

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA
TÍTULO: 07. Señalamiento y Dispositivos de Señalamiento
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 y en operación.

B. DEFINICIÓN

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

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

C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2023, *Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales* o la que la sustituya.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos	N-CSV-CAR-2-02-001
Criterios Estadísticos de Muestreo	M-CAL-1-02
Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal	N-CMT-5-01-001
Tiempo de Secado al Rodamiento de Pinturas Base Agua en Laboratorio	M-MMP-5-01-006
Reflexión de Pinturas en Campo para Señalamiento Horizontal	M-MMP-5-01-019
Espesor de Película Húmeda y Seca de Pinturas Base Agua para Señalamiento Horizontal	M-MMP-5-01-031
Espesor Solidificado de Pinturas Termoplásticas para Señalamiento Horizontal	M-MMP-5-01-036
Inspección de la Saturación de Microesferas de Vidrio en Campo para Pinturas para Señalamiento Horizontal	M-MMP-5-01-037

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 y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*, 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

Los equipos que se utilicen para la aplicación o colocación de marcas en el pavimento, no tendrán una antigüedad mayor de diez (10) años y serán los adecuados para obtener la calidad especificada en el proyecto o por la Secretaría, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dichos equipos serán mantenidos en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y serán operados por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto de obra y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. EQUIPO MANUAL PARA LA APLICACIÓN DE PINTURAS BASE AGUA

Máquina pintarrayas, del tipo "sin aire" (sin equipo de compresión de aire), equipado con pistolas y boquillas adecuadas con dispositivos que permitan ajustar el caudal de pintura, el ancho de película y la cantidad de microesferas de vidrio que se apliquen. Con un mecanismo automático que sincronice la aplicación de la pintura y las microesferas de vidrio, y que regule la aplicación continua o discontinua de las marcas.

E.2. EQUIPO MONTADO EN CAMIÓN PARA LA APLICACIÓN DE PINTURAS BASE AGUA

Máquina pintarrayas, montada en camión, del tipo "sin aire", con dispositivos que permitan ajustar el caudal de pintura y el ancho de película que se aplique, con mecanismos que regulen automáticamente la intermitencia de rayas y la cantidad de microesferas de vidrio. Los manómetros del equipo se calibrarán cada vez que se vayan a utilizar a la presión de diseño de los tanques y del equipo complementario.

E.3. EQUIPO MANUAL PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA TERMOPLÁSTICA

Que cuente como mínimo con un depósito de almacenamiento, un dispositivo para el calentamiento de la pintura termoplástica, un termómetro integrado, un dosificador con mecanismo de posición para regular el espesor y ancho de película que se aplique y un sistema dosificador de microesfera de vidrio integrado que pueda suministrar la cantidad requerida y ajustar la distancia entre los dosificadores de pintura y de microesfera. Tendrá un sistema manual de agitación, para asegurar que el mezclado y la temperatura de la pintura sean homogéneas.

E.4. EQUIPO MONTADO EN CAMIÓN 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 y un termómetro integrado, con mecanismos que regulen automáticamente la intermitencia de rayas y la cantidad de microesferas de vidrio. Contará con un mecanismo de posición para regular el espesor y ancho de película que se aplique y un sistema dosificador de microesfera de vidrio integrado que pueda suministrar la cantidad requerida y que tenga la posibilidad de ajustar la distancia entre los dosificadores de pintura y microesfera. Se podrá enchaquetar la manguera que suministre la pintura al dado,

utilizando aceite térmico para conservar la temperatura correcta de aplicación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Además, el equipo tendrá un sistema automático de agitación, para asegurar que el mezclado y la temperatura de la pintura sean homogéneos.

E.5. 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 o la Secretaría.

E.6. EQUIPO DE LIMPIEZA PARA LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO

Para trabajar en seco en la remoción de objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas en la superficie del pavimento, se podrá utilizar alguno de los siguientes equipos:

E.6.1. Barredora mecánica

Autopropulsadas o remolcadas, contarán con una escoba rotatoria con filamentos de material adecuado, según el material por remover y la superficie por barrer, con aditamento soplador de aire.

E.6.2. Equipo de chorro de arena (*sandblast*)

Compuesto de olla para arena, pistola de chorro de arena (*sandblasting*), máquina de aire comprimido, manguera de alta presión y boquilla. El material abrasivo será arena sílica con tamaño de partícula de cero coma sesenta (0,60) a cero coma ochenta y cinco (0,85) milímetros (mallas N°20 a N°30).

E.6.3. Equipos de desbaste portátiles

Con la potencia adecuada para el proceso de remoción de pintura o de cualquier material sólido sobre la superficie del pavimento.

