajado. La aplicación del riego de impregnación puede omitirse si la capa por construir encima es una carpeta asfáltica con espesor mayor o igual que diez (10) centímetros.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las últimas versiones de las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Calidad de Materiales Asfálticos .....	N-CMT-4-05-001

**D. MATERIALES**

- D.1. Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de impregnación, serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto.
- D.2. No se aceptará el suministro y aplicación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista de Obra.
- D.3. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la misma, 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.

**E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de impregnación, 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, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo debe estar y ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y ser 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 hasta que el Contratista de Obra corrija dichas deficiencias o lo reemplace con el equipo adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

En la selección del equipo el Contratista de Obra considerará lo siguiente:

**E.1. PETROLIZADORAS**

Las petrolizadoras serán capaces de establecer a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-004/00

controladas; estar equipadas con odómetro, medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque; y contar con una bomba y barras de circulación completas, que puedan ajustarse vertical y lateralmente.

### E.2. BARREDORAS MECÁNICAS

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria autopropulsada.

### F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que pudieran ocasionar deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, y sujetándose, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### G. EJECUCIÓN

Además de lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para la aplicación de riegos de impregnación se tiene que considerar lo siguiente:

#### G.1. DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

- G.1.1. La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de impregnación, se realizará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Secretaría.
- G.1.2. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la dosificación del material asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta 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.2. 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 aplicarán riegos de impregnación en las siguientes condiciones:

- G.2.1. Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- G.2.2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.2.3. Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- G.2.4. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.
- G.2.5. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados 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.
- G.2.6. Cuando se utilicen asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

**G.3. TRABAJOS PREVIOS**

- G.3.1. Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.
- G.3.2. Previamente al riego de impregnación, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras,

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-004/00

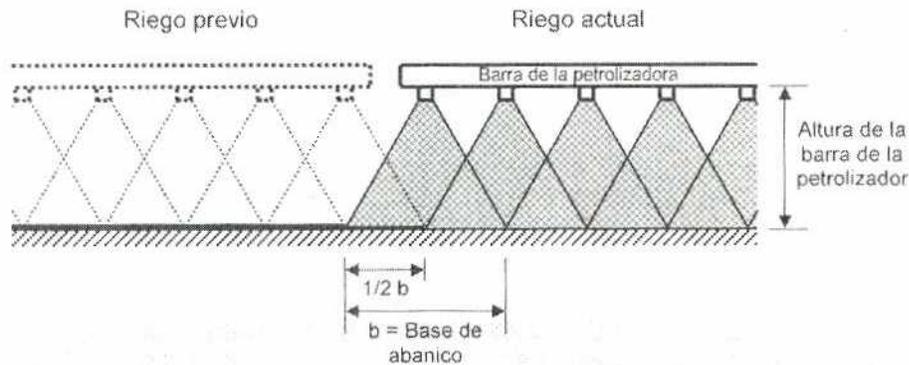
entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

- G.3.3.** Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

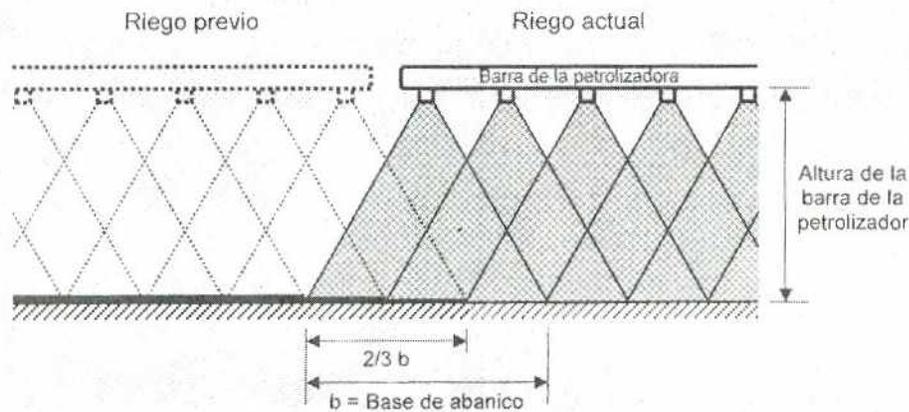
### G.4. APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

- G.4.1.** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, 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.4.2.** Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento doble*), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras ( $2/3$ ) partes de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento triple*), como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.
- G.4.3.** La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio ( $1/2$ ) o dos tercios ( $2/3$ ) del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, 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.



CUBRIMIENTO DOBLE



CUBRIMIENTO TRIPLE

FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico

- G.4.4. En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Las deficiencias que por esta causa se presentan, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista de Obra.
- G.4.5. La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista de Obra; sin embargo, la Secretaría se reserva el derecho de no recibir el trabajo si, a su juicio, el riego tiene alguna deficiencia.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-004/00

- G.4.6. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo ordene la Secretaría, la penetración del riego de impregnación debe ser mayor o igual a cuatro (4) milímetros.
- G.4.7. No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.
- G.4.8. La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración establecida en el proyecto u ordenada por la Secretaría se haya producido. Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al Contratista de Obra, tendrá que ser reparado por su cuenta y costo.
- G.4.9. Cuando por causas de fuerza mayor y previa autorización de la Secretaría, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurra la penetración requerida o si a juicio de la Secretaría existe exceso de material asfáltico en la superficie y éste no amerita ser removido, el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y con el procedimiento que apruebe la Secretaría.

### G.5. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación del riego de impregnación hasta que haya sido recibido por la Secretaría.

### H. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que un riego de impregnación sea aceptado por la Secretaría, éste deberá cumplir con todo lo establecido en esta Norma.

### I. MEDICIÓN

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría,

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR:1 04-004/00

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, tomando en cuenta lo siguiente:

- I.1. La medición del material asfáltico se hará tomando como unidad el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto, con aproximación a la unidad.
- I.2. A menos que la Secretaría indique otra cosa, la medición de la arena o cualquier otro material utilizado para cubrir el riego de impregnación, se hará tomando como unidad el metro cúbico colocado, determinando el volumen del material en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su colocación, verificándolo a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado, que sea tendido de acuerdo a lo establecido en el proyecto u ordenado por la Secretaría.

