LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

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

TÍTULO: 01. Pinturas para Señalamiento

CAPÍTULO: *011. Resistencia a la Abrasión por Tallado en Húmedo de Pinturas para Señalamiento Horizontal*

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la resistencia a la abrasión de las pinturas base agua para señalamiento horizontal por tallado en húmedo, a que se refiere la Norma N·CMT·5·01·001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·5·01·001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia a la abrasión que presentan las pinturas base agua para señalamiento horizontal por tallado en condiciones húmedas, mediante el empleo de un equipo de características definidas y bajo condiciones controladas. La resistencia a la abrasión consiste en la capacidad que tiene una pintura para señalamiento horizontal de mantener su apariencia original y resistir el desgaste después de haber sido sometida a un proceso abrasivo.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la Norma N·CMT·5·01·001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal* y el Manual M·MMP·5·01·001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal*.

D. INSTALACIONES DEL LABORATORIO

El laboratorio donde se realice la prueba contará con una cámara de acondicionamiento que permita mantener una temperatura constante de 23 ± 2 °C y una humedad relativa de 50 ± 5 %, evitando la entrada de polvo o de corrientes de aire.

E. EQUIPO Y MATERIALES

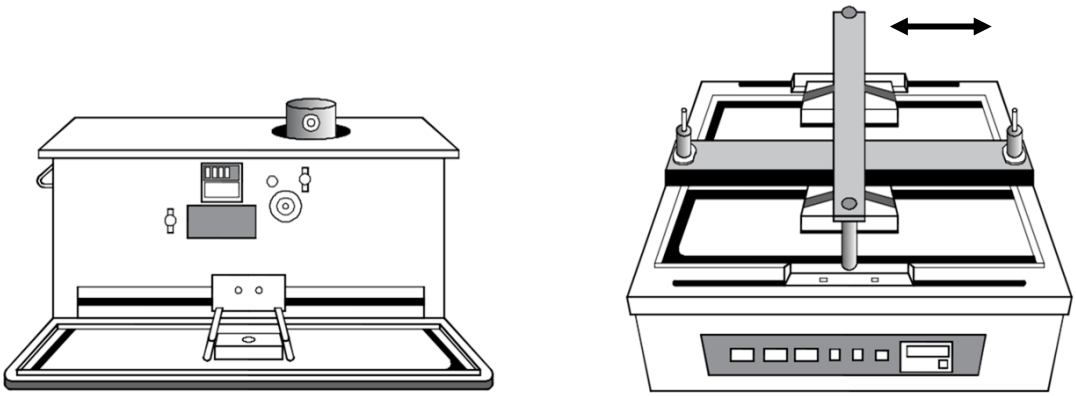
El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, limpio y completo en todas sus partes y contará con un certificado de calibración. Todos los materiales y reactivos por emplear serán de alta calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

E.1. PANELES DE PRUEBA

Dos, de policloruro de vinilo (PVC) color negro acabado mate liso, con dimensiones de 165 x 432 x 6,3 mm (6½ x 17 x ¼ in).

E.2. EQUIPO DE ABRASIÓN

De mecanismo automático, con un contador de ciclos y un temporizador con ajuste para apagado automático, que cuente con uno o dos carriles como mínimo, capaz de operar con un movimiento lineal recíproco de 37 ± 1 ciclos por minuto, con ajuste de velocidad y una longitud mínima de recorrido de 254 mm (10 in), como los mostrados en la Figura 1 de este Manual.



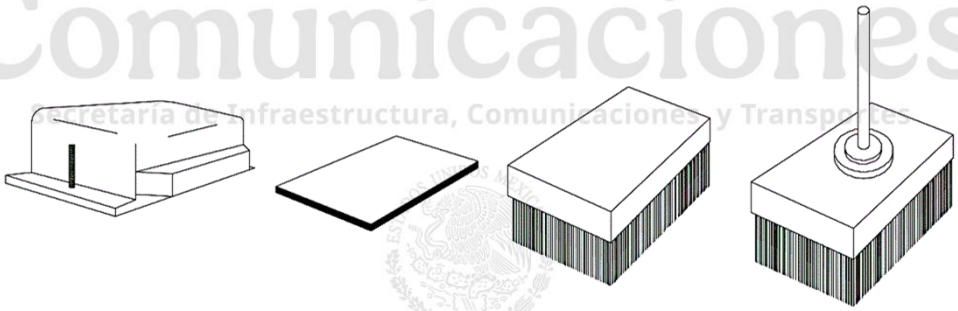
De un carril De dos carriles

FIGURA 1.- Ejemplos de equipos de abrasión

E.2.1. Herramientas para lavado

Cepillo de cerdas de nylon con una masa total de 454 ± 10 g, incluyendo una almohadilla de goma y un portacepillo como accesorios, como se muestra en la Figura 2 de este Manual. En caso de que no se alcance la masa requerida, se colocará un sobrepeso para ajustar al valor especificado.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