E.7. BOQUILLAS PARA PINTURA BASE AGUA

De acuerdo con las especificaciones descritas por el fabricante de las máquinas pintarrayas para seleccionar la boquilla adecuada para el equipo según su recomendación, considerando el ancho de aplicación y el caudal de la pintura necesaria, para lograr el espesor requerido.

E.8. BOQUILLAS Y DADOS PARA PINTURAS TERMOPLÁSTICAS

De acuerdo con las especificaciones descritas por el fabricante de las máquinas pintarrayas para seleccionar aquella que tenga una compuerta horizontal y otra vertical, que permita la aplicación de la línea base con el ancho y el espesor requerido de acuerdo con lo que se indique en el proyecto, las cuales podrán ser las siguientes:

- Boquillas para espray.
- Dados de extrusión-dado abierto.
- Dados listón / dado cerrado.
- Dados listón / dado cerrado / perfilador.

E.9. BOQUILLAS PARA MICROESFERAS DE VIDRIO

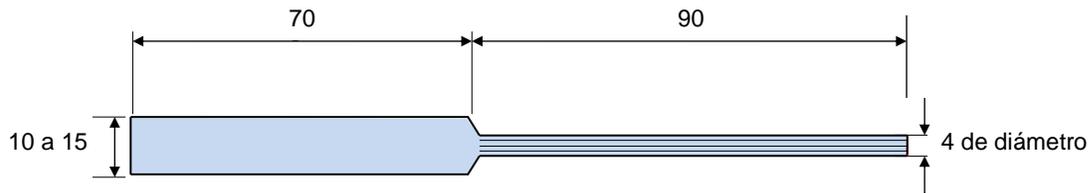
De diferentes medidas para manejar una dosificación de cuatrocientos a seiscientos (400 a 600) gramos por metro cuadrado de microesferas a una presión de cuatro a seis (4 a 6) Pascales, con la finalidad de no aumentar la presión del tanque a más de cero coma cuatrocientos (0,400) megapascuales (4,0 kg/cm²) y evitar el daño de los sellos del equipo de aplicación.

E.10. TANQUE DISPENSADOR DE MICROESFERAS DE VIDRIO Y FILTRO

Que trabaje con una presión constante entre cero coma doscientos cincuenta (0,250) y cero coma cuatrocientos (0,400) megapascuales (2,5 a 4,0 kg/cm²), dependiendo de la medida de la boquilla, para obtener una cantidad uniforme de microesferas de vidrio al momento de la aplicación; además de contar con un filtro separador de humedad que no permita el acceso de agua al tanque durante los trabajos de aplicación.

E.11. PALA

Para homogeneizar la pintura, de madera o metálica, de la forma y con las dimensiones aproximadas que se indican en la Figura 1 de esta Norma, que permita la completa homogeneización de la pintura, durante la agitación.



Dimensiones en centímetros

FIGURA 1.- Ejemplo de pala para homogeneizar la pintura base agua

E.12. AGITADOR MECÁNICO DE TAMBOR

Con una potencia mínima de setecientos cuarenta y seis (746) watts (1 hp) y un interruptor de velocidad variable, con propelas marinas de acero inoxidable y eje metálico de una longitud suficiente para homogeneizar todo el volumen del contenedor de la pintura, sin incorporarle aire, como el que se muestra a manera de ejemplo en la Figura 2 de esta Norma.



FIGURA 2.- Ejemplo de agitador mecánico de tambor

E.13. PLACAS METÁLICAS

Calibre dieciocho (18) de acero al carbón, de treinta por veinte (30 x 20) centímetros, para recibir la muestra de pintura.

E.14. RECIPIENTE GRADUADO

De plástico traslúcido, de capacidad máxima de dos coma cinco (2,5) litros.

E.15. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Tal como:

- Casco con protección de hombro para chorro de arena.
- Respirador con filtro adecuado al tipo de pintura.
- Gafas de seguridad o careta de protección facial.
- Guantes flexibles de material resistente como nitrilo, caucho, látex o neopreno.
- Bata o camisola de manga larga.
- Calzado adecuado para llevar a cabo los trabajos.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales y equipo, así como de los residuos producto de la aplicación, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones o desperfectos que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*. Se sujetarán en lo que corresponda a las leyes, reglamentos y normas de protección ecológica o manejo de desecho de materiales vigentes aplicables.

Los residuos producto de la aplicación se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando sean depositados en un almacén temporal, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del entorno, trasladándolos al banco de desperdicios lo más pronto posible.