#### J. BASE DE PAGO

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán de la siguiente manera:

- J.1. El material asfáltico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto. 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, 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; barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplicará el riego; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapos excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto;

## NORMAS

N CTR-CAR 1-04-004/00

los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

- J.2. A menos que la Secretaría indique otra cosa, la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Los precios unitarios, conforme con lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, 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, y formación de los almacenamientos; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; tendido del material; recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material excedente; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

### K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los riegos de impregnación aplicados, 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 aplicación del riego de impregnación, la Secretaría lo recibirá conforme con 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.

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas**

**CAPÍTULO: 001. Calidad de Materiales Asfálticos**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad que deben cumplir los materiales asfálticos que se utilicen en la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

El asfalto es un material bituminoso de color negro, constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, elementos que proporcionan características de consistencia, aglutinación y ductilidad; es sólido o semisólido y tiene propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales. Al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida.

Los materiales asfálticos se emplean en la elaboración de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones, ya sea para aglutinar los materiales pétreos utilizados, para ligar o unir diferentes capas del pavimento; o bien para estabilizar bases o subbases. También se pueden usar para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como algunas obras complementarias de drenaje, entre otras.

Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados, dependiendo del vehículo que se emplee para su incorporación o aplicación, como se indica en la Tabla 1 de esta Norma y se detalla a continuación.

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT 4-05-001/05

**TABLA 1.- Clasificación de los materiales asfálticos**

Material asfáltico	Vehículo para su aplicación	Usos más comunes
Cemento asfáltico	Calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
Emulsión asfáltica	Agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones.
Asfalto rebajado	Solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de subbases y bases hidráulicas.

### B.1. CEMENTOS ASFÁLTICOS

Los cementos asfálticos son asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo.

Según su viscosidad dinámica a sesenta (60) grados Celsius, los cementos asfálticos se clasifican como se indica en la Tabla 2 de esta Norma, donde se señalan los usos más comunes de cada uno.

Cuando en el mercado no esté disponible el asfalto AC-30, el Residente de la obra podrá solicitar a la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría, la autorización para sustituirlo por AC-20, haciendo los ajustes correspondientes al precio unitario del producto.

### B.2. EMULSIONES ASFÁLTICAS

Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas *aniónicas* cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas *catiónicas*, cuando les confiere polaridad electropositiva.

**TABLA 2.- Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C**

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.</li> </ul>
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li> </ul>
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li> </ul>
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la Figura 1.</li> <li>En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.</li> </ul>

[1] Poises

Las emulsiones asfálticas pueden ser de los siguientes tipos:

- De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en la elaboración de éstas últimas.
- De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es igual que dos (2) por ciento o menor, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

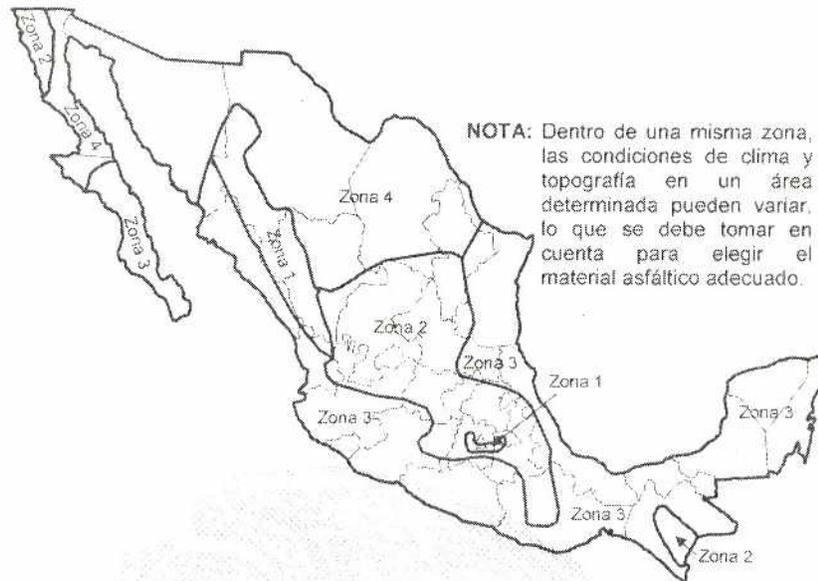


FIGURA 1.- Regiones geográficas para la utilización de asfaltos clasificados según su viscosidad dinámica a 60°C. (Ver Tabla 2)

- De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
- Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de subbases y/o bases hidráulicas.
- Superestables, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Según su contenido de cemento asfáltico en masa, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas se clasifican como se indica en la Tabla 3 de esta Norma.

### B.3. ASFALTOS REBAJADOS

Los asfaltos rebajados, que regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y subbases hidráulicas, son los materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, clasificados según su velocidad de fraguado como se indica en la Tabla 4 de esta Norma.

**NORMAS**

N-CMT-4-05 001/05

**TABLA 3.- Clasificación de las emulsiones asfálticas**

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

**TABLA 4.- Clasificación de los asfaltos rebajados**

Clasificación	Velocidad de fraguado	Tipo de solvente
FR-3	Rápida	Nafta, gasolina
FM-1	Media	Queroseno

