

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

**PARTE: 5. MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO
Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

TÍTULO: 03. Materiales Reflejantes

CAPÍTULO: 001. Calidad de Películas Retroreflejantes

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene las características de calidad que deben cumplir las películas retroreflejantes que se utilicen para elevar la visibilidad y percepción nocturna de los dispositivos para el control del tránsito utilizados en el señalamiento horizontal y vertical de calles, carreteras y autopistas.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

B.1. DEFINICIÓN

Las películas retroreflejantes son aquellas películas plásticas flexibles y autoadheribles que tienen la capacidad de retroreflexión, esto es, la propiedad de reflejar la luz que incide sobre ellas predominantemente en dirección a la fuente luminosa (Ver Figura 1), utilizadas en las vialidades como parte integral del señalamiento vertical, así como en algunos elementos del señalamiento horizontal.

La retroreflexión es producida por partículas que forman parte integral de la película, que normalmente son microesferas de vidrio como la mostrada en la Figura 1 de esta Norma, o bien microprismas de policarbonato no metalizados.

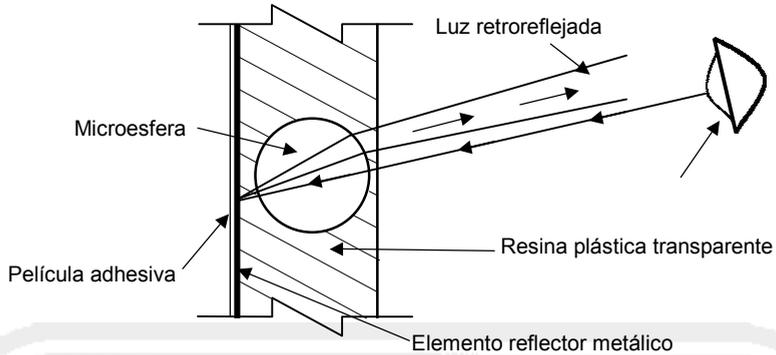


FIGURA 1.- Fenómeno de retroreflexión en una película retroreflejante con microesferas

B.2. CLASIFICACIÓN

Según su composición y propiedades ópticas, las películas retroreflejantes se clasifican como se indica a continuación:

B.2.1. Película Tipo A

Conocida normalmente como grado *Alta Intensidad*, es una película retroreflejante con microesferas de vidrio encapsuladas en un elemento reflector metálico, embebidas en una resina plástica transparente, con una superficie exterior lisa y plana, y constituida en un patrón de sellado que puede ser hexagonal, como el mostrado en la Figura 2 de esta Norma. Este patrón sirve para evitar la penetración de humedad y suciedad al interior de la película, asegurando así su durabilidad y desempeño. Normalmente se utiliza en carreteras Tipo A2, B2, B4, C y D, según la clasificación establecida en el *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, así como en vialidades urbanas.

B.2.2. Película Tipo B

Conocida normalmente como grado *Diamante*, es una película retroreflejante con micropismas de policarbonato embebidos en una resina plástica transparente, sin elemento reflector metálico, con una superficie exterior plana y lisa, y

constituida en un patrón de sellado que puede ser romboidal, como el mostrado en la Figura 3 de esta Norma. Este patrón sirve para evitar la penetración de humedad y suciedad al interior de la película, asegurando así su durabilidad y desempeño. Normalmente se utiliza en autopistas (carreteras Tipo ET y A con accesos controlados) y carreteras Tipo ET2, ET4 y A4, según la clasificación establecida en el *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*.

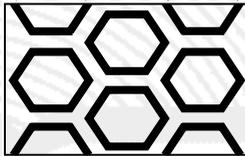


FIGURA 2.- Esquema del patrón hexagonal

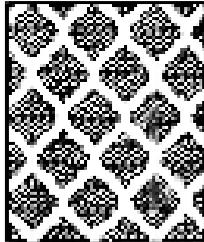


FIGURA 3.- Esquema del patrón romboidal

C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, el *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, publicado por la Secretaría.

Además, esta Norma se complementa con las últimas versiones de los siguientes:

| MANUALES | DESIGNACIÓN |
|--|----------------|
| Muestreo de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-001 |
| Retroreflexión de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-002 |
| Colorimetría de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-003 |
| Flexibilidad de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-004 |
| Adhesividad de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-005 |
| Resistencia al Impacto de Películas Retroreflejantes | M-MMP-5-03-006 |

D. REQUISITOS DE CALIDAD

Las películas retroreflejantes deben satisfacer los requisitos de calidad que se indican a continuación:

D.1. COEFICIENTES DE RETROREFLEXIÓN

Los coeficientes de retroreflexión inicial, es decir, el valor original, medido en candelas por lux por metro cuadrado $[(\text{cd}/\text{lux})/\text{m}^2]$, de la retroreflexión que proporciona un elemento en una determinada área específica, con ángulos de entrada y de observación determinados, deben ser como mínimo los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma, según el tipo de película y su color, medidos a los ángulos ahí indicados. Asimismo, deben conservar los porcentajes de retroreflexión mínimos indicados en la Fracción F.1., al haber transcurrido el tiempo que corresponda, en ella establecido.