G. EJECUCIÓN

El Contratista de Obra someterá a la consideración y aprobación de la Secretaría, el número de frentes de trabajo que se pretenda ejecutar simultáneamente, de acuerdo con su programa de ejecución y de utilización de equipo. La aceptación por parte de la Secretaría, de los frentes de trabajo propuestos, en ningún caso libera al Contratista de Obra de la obligación de mantener la fluidez del tránsito en el tramo de aplicación.

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

- G.1.1.** 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.1.2.** En tramos en operación, la colocación de marcas en el pavimento se efectuará en los horarios dentro de los cuales la afectación al tránsito sea mínima. Los horarios de trabajo serán los establecidos en las bases de licitación o los aprobados por la Secretaría.

G.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD

Los trabajos no se iniciarán hasta que se instale el señalamiento y dispositivos de seguridad en obras viales, conforme a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2023, *Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales* o la que la sustituya, los cuales permanecerán en buen estado físico durante todo el periodo de ejecución de los trabajos.

G.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajos no se iniciarán o, en su caso, 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 o cuando:

- Exista una temperatura menor de diez (10) grados Celsius, sobre la superficie del pavimento.
- La superficie del sustrato se encuentre a una temperatura mayor a cincuenta (50) grados Celsius.
- La diferencia entre el punto de rocío y la temperatura ambiente sea menor a cinco (5) grados Celsius.
- El porcentaje de humedad relativa del ambiente sea mayor al ochenta y cinco (85) por ciento.
- La velocidad del viento sea tal que no permita la correcta aplicación de la pintura o microesfera de vidrio; se podrán utilizar protecciones contra el viento que permitan continuar con los trabajos.

G.4. TRABAJOS PREVIOS

G.4.1. Limpieza y preparación de la superficie

Justo antes de iniciar los trabajos, se eliminarán productos o materiales de curado utilizados en las superficies nuevas de concreto hidráulico, impurezas como arena, polvo, aceite, petróleo, grasa, óxido, pintura seca o cualquier otro contaminante. Para eliminar la suciedad o partículas que estén sobre la superficie de pavimento por pintar, se utilizará una barredora mecánica o compresor de aire y se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CSV-CAR-2-02-001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*; no se permitirá utilizar agua a presión. Para los casos en que se requiera remover productos de mayor espesor, se requerirá el uso de equipos con chorro de arena (*sandblast*), equipos de desbaste o lo necesario para garantizar que la superficie quede limpia y en condiciones adecuadas para la aplicación de la pintura. No se permitirá la aplicación o colocación de marcas sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

G.4.2. Premarcado

- G.4.2.1.** Cuando se trate de rayas, previo a su aplicación o colocación, se indicará su ubicación mediante un premarcado sobre el pavimento realizado con pintura base agua del mismo color, en los lugares señalados en el proyecto o por la Secretaría, marcando puntos de referencia separados entre sí por una distancia no superior a cinco (5) metros en curva y diez (10) metros en tramos rectos, con la ayuda de equipo topográfico y un hilo guía.
- G.4.2.2.** En el caso de símbolos o leyendas, previo a su aplicación o colocación, se delinearán sus contornos, utilizando plantillas de un material resistente y que no se deforme durante el uso, de forma y tamaño especificadas para que cumplan con las dimensiones, ubicación y características establecidas en el proyecto o por la Secretaría.

G.4.3. Tamizado de microesferas de vidrio

Se eliminarán los grumos que puedan formar las microesferas de vidrio por el cambio de humedad en el ambiente, por medio de un tamizado con una abertura mayor a su diámetro, inmediatamente antes de colocarlas en los tanques de presión para su aplicación.

G.5. PREPARACIÓN DE LA PINTURA BASE AGUA

Previo a la preparación de la pintura base agua, es necesario evaluar el estado físico en que se encuentra almacenado el producto, para asegurar que los envases de pintura o microesfera de vidrio por aplicar pertenecen al mismo lote, marca, origen, fabricación, suministro y calidad establecidos en los Términos de Referencia. Además, se comprobará que:

- G.5.1.** La fecha de fabricación de la pintura base agua no exceda de seis (6) meses y que el proveedor o el fabricante presente el certificado de calidad que demuestre que se cumple con las características de calidad establecidas en el proyecto o por la Secretaría.
- G.5.2.** Todos los envases del lote se encuentren llenos y sin alteraciones del sello de fabricación.
- G.5.3.** Al abrir el envase no exista la presencia de algún contaminante, microorganismos o materiales extraños en su superficie. Cuando existan envases dañados o que muestren evidencias de alteraciones en su contenido, dichos envases se separarán del lote y, de ser necesario, serán muestreados por separado para comprobar sus características.
- G.5.4.** Antes de abastecer al equipo para la aplicación de pintura base agua, cada envase se mezclará por medio de un agitador mecánico de tambor el tiempo suficiente para que alcance su homogeneización. Se revisará que los depósitos de los equipos se encuentren limpios y sin restos de pinturas de aplicaciones anteriores.
- G.5.5.** La pintura no presente sedimentos sólidos ni separación de fases líquidas, introduciendo una pala hasta el fondo del depósito e inspeccionando visualmente que en su punta no haya sedimentos sólidos, ni separación de fases líquidas en la longitud de la pala.
- G.5.6.** Si no se cumple con lo indicado en el Inciso anterior, se proceda a mezclar la pintura por más tiempo. En ningún caso se permitirá diluir la pintura base agua.
- G.5.7.** Para evitar la formación de nata en la superficie de la pintura base agua, una vez homogenizada, se coloque una película de agua en su superficie con un tirante de cero coma cinco (0,5) a un (1) centímetro, dependiendo del tamaño del recipiente que contiene la pintura.
- G.5.8.** En caso de presentarse una separación de las fases sólida y líquida, dificultad de incorporar fases, o bien, si la pintura muestra el fenómeno de gelación, es decir, un aumento en la consistencia de un recubrimiento durante su almacenamiento, al grado de ser inutilizable, se reporten cualquiera de dichas condiciones para evaluar su uso.
- G.5.9.** El equipo se limpie perfectamente con agua antes y después de cada uso, evitando que queden residuos que puedan contaminar la pintura que será aplicada, comprobando que las boquillas dosificadoras de pintura y de microesferas de vidrio se encuentren limpias y en buen estado.

G.6. PREPARACIÓN DE LA PINTURA TERMOPLÁSTICA

Previo a realizar la fundición del material termoplástico, es necesario evaluar el estado físico en que se encuentran los sacos donde viene el producto suministrado y asegurar que pertenecen al mismo lote, marca, origen, fabricación, suministro y calidad establecidos en los Términos de Referencia. Además, se comprobará lo siguiente:

- G.6.1.** Que la fecha de fabricación de la pintura no exceda de doce (12) meses para su utilización y que presente un certificado de calidad proporcionado por el proveedor o fabricante, donde se cumplan con las características de calidad establecidas en el proyecto o por la Secretaría.

- G.6.2.** Que los sacos del lote se encuentren llenos y sin alteraciones del sello de fabricación.
- G.6.3.** En caso de que existan sacos dañados o que muestren evidencia de alteración en su contenido, dichos sacos se separarán del lote y, de ser necesario, serán muestreados por separado para comprobar sus características.
- G.6.4.** Se colocará la pintura termoplástica aún en polvo en el difusor hasta el cincuenta (50) por ciento de su capacidad. El material se calentará a una temperatura de ciento noventa a doscientos diez (190 a 210) grados Celsius, hasta que se funda en su totalidad.
- G.6.5.** Una vez que el cincuenta (50) por ciento del material se encuentre en estado líquido, se incorporará poco a poco el resto de los sacos hasta formar una mezcla homogénea, evitando que se apelmace.
- G.6.6.** Se continúa homogeneizando el material fundido, durante un tiempo de treinta (30) a cincuenta (50) minutos.
- G.6.7.** Transcurrido este tiempo, se purgará el equipo extractor, dejando fluir de doce (12) a quince (15) litros del producto sobre una artesa metálica antes de aplicarse para asegurar la homogeneidad de la pintura.
- G.6.8.** El material producto de la purga se reincorporará al difusor para mezclarlo nuevamente.

G.7. MEDICIÓN DEL ESPESOR HÚMEDO Y SECO DE LA PINTURA BASE AGUA

Antes de iniciar con los trabajos de marcación en el pavimento de cada jornada y durante la misma, el Contratista de Obra obtendrá muestras en un tramo de prueba, para comprobar el espesor de la pintura en húmedo; dicha comprobación se realizará aplicando la pintura a la velocidad y presión con la que se trabajará, salvo que no se colocarán microesferas de vidrio en la pintura. Las muestras se obtendrán de la siguiente manera:

- G.7.1.** Se colocará de una (1) a tres (3) placas metálicas sobre el pavimento al paso del chorro de pintura, a una distancia entre siete (7) y nueve (9) metros entre ellas, una vez que el equipo de aplicación haya alcanzado la velocidad requerida.
- G.7.2.** Inmediatamente después de que se recolectó la muestra de pintura húmeda sin microesferas de vidrio sobre la placa, se medirá y registrará el espesor de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-5-01-031, *Espesor de Película Húmeda y Seca de Pinturas Base Agua para Señalamiento Horizontal*.
- G.7.3.** Si el espesor es menor del indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, se ajustará la velocidad, la presión del compresor o se cambiará el tamaño de las boquillas del equipo, para lograr el espesor indicado, comprobándolo de acuerdo con lo establecido en los Incisos G.7.1. y G.7.2. de esta Norma. Además de la medición inicial, se tomarán al menos dos (2) muestras por cada tramo de dieciséis (16) kilómetros de marcas para asegurarse que se mantiene el espesor indicado.
- G.7.4.** Transcurridos treinta (30) minutos o una vez que la pintura aplicada sobre la placa rígida se haya secado, se medirá y registrará el espesor en seco de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-5-01-031, *Espesor de Película Húmeda y Seca de Pinturas Base Agua para Señalamiento Horizontal*, el cual será al menos el que se indique en el proyecto.
- G.7.5.** La comprobación de los espesores húmedo y seco de las pinturas base agua para señalamiento horizontal, se realizará en presencia de personal de la Secretaría.

G.8. MEDICIÓN DEL ESPESOR SOLIDIFICADO DE LA PINTURA TERMOPLÁSTICA

Antes de iniciar con los trabajos de marcación en el pavimento de cada jornada y durante la misma, el Contratista de Obra obtendrá muestras en un tramo de prueba, para comprobar el espesor de la pintura solidificada; dicha comprobación se realizará aplicando la pintura a la velocidad y presión con que se trabajará, salvo que no se sembrarán microesferas de vidrio en la pintura. Las muestras se obtendrán de la siguiente manera:

- G.8.1.** Una vez que el equipo haya alcanzado la velocidad de aplicación necesaria, se colocarán de una (1) a tres (3) placas metálicas sobre el pavimento al paso del chorro de pintura, a una distancia entre siete (7) y nueve (9) metros entre ellas.
- G.8.2.** Una vez que la pintura sin microesferas de vidrio aplicada sobre la placa rígida se haya enfriado lo suficiente para ser manipulable, se comprobará y registrará el espesor solidificado, de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-5-01-036, *Espesor Solidificado de Pinturas Termoplásticas para Señalamiento Horizontal*.
- G.8.3.** Si el espesor es menor del indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, se ajustará la velocidad, la presión del compresor o se cambiará el tamaño de los dados del equipo, para lograr el espesor indicado, comprobándolo de acuerdo con lo establecido en los Incisos G.8.1. y G.8.2. de esta Norma.
- G.8.4.** Adicionalmente a las muestras obtenidas como se indicó en el Inciso G.8.1., se obtendrán al menos dos (2) muestras más por cada tramo de dieciséis (16) kilómetros de marcas, de manera que pueda asegurarse que se mantiene el espesor indicado.
- G.8.5.** La comprobación del espesor solidificado de las pinturas termoplásticas para señalamiento horizontal, se realizará en presencia del personal de la Secretaría.

G.9. REFLEXIÓN (RETROREFLEXIÓN) Y SATURACIÓN DE MICROESFERAS DE VIDRIO

- G.9.1.** Antes de iniciar con los trabajos de marcación en el pavimento de cada jornada y durante la misma, el Contratista de Obra comprobará que el valor del coeficiente de reflexión sea como mínimo, el que marque el proyecto o el que señale la Secretaría, de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-5-01-019, *Reflexión de Pinturas en Campo para Señalamiento Horizontal*, y que se hayan colocado la mayor cantidad de las microesferas de vidrio sembradas en la pintura, siguiendo el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-5-01-037, *Inspección de la Saturación de Microesferas de Vidrio en Campo para Pinturas para Señalamiento Horizontal*. Dichas comprobaciones se realizarán directamente sobre la marca en el pavimento de la siguiente manera:
 - G.9.1.1** Una vez que el equipo haya alcanzado la velocidad de aplicación necesaria, se comprobarán en tres (3) puntos del tramo de prueba, a una distancia entre siete (7) y nueve (9) metros entre ellas.
 - G.9.1.2.** Adicionalmente, se obtendrán al menos dos (2) puntos de comprobación más por cada tramo de dieciséis (16) kilómetros de marcas, de manera que se pueda asegurar que se mantiene la reflexión y la saturación de microesferas requerido.
- G.9.2.** Cuando no se cumpla lo indicado en el Inciso G.9.1. de esta Norma, se revisará:
 - G.9.2.1.** La distancia entre el aspersor o el dado y la boquilla de las microesferas de vidrio, la velocidad de aplicación, la presión del compresor o el tamaño de la boquilla de las microesferas de vidrio.
 - G.9.2.2.** Se revisará que la granulometría y la cantidad de microesferas por metro cuadrado, sea la indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría.