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES

DESIGNACIÓN

Muestreo de Materiales Asfálticos ..... M-MMP-4-05-001

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N: CMT-4-05-001/05

Viscosidad Dinámica de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-002
Viscosidad Cinemática de Cementos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-003
Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos ....	M-MMP-4-05-004
Penetración en Cementos y Residuos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-006
Punto de Inflamación Cleveland en Cementos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-007
Solubilidad de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-008
Punto de Reblandecimiento en Cementos Asfálticos	M-MMP-4-05-009
Pruebas en el Residuo de la Película Delgada de Cementos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-010
Ductilidad de Cementos y Residuos Asfálticos .....	M-MMP-4-05-011
Destilación de Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-012
Asentamiento de Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-013
Retenido en las Mallas N°20 y N°60 en Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-014
Cubrimiento del Agregado en Emulsiones Asfálticas	M-MMP-4-05-015
Miscibilidad con Cemento Pórtland de Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-016
Carga Eléctrica de las Partículas de Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-017
Demulsibilidad de Emulsiones Asfálticas .....	M-MMP-4-05-018
Índice de Ruptura de Emulsiones Asfálticas Catiónicas .....	M-MMP-4-05-019
Punto de Inflamación Tag en Asfaltos Rebajados ....	M-MMP-4-05-020
Destilación de Asfaltos Rebajados .....	M-MMP-4-05-021

### D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA CEMENTOS ASFÁLTICOS

Los cementos asfálticos deben satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 5 de esta Norma.

### E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS

Las emulsiones asfálticas deben satisfacer los requisitos de calidad que se indican a continuación:

**NORMAS**

N-CMT-4-05-001/05

**TABLA 5.- Requisitos de calidad para cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60°C**

Características	Clasificación			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
<b>Del cemento asfáltico original:</b>				
Viscosidad dinámica a 60°C: Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	200 ± 40 (2 000 ± 400)	300 ± 60 (3 000 ± 600)
Viscosidad cinemática a 135°C; mm <sup>2</sup> /s, mínimo (1 mm <sup>2</sup> /s = 1 centistoke)	175	250	300	350
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s. mínimo	80	110	120	150
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm, mínimo	140	80	60	50
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	177	219	232	232
Solubilidad; %, mínimo	99	99	99	99
Punto de reblandecimiento; °C	37 - 43	45 - 52	48 - 56	50 - 58
<b>Del residuo de la prueba de la película delgada:</b>				
Perdida por calentamiento; %, máximo	1	0.5	0.5	0.5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> ), máximo	200 (2 000)	400 (4 000)	800 (8 000)	1 200 (12 000)
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	100	75	50	40
Penetración retenida a 25 °C, %, mínimo	46	50	54	58

[1] Poises

**E.1. PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS**

Las emulsiones asfálticas aniónicas, según su clasificación, han de cumplir con todos los requisitos establecidos en la Tabla 6 de esta Norma.

**E.2. PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS**

Las emulsiones asfálticas cationicas, según su clasificación, han de cumplir con todos los requisitos establecidos en la Tabla 7 de esta Norma.

**F. REQUISITOS DE CALIDAD PARA ASFALTOS REBAJADOS**

Los asfaltos rebajados, según su clasificación, deben satisfacer los requisitos establecidos en la Tabla 8 de esta Norma.

**CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-4-05-001/05

**TABLA 6.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas**

Características	Clasificación						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s. mínimo	5	---	---	---	20	20	5
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s. mínimo	---	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	---	---	90	90	90	90	---
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	---	---	75	75	75	75	---
Miscibilidad con cemento Portland; %, máximo	---	---	---	---	2	2	---
Carga eléctrica de las partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad; %	60 mín	50 mín	30 máx	30 máx	---	---	---
<b>Del residuo de la destilación:</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)	100 ± 20 (1 000 ± 200)	50 ± 10 (500 ± 100)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	100-200	50-90	100-200	50-90	100-200	50-90	150-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	40

[1] Paises.

**G. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES ASFÁLTICOS**

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de los materiales asfálticos antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

NORMAS

N-CMT 4-05 001/05

TABLA 7.- Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Clasificación						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-45	ECS-60
<b>De la emulsión:</b>							
Contenido de cemento asfáltico en masa: %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C; s. mínimo	---	---	---	---	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s. mínimo	5	40	50	25	---	---	---
Asentamiento en 5 días: diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubrimiento del agregado seco, %, mínimo	---	---	---	90	90	---	90
Cubrimiento del agregado húmedo, %, mínimo	---	---	---	75	75	---	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3	3	5	---	15	---
Índice de ruptura; %	< 100	< 100	< 100	80 – 140	> 120	---	> 120
<b>Del residuo de la destilación:</b>							
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	50 ± 10 (500 ± 100)						
Penetración <sup>[2]</sup> a 25°C, en 100 g y 5 s; 10 <sup>-1</sup> mm	110–250	110–250	110–250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	---

[1] Paises

[2] En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores de 40°C, la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65 y ECL-65, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90 × 10<sup>-1</sup> mm.

**G.1. TRANSPORTE DE MATERIALES ASFÁLTICOS**

**G.1.1.** Los materiales asfálticos se transportarán desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque de ferrocarril o buques-tanque, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera. Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-4-05-001/05

adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**TABLA 8.- Requisitos de calidad para asfaltos rebajados**

Características	Grado	
	FM-1	FR-3
<b>Del asfalto rebajado:</b>		
Punto de inflamación Tag: °C, mínimo	38	27
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s	75 - 150	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 60°C; s	---	250 - 500
Contenido de solvente por destilación a 360°C, en volumen, %		
Hasta 225°C	20 máx	25 mín
Hasta 260°C	25 - 65	55 mín
Hasta 315°C	70 - 90	83 mín
Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C, en volumen, %, mínimo	60	73
Contenido de agua por destilación a 360°C, en volumen, %, máximo	0,2	0,2
<b>Del residuo de la destilación:</b>		
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s ( $P^{(1)}$ ), máximo	200 ± 40 (2 000 ± 400)	200 ± 40 (2 000 ± 400)
Penetración a 25°C, en 100 g y 5 s; $10^{-1}$ mm	120 - 300	80 - 120
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	100	100
Solubilidad; %, mínimo	99,5	99,5

[1] Poises

**G.1.2.** Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el material asfáltico, las tapas y llaves del tanque se sellarán en forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del material en el almacenamiento. No se aceptará el material en el caso de que los sellos hayan sido violados.