D.2. REQUERIMIENTOS DE COLOR

El color de las películas retroreflejantes debe estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla 2 de esta Norma, asimismo, en dicha Tabla se indican los factores de luminiscencia con los que debe cumplir.

D.3. PROCESAMIENTO DE COLORES

El procesamiento de colores de películas retroreflejantes se debe hacer con tintas o mediante películas con color incorporado y adhesivo acrílico sensible a la presión, translúcidas y/u opacas, que cumplan con los requisitos de color establecidos en la

Fracción D.2. de esta Norma, que sean compatibles con la película retroreflejante, y que garanticen su desempeño y durabilidad integral. Las tintas no deben requerir de premezclas o componentes adicionales para su manejo y/o para su aplicación.

TABLA 1.- Coeficientes mínimos de retroreflexión inicial para películas retroreflejantes

| Color | Ángulo de observación ^[1] grados (°) | Tipo A (grado Alta Intensidad) | | Tipo B (grado Diamante) | |
|----------|--|---|-----|-------------------------|-----|
| | | Ángulo de entrada ^[2] grados (°) | | | |
| | | -4 | 30 | -4 | 30 |
| | | Coeficiente de retroreflexión ^[3] (cd/lux) / m ² | | | |
| Blanco | 0,1 | 300 | 225 | 650 | 525 |
| | 0,2 | 250 | 175 | 430 | 250 |
| | 0,5 | 95 | 70 | 250 | 170 |
| | 1 | 10 | 9,5 | 90 | 55 |
| Amarillo | 0,1 | 200 | 150 | 600 | 380 |
| | 0,2 | 170 | 135 | 350 | 200 |
| | 0,5 | 62 | 60 | 200 | 140 |
| | 1 | 9 | 8,5 | 70 | 45 |
| Naranja | 0,1 | 120 | 80 | 335 | 210 |
| | 0,2 | 100 | 75 | 195 | 110 |
| | 0,5 | 35 | 35 | 110 | 75 |
| | 1 | 6 | 5 | 40 | 25 |
| Rojo | 0,1 | 54 | 40 | 180 | 120 |
| | 0,2 | 45 | 30 | 115 | 70 |
| | 0,5 | 15 | 12 | 65 | 45 |
| | 1 | 2 | 1,5 | 24 | 16 |
| Verde | 0,1 | 54 | 40 | 90 | 55 |
| | 0,2 | 45 | 30 | 50 | 30 |
| | 0,5 | 15 | 12 | 30 | 22 |
| | 1 | 1 | 0,8 | 10 | 3,5 |
| Azul | 0,1 | 24 | 14 | 45 | 25 |
| | 0,2 | 20 | 11 | 25 | 15 |
| | 0,5 | 7,5 | 5 | 15 | 10 |
| | 1 | 0,5 | 0,3 | 5 | 3,5 |

[1] Ángulo relativo que existe entre el haz de luz incidente de una fuente luminosa y el haz de luz retroreflejado al centro del receptor como se muestra en la Figura 4. Mientras menor sea el ángulo de observación, mayor será la intensidad luminosa o retroreflexión.

[2] Ángulo formado entre un haz de luz incidente y una perpendicular imaginaria a la superficie del elemento retroreflejante, como se muestra en la Figura 5. Mientras menor sea el ángulo de entrada, mayor será la intensidad luminosa o retroreflexión.

[3] Para las áreas serigrafadas con tintas translúcidas o para áreas con películas translúcidas de color, los coeficientes de retroreflexión no deben ser menores del 70% de los valores indicados.