G.9.3. Muestreo de testigos

Se obtendrán los testigos de la aplicación de las marcas en el pavimento ante la Secretaría, adicionales a las muestras de prueba obtenidas en las placas metálicas, en todo el tramo de aplicación, que respalden las mediciones de la reflexión y de la saturación de microesferas de vidrio realizadas, considerando lo siguiente:

- G.9.3.1.** Se obtendrán en lugares adyacentes, lo más cercano a los puntos donde se midió el coeficiente de reflexión y realizó la inspección de la saturación de microesferas.
- G.9.3.2.** Los testigos se identificarán indicando obra, fecha de aplicación, número de testigo, ubicación de donde fue obtenido, tipo de pintura y espesor.
- G.9.4.** Adicionalmente se comprobará nuevamente la reflexión y la saturación de microesferas de vidrio cuando:
 - Se realice algún ajuste al sistema dosificador, comprobando que el volumen de microesferas sembradas sea el requerido.
 - Se realicen ajustes a las boquillas.
 - Exista un cambio de presión del tanque dispensador.
 - Cada vez que se incremente cinco (5) grados Celsius la temperatura ambiental durante los trabajos.
 - Cada vez que se incremente en veinticinco (25) por ciento la humedad relativa durante los trabajos.
 - Sea el cambio de turno de trabajo o jornada.
- G.9.5.** Los trabajos de medición del coeficiente de reflexión y nivel de saturación de las microesferas de vidrio se realizarán en presencia del personal de la Secretaría.

G.10. APLICACIÓN DE PINTURA BASE AGUA

La pintura base agua se aplicará de acuerdo con su tipo, color, ancho y espesor húmedo establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, sobre los puntos premarcados para el caso de rayas o dentro de los contornos previamente delineados cuando se trate de símbolos o leyendas, utilizando el equipo montado en camión o manual. Los aplicadores y operadores que coloquen la pintura base agua tendrán la experiencia o capacitación demostrada para realizar los trabajos. El Contratista de Obra será el único responsable de las alteraciones o desperfectos que ocasionen la mala aplicación de la pintura y deficiencias en la calidad de la obra. Durante la aplicación de la pintura base agua, se considerará lo siguiente:

- G.10.1.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la dosificación de microesfera corresponderá a la cantidad y clase de microesferas de vidrio en la película en húmedo de pinturas base agua indicadas en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*.
- G.10.2.** La aplicación de la pintura base agua se realizará en el mismo sentido de circulación del tránsito vehicular, por lo que, cuando se utilice el equipo montado en camión, se tendrá la opción de ajustar las boquillas en ambos lados del equipo, según se requiera.
- G.10.3.** El equipo montado en camión será capaz de mantener una velocidad constante y uniforme, aun durante la variación de la pendiente en la carretera, a fin de cumplir con el espesor húmedo especificado en el proyecto.

- G.10.4.** El equipo montado en camión contará con un tanque con capacidad mínima de doscientos (200) litros para pinturas base agua, con la finalidad de disminuir el número de recargas, evitando paros continuos.
- G.10.5.** Se considerarán para su aplicación las condiciones ambientales que se mencionan en la Fracción G.3. de esta Norma.
- G.10.6.** El tiempo de secado al rodamiento de la pintura base agua será el indicado en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*, y será medido de acuerdo con el procedimiento establecido en el Manual M-MMP-5-01-006, *Tiempo de Secado al Rodamiento de Pinturas Base Agua en Laboratorio*.

G.11. APLICACIÓN DE PINTURA TERMOPLÁSTICA

Se aplicará conforme al tipo, color, ancho y espesor de pintura establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, sobre los puntos premarcados para el caso de rayas o dentro de los contornos previamente delineados cuando se trate de símbolos o leyendas, utilizando equipo montado en camión o manual, según el tipo de marca. Los aplicadores y operadores que coloquen la pintura termoplástica tendrán la experiencia o capacitación demostrada para realizar los trabajos. El Contratista de Obra será el único responsable de las alteraciones o desperfectos que ocasionen la mala aplicación de la pintura y deficiencias en la calidad de la obra. Durante la aplicación de la pintura termoplástica, se considerará lo siguiente:

- G.11.1.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la cantidad mínima y clase de microesferas de vidrio, será la que se indica en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*.
- G.11.2.** Se aplicará un sellador acrílico antes de aplicar la pintura termoplástica, con el propósito de garantizar su adecuada adherencia sobre la superficie del pavimento, previa eliminación mecánica de los productos o materiales de curado en superficies nuevas de concreto hidráulico, así como de material contaminante en cualquier superficie del pavimento, de acuerdo con el Inciso G.4.1. de esta Norma. El sellador se aplicará cuando la temperatura de la superficie del pavimento sea superior a diez (10) grados Celsius y se considerará un periodo de espera entre la aplicación del sellador y la pintura termoplástica de por lo menos veinte (20) minutos a veinticinco (25) grados Celsius de temperatura ambiente; por debajo de este valor el tiempo de espera será mayor. Durante este periodo se tendrá cuidado para que el sellador no se contamine, por lo cual no se podrá abrir la circulación del tránsito. Las características del sellador cumplirán con lo indicado en la Cláusula H. de la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*. El ancho de la línea de sellador será cinco (5) centímetros mayor respecto del ancho de la marca por aplicar.
- G.11.3.** La temperatura de aplicación de la pintura termoplástica será la que recomienda el fabricante, considerando que estará dentro en un rango de ciento noventa a doscientos diez (190 a 210) grados Celsius.
- G.11.4.** El equipo autopropulsado contará con un tanque de una (1) tonelada de capacidad, con la finalidad de disminuir el número de recargas de pintura termoplástica, evitando paros continuos.
- G.11.5.** Para asegurar la cantidad del sembrado de las microesferas de vidrio en la pintura, se comprobará constantemente la separación entre los dados de aplicación de la pintura y las boquillas de las microesferas de vidrio, así como la altura de caída en los equipos autopropulsados o manuales.

G.12. APLICACIÓN DE MICROESFERAS DE VIDRIO

Utilizando equipo dispensador de microesferas de vidrio, se colocarán de manera sincronizada con la aplicación de la pintura indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, sobre los puntos premarcados para el caso de rayas o dentro de los contornos previamente delineados, cuando se trate de símbolos o leyendas. El personal que aplique y opere los equipos que coloquen las microesferas de vidrio, tendrá la experiencia o capacitación demostrada para realizar los trabajos. El Contratista de Obra será el único responsable de las alteraciones o desperfectos que ocasionen la mala aplicación de las microesferas de vidrio y deficiencias en la calidad de la obra. Además, durante la aplicación de las microesferas de vidrio, se considerará lo siguiente:

G.12.1. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la cantidad mínima de microesferas de vidrio será la indicada en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*.

G.12.2. En un tramo de prueba de diez (10) metros, se ajustará la cantidad de microesferas de vidrio midiendo la masa de microesfera de vidrio sembrada (MS_i), utilizando un recipiente graduado y una balanza para comprobar que la cantidad de microesferas requerida se aplique a la velocidad de sembrado elegida con el ancho de la marca indicada, según el tipo de boquilla utilizado.

G.12.3. La cantidad de microesfera de vidrio sembrada (MS_i), se calculará con la siguiente expresión:

$$MS_i = \frac{MV_i}{AS_i}$$

Donde:

MS_i = Cantidad de microesferas de vidrio sembradas en el tramo de prueba i , kg/m².

MV_i = Masa de la microesfera de vidrio sembrada en el tramo de prueba i , kg.

AS_i = Área de sembrado del tramo prueba i , m².

G.12.4. Se registran en la minuta de inspección la masa de microesfera de vidrio (MV_i), el área de sembrado (AS_i) y la cantidad de microesferas de vidrio sembradas (MS_i).

G.12.5. La masa y el volumen suministrado de microesferas de vidrio que se indican en las Tablas 1 y 2 de esta Norma, son una guía o referencia para el aplicador de la microesfera para poder ajustar su equipo de aplicación y cumplir con la cantidad de microesfera requerida. Los valores de masa y volumen se presentan en función de la velocidad de sembrado de las microesferas de vidrio, considerando cero coma cincuenta (0,50) kilogramos sobre metro cuadrado de microesfera de vidrio con un índice de refracción de uno coma cincuenta (1,50) a uno coma cincuenta y cinco (1,55), para marcas con un ancho de diez (10) o quince (15) centímetros, en un tramo de diez (10) metros de longitud.