### G.2. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES ASFÁLTICOS

**G.2.1.** Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida

## NORMAS

N-CMT-4-05-001/05

excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

- G.2.2. Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se va almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto.
- G.2.3. En el caso de emulsiones asfálticas, se utilizarán tanques verticales equipados con dispositivos para la recirculación del material, para evitar lo más posible el asentamiento y la formación de natas.
- G.2.4. Tratándose de emulsiones asfálticas, con el propósito de que no se contaminen con la nata que pudiera haberse formado sobre la superficie del material previamente almacenado, el llenado de los depósitos de almacenamiento ha de efectuarse desde el fondo de estos, evitando que el producto caiga sobre la superficie del material ya almacenado, rompiendo dicha nata.
- G.2.5. Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.
- G.2.6. En el caso de emulsiones de rompimiento rápido, es importante que la temperatura de almacenamiento no sea mayor de ochenta (80) grados Celsius en el punto de contacto.

### H. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que un material asfáltico sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra, o el proveedor cuando se trate de emulsiones asfálticas en obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que

## CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-4-05-001/05

garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, según el tipo de material asfáltico establecido en el proyecto autorizado por la Secretaría, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo. Además, con objeto de controlar la calidad del material asfáltico durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-05-001 *Muestreo de Materiales Asfálticos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que las características indicadas en la Tabla 9 cumplan con los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

**TABLA 9.- Características de calidad que se deben revisar en los materiales asfálticos durante la ejecución de la obra**

Cementos asfálticos	Emulsiones asfálticas	Asfaltos rebajados
En el cemento asfáltico original:	En la emulsión:	En el asfalto rebajado:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Punto de inflamación Cleveland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de cemento asfáltico en masa</li> <li>• Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>• Cubrimiento del agregado seco y húmedo</li> <li>• Carga eléctrica de las partículas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de inflamación Tag</li> <li>• Viscosidad Saybolt-Furol a 25 y 50°C</li> <li>• Contenido de solvente por destilación a 360°C</li> <li>• Contenido de cemento asfáltico por destilación a 360°C</li> </ul>
En el residuo de la película delgada:	En el residuo de la destilación:	En el residuo de la destilación:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Pérdida por calentamiento</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad dinámica a 60°C</li> <li>• Ductilidad a 25°C y 5 cm/min</li> <li>• Penetración a 25°C, 100 g, 5 s</li> </ul>

En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el material asfáltico suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

### I. BIBLIOGRAFÍA

Asphalt Institute, *Manual MS-22 Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente*, Lexington, KY, EUA.

## NORMAS

---

N-CMT-4-05-001/05

Asphalt Institute, *Manual 22 Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements*, 2ª ed, Lexington, KY, EUA.

Instituto del Asfalto; Departamento del Transporte de los Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras; e IPC, *Antecedentes del Diseño y Análisis de Mezclas Asfálticas, Aplicaciones Tecnológicas, Innovaciones a través de Asociaciones*, Asphalt Institute, Lexington, KY, EUA (nov 1994).

PEMEX Refinación, *Especificaciones y Pruebas para Cementos Asfálticos en la Construcción de Pavimentos*, PEMEX, México, DF (1998).

Dirección General de Servicios Técnicos, *Propuesta de Actualización de Normas de Calidad para Emulsiones Asfálticas*, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, DF (mar 1999).

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN

**TEMA:** CAR. Carreteras

**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA

**TÍTULO:** 04. Pavimentos

**CAPÍTULO:** 010. Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente

**A. CONTENIDO**

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

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente son aquéllas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, 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 carpeta asfáltica, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la capa de rodadura, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal.

De acuerdo con la granulometría del material pétreo que se utilice, se clasifican en capas de rodadura de granulometría abierta, de granulometría discontinua tipo SMA y de granulometría discontinua tipo CASAA.

CTR. CONSTRUCCIÓN

CAR. CARRETERAS

N CTR CAR 1 04-010/09

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 Y MANUALES	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
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M-CAL-1-02

D. MATERIALES

D.1. Los materiales que se utilicen en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 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.

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04 010/09

- 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 caliente, 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 será 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. 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 a la capacidad de producción de la planta o mayor.
- E.1.2.** Un pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- E.1.3.** Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en dos (2) tamaños diferentes, con capacidad suficiente para

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR 1-04-010/09

mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla asfáltica.

- E.1.4. Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, 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, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimientos 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, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Secretaría, por volumen y 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 éste no se contamine y que esté provisto de un termómetro con rango de veinte (20) a doscientos diez (210) grados Celsius.
- E.1.8. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la cantidad de cemento asfáltico 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.
- E.1.11. Dispositivo para recolección y reincorporación 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la capa de rodadura, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y 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 niveles.

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 limpias 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.

Es necesario contar además, con equipos especiales para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacien directamente en las tolvas de las mismas, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-04-010/09

#### E.3. COMPACTADORES DE RODILLOS METÁLICOS

Autopropulsados, reversibles, con una masa mínima de diez (10) toneladas y 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.4. 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*, 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*. 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.

F.2. La distancia de transporte de la mezcla asfáltica, será tal que el tiempo de recorrido no exceda de uno coma cinco (1,5) horas, para evitar el escurrimiento del cemento asfáltico, pero nunca mayor de sesenta (60) kilómetros menos 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.

#### G. EJECUCIÓN

##### G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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, fibras y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en caliente, 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, fibras y aditivos utilizados en la elaboración de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente:

- 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.
- G.3.4. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. 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 caliente, 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.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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.4.3.** Los acarrees de la mezcla 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 caliente, 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 transporten 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 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*.