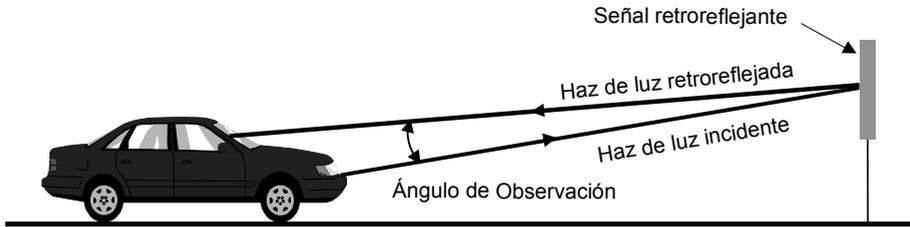


FIGURA 4.- Ángulo de observación

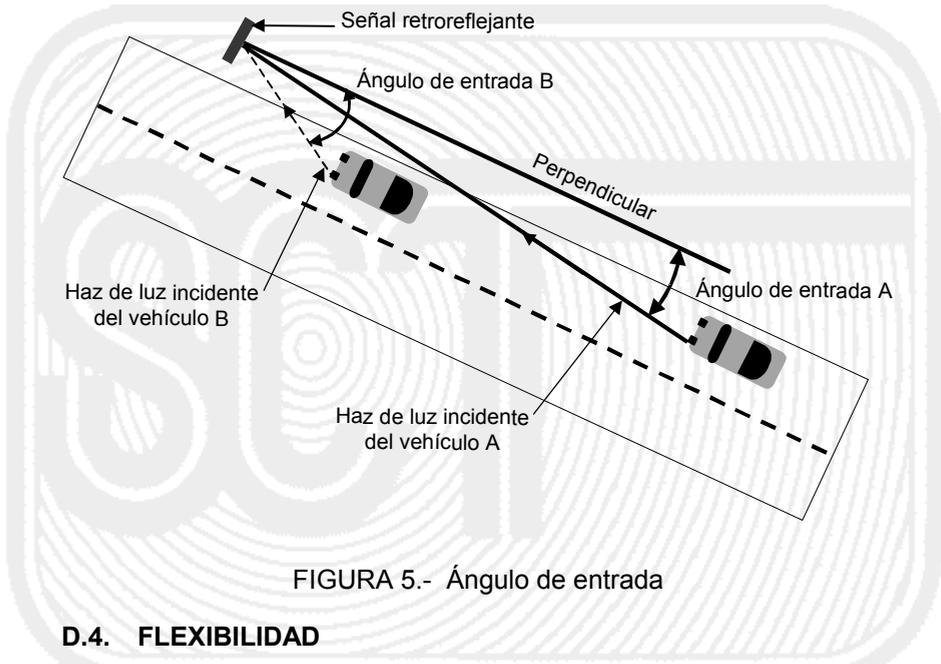


FIGURA 5.- Ángulo de entrada

D.4. FLEXIBILIDAD

Las películas retroreflejantes no deben agrietarse al ser sometidas a la prueba de flexibilidad.

D.5. ENCOGIMIENTO

Cuando se elaboren los paneles de prueba de acuerdo con los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, las películas retroreflejantes no deben encogerse en ninguna dirección más de cero coma ocho (0,8) milímetros en diez (10) minutos, o no más de tres coma dos (3,2) milímetros en veinticuatro (24) horas.

TABLA 2.- Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilicen en películas retrorreflejantes

| Color | Punto N° | Coordenadas * | | Factor de luminiscencia (Y) % | | | |
|----------|----------|---------------|-------|----------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| | | | | Tipo A (grado Alta Intensidad) | | Tipo B (grado Diamante) | |
| | | x | y | Mín | Máx | Mín | Máx |
| Blanco | 1 | 0,303 | 0,287 | 27 | --- | 50 | --- |
| | 2 | 0,368 | 0,353 | | | | |
| | 3 | 0,340 | 0,380 | | | | |
| | 4 | 0,274 | 0,316 | | | | |
| Amarillo | 1 | 0,498 | 0,412 | 15 | 45 | 30 | 45 |
| | 2 | 0,557 | 0,442 | | | | |
| | 3 | 0,479 | 0,520 | | | | |
| | 4 | 0,438 | 0,472 | | | | |
| Naranja | 1 | 0,550 | 0,360 | 14 | 30 | 15 | 30 |
| | 2 | 0,630 | 0,370 | | | | |
| | 3 | 0,581 | 0,418 | | | | |
| | 4 | 0,516 | 0,394 | | | | |
| Rojo | 1 | 0,613 | 0,297 | 2,5 | 12 | 4 | 15 |
| | 2 | 0,708 | 0,292 | | | | |
| | 3 | 0,636 | 0,364 | | | | |
| | 4 | 0,558 | 0,352 | | | | |
| Verde | 1 | 0,030 | 0,380 | 3 | 9 | 6 | 15 |
| | 2 | 0,166 | 0,346 | | | | |
| | 3 | 0,286 | 0,428 | | | | |
| | 4 | 0,201 | 0,776 | | | | |
| Azul | 1 | 0,144 | 0,030 | 1 | 10 | 3 | 8 |
| | 2 | 0,244 | 0,202 | | | | |
| | 3 | 0,190 | 0,247 | | | | |
| | 4 | 0,066 | 0,208 | | | | |

* De acuerdo con el sistema estandarizado de la Comisión Internacional de Iluminación (*Commission Internationale de l'Éclairage*, CIE) para determinar el color (1931), medido con una fuente luminosa estándar tipo "C".