Portacepillo Almohadilla de goma Cepillo de cerdas de nylon Sobrepeso

FIGURA 2.- Herramientas de lavado

E.2.2. Placa de vidrio

Rectangular, de tamaño mayor que las dimensiones del panel de prueba de PVC, dependiendo del modelo del equipo de abrasión; de aproximadamente 6,3 mm (¼ in) de espesor.

E.2.3. Laina metálica

Rectangular, de aproximadamente 0,254 mm (10 mils) de espesor,12,7 mm (½ in) de ancho y con una longitud suficiente para fijarla a lo ancho de la placa de vidrio.

E.2.4. Marco de ajuste

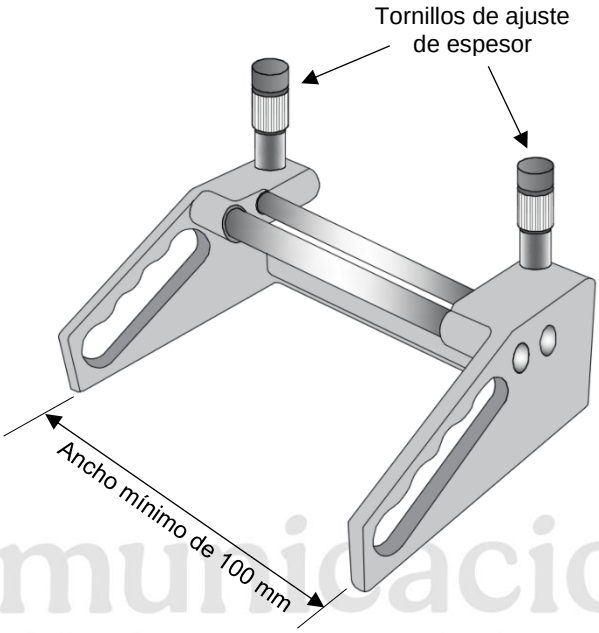
Con dimensiones dependiendo del modelo del equipo de abrasión, para contener a la placa de vidrio con la laina y el panel de prueba.

E.2.5. Temporizador externo

En caso de que el equipo no cuente con temporizador, se podrá usar un dispositivo que permita contar el número de ciclos totales.

E.3. RASADOR DE PINTURA MANUAL

Aplicador de un lado tipo barra, como el mostrado en la Figura 3 de este Manual, que permita una aplicación de la película de pintura sobre el panel de prueba de PVC con un ancho mínimo de película de 100 mm y con el espesor indicado en el proyecto.



Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

FIGURA 3.- Rasador de pintura

E.4. APLICADOR DE PINTURA AUTOMÁTICO

Como opción del rasador de pintura manual, de succión, con placa de vacío, con velocidad ajustable entre 50 mm/s hasta 250 mm/s, con ajustes graduales de 10 mm, como el mostrado en la Figura 4 de este Manual.