## NORMAS

N. CTR-CAR.1-04-010/09

- 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 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 mezcla 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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. 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 material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica puede tenderse y terminarse a mano.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N CTR CAR-1 04-010/09

- G.7.2.** Si la mezcla asfáltica está quemada, no se permitirá su tendido.
- 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 del mismo indicará al Contratista de Obra, las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto.
- G.7.4.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de tender la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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*. Para el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo CASAA, el riego de liga se aplicará en forma sincronizada con su tendido, utilizando una emulsión asfáltica modificada con polímero, a una temperatura entre cuarenta y nueve (49) y setenta y cinco (75) grados Celsius, según lo recomiende su fabricante, con una dosificación de cero coma siete (0,7) a uno coma cinco (1,5) litros por metro cuadrado, según se determine en el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma, con base en las condiciones de la superficie de aplicación.
- G.7.5.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.
- G.7.6.** Cuando se trate de capas de rodadura de granulometría abierta, se pueden evitar las juntas longitudinales utilizando pavimentadoras en batería. Cuando esto no sea posible, no se utilizarán materiales asfálticos para ligar las juntas de dos franjas sucesivas o en la continuación de una franja con otra, debido a la obstrucción que pueden producir al drenaje dentro de la capa. Es importante que, por ningún motivo, se obstruya el drenaje interior en cualquier tramo.
- G.7.7.** En el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, las caras expuestas de las juntas transversales en la continuación de una franja con otra y longitudinales entre dos franjas sucesivas, se recortarán

## NORMAS

N CTR-CAR-1-04 010/09

aproximadamente a noventa (90) grados antes de iniciar el siguiente tendido y las franjas se ligarán con cemento asfáltico, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido o con emulsión asfáltica modificada, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Las juntas longitudinales se pueden evitar utilizando pavimentadoras en batería.

- G.7.8.** En cualquier caso, 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 compactado, la superficie de rodadura quede con los niveles y dentro de las tolerancias, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.7.9.** La capa de rodadura con de mezcla asfáltica en caliente se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.10.** Durante el tendido de la mezcla asfáltica en caliente, la tolva de descarga de la pavimentadora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla si existe segregación. Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el camión vacíe directamente en la tolva de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura.
- G.7.11.** 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.7.12.** La longitud de tendido de la mezcla asfáltica es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.
- G.7.13.** El tiempo de almacenamiento de la mezcla asfáltica no excederá de treinta (30) minutos, por lo que habrá una coordinación adecuada entre la producción, el transporte y la colocación de la capa de rodadura.

**G.8. COMPACTACIÓN**

- G.8.1. Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica en caliente, será compactada.
- G.8.2. En el caso de las capas de rodadura de granulometría abierta, la mezcla se compactará mediante dos pasadas con compactadores de rodillo liso metálico en modo estático, con una masa mínima de diez (10) toneladas. Si así lo aprueba la Secretaría, se dará solamente una pasada cuando, a su juicio, se detecte un posible fracturamiento del material pétreo.
- G.8.3. En el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, la capa extendida se compactará con compactadores de rodillo liso metálico en modo estático, con una masa mínima de diez (10) toneladas, con el número de pasadas necesario para que la mezcla asfáltica alcance el grado de compactación indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.8.4. En las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente no se permitirá el uso de compactadores vibratorios.
- G.8.5. 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.8.6. La compactación se terminará cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual a la mínima conveniente para la compactación, conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. y se hayan alcanzado las características de la mezcla indicadas en los Incisos G.8.2. y G.8.3. de esta Norma.
- G.8.7. Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente recién compactada, 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 en caliente se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la capa de rodadura.

**G.9. ACABADO**

- G.9.1.** En el caso de capas de rodadura de granulometría abierta, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, se comprobará que no se haya obstruido el drenaje lateral en ningún tramo. En el caso de que existan obstrucciones, el Contratista de Obra las eliminará por su cuenta y costo.
- G.9.2.** Cuando la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, se construya sobre una base, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual a uno coma cinco (1,5) veces el espesor de la capa de rodadura, adicionando mezcla asfáltica en caliente directamente durante el tendido, si la pavimentadora está equipada para hacerlo o bien, en forma manual inmediatamente después del tendido, compactándola en cualquier caso con el equipo adecuado.
- G.9.3.** Cuando la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, se construya sobre una carpeta asfáltica, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, en las orillas, sobre el chaflán de la carpeta asfáltica, se colocará mezcla asfáltica adicional, con un espesor igual al de la capa de rodadura, directamente durante el tendido, si la pavimentadora está equipada para hacerlo o bien, en forma manual inmediatamente después del tendido, compactándola en cualquier caso con el equipo adecuado.

**G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable.

**H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O REHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 la mezcla asfáltica, así como 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 de la mezcla asfáltica 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 la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación haya sido igual o mayor 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.
- H.1.4.** Que el grado de compactación de la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, una vez compactada, determinado con densímetro nuclear u otro método o prueba que apruebe la Secretaría, en sitios determinados 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.1.4.1.** El número de determinaciones del grado de compactación se definirá aplicando la siguiente fórmula:

$$d = \frac{L}{50}$$

Donde:

$d$  = Número de determinaciones por obtener, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo, (m)

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-010/09

- H.1.4.2. Todos los grados de compactación que se determinen, estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

### H.2. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

- H.2.1. Previamente a la construcción de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 1 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.

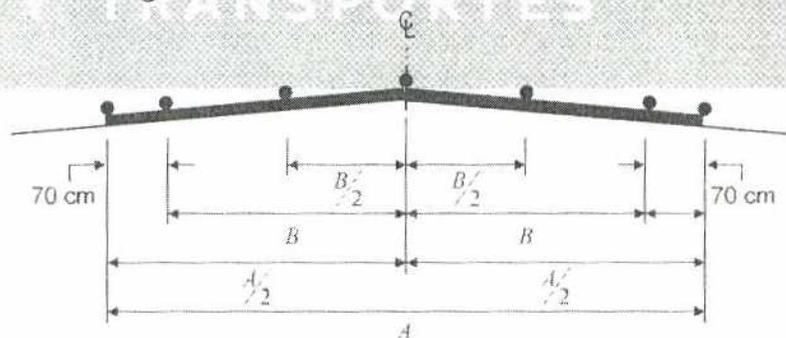


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

**CTR. CONSTRUCCIÓN****CAR. CARRETERAS**

N-CTR-CAR-1 04-010/09

- H.2.2.** Una vez compactada la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.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 comprobar 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 con mezcla asfáltica en caliente, del eje a la orilla	$\pm 1$ cm
Pendiente transversal	$\pm 0,5\%$

- H.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.2.4.** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos H.2.1. y H.2.2. de esta Norma, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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.2.5. y H.2.6. de esta Norma.