D.6. RESPALDO ADHESIVO

Las películas retrorreflejantes deben contar con un adhesivo acrílico en su parte posterior, capaz de proporcionar una unión tal que al efectuar la prueba de adhesividad, la película no se despegue más de cincuenta y un (51) milímetros. Este adhesivo debe ser sensible a la presión, sin necesidad de aplicar calor, solventes u otro tipo de preparaciones para poder ser adherido. El

respaldo adhesivo debe tener un protector que se pueda retirar fácilmente sin que tenga que mojarse con agua u otras soluciones, y que al retirarse no rompa o rasgue la película ni remueva su adhesivo.

D.7. RESISTENCIA AL IMPACTO

Las películas retroreflejantes deben resistir sin agrietarse la prueba de resistencia al impacto.

E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de las películas retroreflejantes antes de su utilización, debe tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- E.1.** Las películas se deben almacenar en condiciones de temperatura entre dieciocho y veinticuatro (18 y 24) grados Celsius, a una humedad relativa de treinta a cincuenta (30 a 50) por ciento, y ser utilizadas a más tardar dentro del siguiente año al de su fabricación.
- E.2.** Los rollos de película nuevos, deberán ser almacenados en forma horizontal dentro de su caja de cartón original, esto con el fin de no maltratar los extremos de la película.
- E.3.** Los rollos parcialmente utilizados deben almacenarse de forma horizontal, perpendicularmente a una pared y sostenidos por una solera, como se muestra en la Figura 6 de esta Norma.

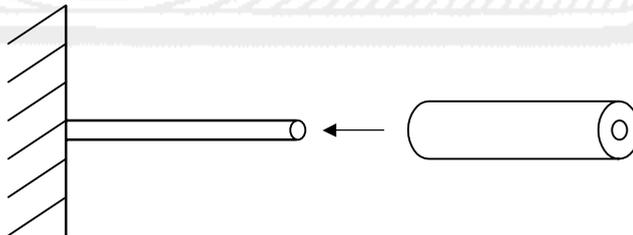


FIGURA 6.- Forma de almacenar un rollo de película retroreflejante parcialmente utilizado

- E.4. Las hojas de película no serigrafiadas deben ser almacenadas horizontalmente una sobre otra.
- E.5. Las hojas de película serigrafiadas deben ser protegidas con un *papel aplicación*, de preferencia del mismo fabricante, para que la serigrafía no sufra ningún deterioro.
- E.6. Las películas se deben mantener siempre secas. En el caso de que accidentalmente se humedezcan se deben secar inmediatamente.

F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que una película retroreflejante sea aceptada por la Secretaría, es necesario que cumpla con todos y cada uno de los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de película establecido en el proyecto. Además, con objeto de controlar la calidad de las películas retroreflejantes usadas en el señalamiento de las carreteras y vialidades urbanas, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-5-03-001 *Muestreo de Películas Retroreflejantes* 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 3 cumplan con los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

TABLA 3.- Características de calidad que se deben revisar en las películas retroreflejantes durante su colocación

| Característica | Requisito |
|---------------------------------|---|
| Coefficientes de retroreflexión | Deben cumplir con los coeficientes indicados en la Tabla 1, para ángulos de observación de 0,2° y 0,5°, y ángulos de entrada de -4° y 30° |
| Color | Debe estar dentro de las coordenadas cromáticas indicadas en la Tabla 2 |

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

Además, para que una película retroreflejante sea aceptada, es requisito indispensable entregar a la Secretaría lo siguiente:

F.1. GARANTÍA DEL PROVEEDOR

Garantía de calidad emitida por el proveedor que avale, dependiendo del tipo de película, lo siguiente:

F.1.1. Para películas retroreflejantes Tipo A, se debe garantizar que a los de siete (7) años de fabricada, se conserve por lo menos el ochenta y cinco (85) por ciento del valor de los coeficientes de retroreflexión inicial indicados en la Tabla 1 de esta Norma.

F.1.2. Para películas retroreflejantes Tipo B, se debe garantizar que a los de siete (7) años de fabricada, se conserve por lo menos el ochenta (80) por ciento del valor de los coeficientes de retroreflexión inicial indicados en la Tabla 1 de esta Norma y a los de diez (10) años el setenta (70) por ciento de dichos coeficientes.

F.1.3. En caso de que durante los periodos establecidos en los Incisos anteriores, se presenten deficiencias como agrietamientos, desprendimientos y desvanecimiento o cambio de color, éstas se considerarán como falla total de la película, por lo que deberá ser reemplazada por cuenta y costo del proveedor.

F.2. CERTIFICADO DEL FABRICANTE

Certificado de calidad emitido por el fabricante, anexo a la garantía del proveedor, que avale el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos de calidad indicados en esta Norma y que incluya los valores y resultados de las pruebas que le hayan sido efectuadas a las películas retroreflejantes. Esta información debe estar avalada y certificada por algún organismo local o internacional, o un por laboratorio, que estén reconocidos por la Secretaría.