G.13. COLOCACIÓN DE MARCAS PREFORMADAS

La colocación y el tiempo de secado al rodamiento de las marcas preformadas se hará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

G.14. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Durante el proceso de aplicación de marcas en el pavimento, el Contratista de Obra tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, sujetándose en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

TABLA 1. Masa y volumen de microesferas de vidrio para marcas de diez (10) centímetros de ancho

Velocidad		Metros aplicados en 10 segundos m	Aplicación de 10 segundos para una marca de 10 cm de ancho ^[1]		
km/h	m/s		Área m ²	Masa de microesfera de vidrio ^[1] g	Volumen de microesfera de vidrio ^[2] mL
16,0	4,44	44,44	4,44	2 222	1 389
14,5	4,03	40,28	4,03	2 014	1 259
12,9	3,58	35,83	3,58	1 792	1 120
11,3	3,14	31,39	3,14	1 569	981
9,7	2,69	26,94	2,69	1 347	842
8,0	2,22	22,22	2,22	1 111	694
6,4	1,78	17,78	1,78	889	556
4,8	1,33	13,33	1,33	667	417
3,6	1,00	10,00	1,00	500	313
3,2	0,89	8,89	0,89	444	278
2,4	0,67	6,67	0,67	333	208
1,8	0,50	5,00	0,50	250	156

[1] Considerando una cantidad de microesferas de vidrio de 0,50 kg/m².

[2] Para microesferas de vidrio con un índice de refracción de 1,50 a 1,55.

TABLA 2. Masa y volumen de microesferas de vidrio para marcas de quince (15) centímetros de ancho

Velocidad		Metros aplicados en 10 segundos m	Aplicación de 10 segundos para una marca de 15 cm de ancho ^[1]		
km/h	m/s		Área m ²	Masa de microesfera de vidrio ^[1] g	Volumen de microesfera de vidrio ^[2] mL
16,0	4,44	44,44	6,67	3 333	2 083
14,5	4,03	40,28	6,04	3 021	1 888
12,9	3,58	35,83	5,38	2 688	1 680
11,3	3,14	31,39	4,71	2 354	1 471
9,7	2,69	26,94	4,04	2 021	1 263
8,0	2,22	22,22	3,33	1 667	1 042
6,4	1,78	17,78	2,67	1 333	833
4,8	1,33	13,33	2,00	1 000	625
3,6	1,00	10,00	1,50	750	469
3,2	0,89	8,89	1,33	667	417
2,4	0,67	6,67	1,00	500	313
1,8	0,50	5,00	0,75	375	234

[1] Considerando una cantidad de microesferas de vidrio de 0,50 kg/m².

[2] Para microesferas de vidrio con un índice de refracción de 1,50 a 1,55.

G.15. 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 Y DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO

Que las pinturas base agua, termoplásticas y microesferas de vidrio, utilizadas en la aplicación de las marcas, cumplan con las características de calidad establecidas en la Norma N-CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*, presentando un certificado de calidad emitido por el fabricante.

H.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA 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 sean aprobadas 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. REFLEXIÓN (RETORREFLEXIÓN)

H.4.1. Que el coeficiente de reflexión de las marcas, determinado en el sitio de aplicación como se indica en la Fracción G.9. de esta Norma, cumpla con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Si el coeficiente de reflexión del tramo medido resulta menor a lo indicado en la Norma CMT-5-01-001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*, el Contratista de Obra corregirá los trabajos hasta obtener el coeficiente de reflexión requerido por su cuenta y costo.

H.4.2. Que los 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*, cumplan con el coeficiente de reflexión establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El número de leyendas o símbolos por probar será del diez (10) por ciento.

H.5. LEGIBILIDAD DE LAS MARCAS EN EL PAVIMENTO

Para que las marcas sean aceptadas, además de cumplir con lo indicado anteriormente, sus bordes estarán bien delimitados y rectos a simple vista. Se comprobará que la pintura aplicada sobre el pavimento no exhiba un rociado excesivo en los bordes de las marcas, permitiendo que la marca sea legible para el usuario.

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 leyendas 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 de vidrio o de las marcas preformadas y sus adhesivos, sellador acrílico, 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 de acuerdo con lo establecido en la Norma N-CSV-CAR-2-02-001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se generen a los almacenamientos temporales y a los bancos de desperdicios, así como su extendido y tratamiento en dichos bancos, en la forma que apruebe la Secretaría.
- Ubicación y premarcado o delineado de las marcas.
- Aplicación o colocación de las marcas de pintura y, en su caso, del sellador acrílico.
- Incorporación de las microesferas de vidrio.
- 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.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Km 12+000, Carretera Estatal No. 431

"El Colorado-Galindo", San Fandila,

Pedro Escobedo, 76703, Querétaro

<https://normas.imt.mx>

normas@imt.mx