- H.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)

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-010/09

$\bar{e}$  = 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.2.6. 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:

$\sigma_e$  = 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 Inciso anterior.

### H.3. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

Que la superficie de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente compactada, 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 comprobación conforme a la norma ASTM E 670-94 (2000).

## I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 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 con mezcla asfáltica en caliente de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, (m<sup>3</sup>)

$L$  = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma.

$\bar{a}$  = Ancho promedio de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la capa de rodadura, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso H.2.2. de esta Norma, (m).

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

## NORMAS

N-CTR-CAR-1-04-010/09

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

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

Tramo <sup>[1]</sup>		$L$ m	$\bar{e}$ m	$\bar{a}$ m	$V$ m <sup>3</sup>	PU \$	Importe \$ <sup>[2]</sup>
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 con mezcla asfáltica en caliente

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente (Importe =  $V \times PU$ )

### J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 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 con mezcla asfáltica en caliente y para el riego de liga, así como de las fibras y 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.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR CAR 1-04-010/09

- 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 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 y aditivos.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente.
- 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.
- 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 con mezcla asfáltica en caliente 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 caliente, 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 caliente, 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 07. Señalamiento y Dispositivos de Seguridad  
**CAPÍTULO:** 001. Marcas en el Pavimento

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de marcas en el pavimento para carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Las marcas en el pavimento son el conjunto de rayas, símbolos y letras, que se pintan o colocan sobre el pavimento, que tienen por objeto delinear las características geométricas de las vialidades con el regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información visual o auditivamente a los usuarios.

Las marcas pueden aplicarse con pintura convencional o termoplástica, o bien pueden ser materiales plásticos preformados, adheridos a la superficie de pavimento utilizando adhesivos.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma, las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales.*

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras.....	N·LEG·3
Pinturas para Señalamiento Horizontal.....	N·CMT·5·01·001
Criterios Estadísticos de Muestreo.....	M·CAL·1·02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento, cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas para Señalamiento Horizontal*, así como en las demás Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3.** 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 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 aplicación o colocación de marcas en el pavimento, 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 será 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, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

## NORMAS

N CTR-CAR 1 07 001/00

### **E.1. EQUIPO AUTOPROPULSADO PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA CONVENCIONAL**

Máquina pintarrayas autopropulsada, con dispositivos que permitan ajustar la cantidad de pintura y el ancho de película que se aplique, con mecanismos que regulen automáticamente la intermitencia de rayas y la dosificación de microesferas retrorreflejantes.

### **E.2. EQUIPO MANUAL PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA CONVENCIONAL**

Equipo manual de aire a presión, equipado con pistolas y boquillas adecuadas para el tipo de pintura por aplicar.

### **E.3. EQUIPO PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA TERMOPLÁSTICA**

Que cuente como mínimo con un depósito de almacenamiento, un tubo pulverizador, un dispositivo para el calentamiento de la pintura termoplástica, un termómetro integrado y un dosificador con mecanismo de posición para regular el espesor y ancho de película que se aplique.

### **E.4. EQUIPO PARA LA UBICACIÓN DE MARCAS EN EL PAVIMENTO**

El equipo topográfico y accesorios serán los adecuados para permitir la ubicación y trazo de las marcas en el pavimento en los lugares señalados por el proyecto.

### **E.5. UNIDADES DE AGUA A PRESIÓN**

Provistas de boquillas, capaces de producir una presión mínima de catorce (14) megapascasles ( $\pm 143 \text{ kg/cm}^2$ ).

### **E.6. BARREDORAS MECÁNICAS**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria con filamentos de material adecuado según la superficie por barrer y podrán ser remolcadas o autopropulsadas.

**F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N-CMT 5-01-001, *Pinturas para Señalamiento Horizontal*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**G. EJECUCIÓN**

**G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**G.2. 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 aplicarán o colocarán marcas en el pavimento sobre superficies húmedas, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**G.3. TRABAJOS PREVIOS**

**G.3.1. Limpieza**

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se aplicarán o colocarán las marcas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizará agua a presión o una barredora. No se permitirá la aplicación o colocación de marcas sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

**G.3.2. Premarcado**

**G.3.2.1.** Cuando se trate de rayas, previo a su aplicación o colocación, se indicará su ubicación mediante un premarcado sobre el pavimento en los lugares señalados en el proyecto, marcando puntos de referencia, con la ayuda de equipo topográfico y un hilo guía.

## NORMAS

N CTR CAR 1 07 001/00

- G.3.2.2.** En el caso de símbolos o letras, previo a su aplicación o colocación, se delinearán sus contornos para que cumplan con las dimensiones, ubicación y características establecidas en el proyecto.

### G.4. APLICACIÓN DE LA PINTURA

- G.4.1.** Las marcas en el pavimento se aplicarán conforme a las dimensiones, características y colores establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, sobre los puntos premarcados o dentro de los contornos delineados.
- G.4.2.** Cuando se utilice pintura convencional, se aplicará la pintura definitiva sobre los puntos premarcados en el caso de rayas o dentro de los contornos previamente delineados cuando se trate de símbolos o letras, utilizando equipo autopropulsado o manual según el tipo de marca. La película de pintura que se aplique será del tipo, ancho y espesor que indique el proyecto.
- G.4.3.** Cuando se utilice pintura termoplástica, la temperatura de aplicación será la recomendada por el fabricante, que normalmente es superior a noventa (90) grados Celsius e inferior a doscientos (200) grados Celsius. La película de pintura que se aplique será del tipo, ancho y espesor que indique el proyecto.

### G.5. APLICACIÓN DE MICROESFERAS RETRORREFLEJANTES

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sobre la película de pintura fresca se colocarán microesferas retrorreflejantes. Cuando se utilice un equipo autopropulsado, la incorporación de las microesferas se hará en forma automática al momento de la aplicación de la pintura; cuando se haga con equipo manual, éstas se incorporarán inmediatamente después de aplicada la pintura. En cualquier caso la dosificación será la adecuada para proporcionar el coeficiente de retrorreflexión mínimo establecido en el proyecto.

### G.6. COLOCACIÓN DE MARCAS PREFORMADAS

La colocación de las marcas preformadas se hará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

**G.7. TIEMPO DE SECADO**

El tiempo de secado, tanto de la pintura de las marcas pintadas como de los adhesivos de las marcas preformadas, se determinará en obra, considerando las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales en el sitio de los trabajos.

**G.8. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las marcas en el pavimento hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

**H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que las marcas en el pavimento se consideren terminadas y sean aceptadas 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 LA PINTURA**

Que las pinturas, convencionales o termoplásticas, utilizadas en la aplicación de las marcas, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

**H.2. CALIDAD DE LAS MARCAS PREFORMADAS**

Que los materiales de las marcas preformadas, cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

**H.3. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO, ESPESOR Y DIMENSIONES**

Que la ubicación, alineamiento, espesor y dimensiones de las rayas, símbolos o leyendas, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En caso de defectos en la ubicación, alineamiento o geometría, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, removerá y repondrá las marcas mediante un procedimiento mecánico aprobado por la Secretaría; no se aceptará el uso de solventes.

#### H.4. RETRORREFLEXIÓN

Que el coeficiente de retrorreflexión de las marcas, determinado en rayas, símbolos o leyendas seleccionados al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El número de marcas por probar será del diez (10) por ciento de la longitud de las rayas o del número de leyendas o símbolos.

#### I. MEDICIÓN

Cuando la aplicación o colocación de marcas 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, de la siguiente manera:

- I.1. Las rayas se medirán tomando como unidad el metro de raya terminada, según su tipo y con aproximación a un décimo (0,1).
- I.2. Los símbolos y letras se medirán tomando como unidad el símbolo o leyenda terminada, según su tipo.

#### J. BASE DE PAGO

Cuando la aplicación o colocación de marcas 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 de raya, el símbolo o la leyenda terminados, según su tipo. 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 de la pintura y microesferas retrorreflejantes o de las marcas preformadas y sus adhesivos, así como carga, transporte y descarga de todos ellos hasta el sitio de su aplicación o colocación, y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie donde se aplicarán o colocarán las marcas.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-07-001/00

- Ubicación y premarcado o delineado de las marcas.
- Aplicación o colocación de las marcas.
- Incorporación de las microesferas retrorreflejantes.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las marcas hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las marcas en el pavimento, 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 aplicación o colocación de las marcas en el pavimento, la Secretaría las aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, las 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 07. Señalamiento y Dispositivos de Seguridad  
**CAPÍTULO:** 005. Señales Verticales Bajas

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la instalación de señales verticales bajas en carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las señales verticales bajas son el conjunto de tableros instalados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas o símbolos que tienen por objeto regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, la existencia de algún sitio turístico o servicio, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la carretera. Según su finalidad, pueden ser señales preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, o diversas; según su estructura de soporte, pueden ser fijadas en uno o dos postes, o bien en estructuras existentes.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma, las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales.*

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Lámina y Estructuras para Señalamiento Vertical .....	N-CMT-5-02-002
Calidad de Películas Retrorreflejantes .....	N-CMT-5-03-001
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M-CAL-1-02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Las señales y demás materiales que se utilicen en su instalación, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-5-02-002, *Lámina y Estructuras para Señalamiento Vertical* y N-CMT-5-03-001, *Calidad de Películas Retrorreflejantes*, así como en las demás Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2.** No se aceptará el suministro y utilización de señales o materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, las señales y demás materiales que se utilicen en su instalación, 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 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. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N-CMT-5-02-002, *Lámina y Estructuras para Señalamiento Vertical* y N-CMT-5-03-001, *Calidad de Películas Retrorreflejantes*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**F. EJECUCIÓN**

**F.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la instalación de las señales verticales bajas se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**F.2. TRABAJOS PREVIOS**

**F.2.1. Ubicación**

Previo a la instalación de las señales, se marcará la localización y disposición de las señales en los lugares establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

**F.2.2. Excavación**

Una vez ubicados los sitios donde se instalarán las señales, se realizará la excavación para la colocación de la estructura, conforme a las dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

**F.3. INSTALACIÓN**

**F.3.1.** La estructura de las señales bajas se instalará de tal manera que los postes de apoyo queden verticales.

**F.3.2.** Los tableros de las señales se instalarán en las estructuras de soporte de tal manera que queden perpendiculares a la dirección del tránsito, utilizando los dispositivos establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

**F.3.3.** La estructura de las señales bajas puede instalarse con el tablero de la señal fijo, siempre y cuando no se maltrate dicho tablero durante las maniobras de instalación.

**F.3.4.** Los postes de soporte de las señales quedarán ahogados en la excavación, para lo que se rellenará con el material producto de la excavación y con concreto hidráulico, según lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

**F.4. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las señales hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

**G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que las señales verticales bajas se consideren terminadas y sean aceptadas

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-07-005/00

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:

#### G.1. CALIDAD DE LAS SEÑALES

Que las estructuras de soporte, los tableros, los materiales retrorreflejantes y el contenido de las señales, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

#### G.2. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO, ORIENTACIÓN Y ALTURA

Que la ubicación, alineamiento, orientación y altura de las señales, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

#### G.3. FIJACIÓN

**G.3.1.** Que la fijación del tablero, inspeccionada en señales seleccionadas al azar mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, se haya hecho de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El número de señales por inspeccionar será del diez (10) por ciento del total instalado.

**G.3.2.** Que los dispositivos de fijación se hayan colocado en todos los puntos definidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría. Se revisará que los puntos no hayan sido golpeados para lograr su correcta alineación.

**G.3.3.** Que las tuercas y tornillos hayan sido ajustados con el torque indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. No se permitirá el uso de arandelas segmentadas o de presión.

#### G.4. RETRORREFLEXIÓN

Que en los mismos tableros seleccionados como se indica en la Fracción anterior, el coeficiente de retrorreflexión de la señal, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

**H. MEDICIÓN**

Cuando la instalación de señales verticales bajas 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 la señal terminada, según su tipo, ya sea de uno o varios tableros.

**I. BASE DE PAGO**

Cuando la instalación de señales verticales bajas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula H. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para la señal terminada, según su tipo, ya sea de uno o varios tableros. 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 fabricación de las señales, estructuras de soporte y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de las señales y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento.
- Ubicación de las señales.
- Excavación.
- Colocación de la estructura de soporte y relleno de la excavación.
- Suministro y colocación de concreto hidráulico.
- Instalación de las señales.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las señales hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**J. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las señales verticales bajas, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**K. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la instalación de las señales verticales bajas, la Secretaría las aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, las 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.

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. CONCEPTOS DE OBRA  
**TÍTULO:** 07. Señalamiento y Dispositivos de Seguridad  
**CAPÍTULO:** 012. Vibradores

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de vibradores para carreteras de nueva construcción.

**B. DEFINICIÓN**

Los vibradores, son estructuras de concreto simple, que forman una superficie ondulada, para advertir a los conductores mediante la vibración y el ruido que se produce al cruzarlos, de la llegada a una caseta de cobro, a un cruce a nivel con el ferrocarril, en caminos secundarios antes de entroncar con otra vía de mayor importancia, o en otros sitios donde se requiere disminuir la velocidad para evitar accidentes.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N-LEG-3
Concreto Hidráulico.....	N·CTR·CAR·1·02·003
Calidad del Concreto Hidráulico .....	N·CMT·2·02·005

**D. MATERIALES**

- D.1. Los materiales que se utilicen en la fabricación e instalación o construcción de vibradores, cumplirán con lo establecido en las aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2. No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales que se utilicen en la fabricación e instalación o construcción de los vibradores, 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 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. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**F. EJECUCIÓN**

**F.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la instalación o construcción de vibradores se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3. *Ejecución de Obras*.

**F.2. TRABAJOS PREVIOS**

**F.2.1. Limpieza**

Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se instalarán o construirán los vibradores, estará seca y exenta de materiales extraños, grasa, basura o fragmentos de roca. No se permitirá la instalación o construcción de vibradores sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

**F.2.2. Ubicación del vibrador**

Previo a la instalación o construcción del vibrador, se marcará su ubicación, en los lugares establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

**F.2.3. Excavación**

Una vez ubicados los sitios donde se colocarán los vibradores, se realizará una excavación para su colocación y anclaje, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

**F.2.4. Plantilla de apoyo**

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría previa compactación de la superficie descubierta por la excavación, se construirá una plantilla de cinco (5) centímetros de espesor, de concreto hidráulico pobre, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

**F.3. INSTALACIÓN DE VIBRADORES PRECOLADOS**

**F.3.1.** Los vibradores precolados se fabricarán con las características, dimensiones y geometría establecidas en el proyecto, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico* y se colocarán con el alineamiento, nivel y en los sitios establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N. CTR. CAR. 1-07-012/00

- F.3.2. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los vibradores precolados se fijarán en su sitio utilizando mortero hidráulico con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- F.3.3. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los vibradores precolados se nivelarán de tal forma que las crestas tengan el mismo nivel que la superficie de rodamiento.

#### F.4. CONSTRUCCIÓN DE VIBRADORES COLADOS EN EL LUGAR

- F.4.1. Los vibradores colados en el lugar se construirán de acuerdo a las características, dimensiones, geometría y en los sitios establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-003, *Concreto Hidráulico*.
- F.4.2. El colado de concreto se hará por secciones, conforme las dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- F.4.3. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, las juntas se ligarán utilizando un pegamento epóxico, con las características y proporciones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- F.4.4. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, las crestas de los vibradores tendrán el mismo nivel que la superficie de rodamiento.
- F.4.5. Inmediatamente después del descimbrado, el concreto se curará de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

#### F.5. ACABADO

El acabado de los vibradores será el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, cuidando que quede correctamente alineados, tanto horizontal como verticalmente y a la altura especificada.

## NORMAS

N-CTR-CAR 1-07-012/00

### F.6. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los vibradores hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

### G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los vibradores se consideren terminados y sean aceptados 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:

#### G.1. CALIDAD DE LOS VIBRADORES

Que los vibradores cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

#### G.2. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO, GEOMETRÍA, DIMENSIONES Y ALTURA

Que la ubicación, alineamiento, geometría, dimensiones y altura de los vibradores, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

### H. MEDICIÓN

Cuando la instalación o construcción de vibradores 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 de vibrador terminado, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1), medido transversalmente al eje de la carretera.

### I. BASE DE PAGO

Cuando la instalación o construcción de vibradores se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula H. de esta Norma, se pagará al

## CTR. CONSTRUCCIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-07-012/00

precio fijado en el contrato para el metro de vibrador terminado, según su tipo. 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 fabricación del concreto hidráulico, de los vibradores precolados y de los demás materiales necesarios para la instalación o construcción de los vibradores. Carga, transporte y descarga de todos los materiales hasta el sitio de se instalarán o construirán los vibradores y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie.
- Ubicación de los vibradores.
- Excavación.
- Colocación y fijación de los vibradores precolados.
- Cimbrado y descimbrado.
- Cimbrado, decimbrado, colocación y curado del concreto hidráulico, tanto de la plantilla de apoyo como de los vibradores.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los vibradores hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### J. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de los vibradores, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

#### K. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la construcción de vibradores, la Secretaría los aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, los 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.