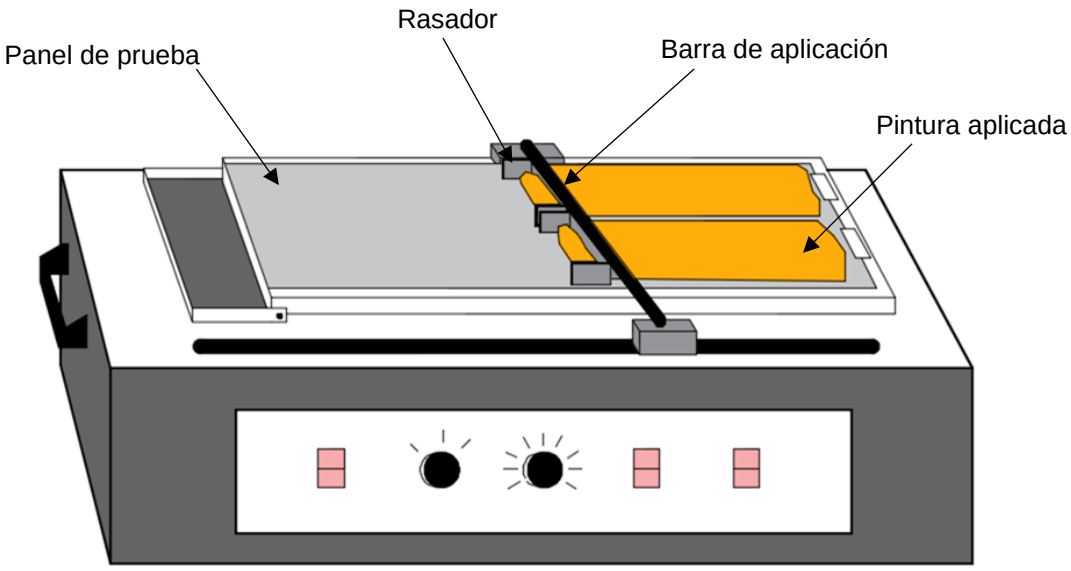


FIGURA 4.- Aplicador automático de pintura

E.5. MEDIDOR DE ESPESOR DE PELÍCULA DE PINTURA HÚMEDA O ELCÓMETRO

Plantilla o patrón, rígido, de acero inoxidable, delgado y con dientes de distintas longitudes en los lados, como el mostrado en la Figura 5 de este Manual.

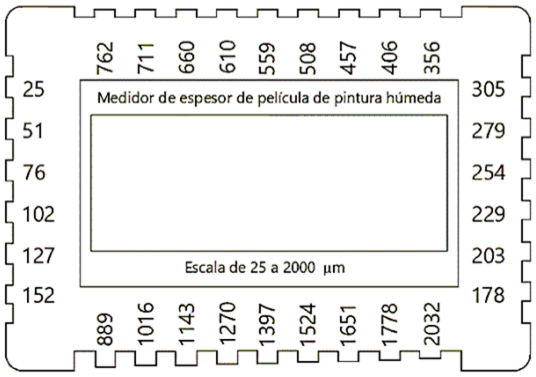


FIGURA 5.- Medidor de espesor de película de pintura húmeda

E.6. BALANZA

Analítica, con capacidad mínima de 200 g y resolución de 0,01 g.

E.7. AGITADOR MECÁNICO CON PROPELA DE HÉLICE MARINA

Con una velocidad de agitación que sea capaz de homogenizar la solución abrasiva sin que se generen burbujas de aire, que cuente con soporte para frasco de agitación y provisto de una varilla de agitación con propela de acero inoxidable, como la que se muestra en la Figura 6 de este Manual.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

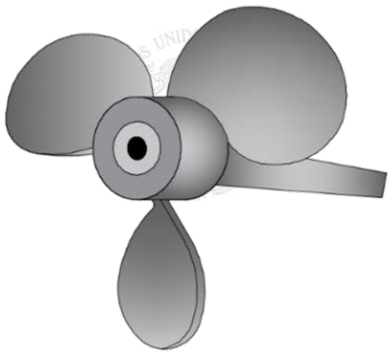


FIGURA 6.- Agitador mecánico con propela de hélice marina

E.8. ESPÁTULA ACANALADA O PALA

De madera o acero inoxidable, de dimensiones adecuadas para la agitación de la muestra de pintura.

E.9. VASO DE PRECIPITADO

De plástico, con capacidad de 1 000 mL y graduación a cada 200 mL.

E.10. FRASCO DE POLIETILENO

Con tapa hermética y capacidad entre 1 000 a 2 000 mL.

E.11. BROCHA

Con las dimensiones y cerdas adecuadas para esparcir la solución abrasiva sobre el panel de prueba.

E.12. VIDRIOS DE RELOJ

Refractarios para la solución abrasiva.

E.13. VISCOSÍMETRO

Tipo *Stormer*, fabricado con materiales resistentes a la corrosión y a los solventes, que permita realizar mediciones en unidades Krebs.

E.14. MEDIDOR DE PH

Con pantalla digital, con un rango de medición de 0 a 14 en la escala de acidez-alcalinidad y resolución de 0,1.

E.15. ETIQUETAS

De alto poder adhesivo, de uso rudo y de tipo plastificado; de tamaño adecuado en función del contenedor donde se envasa la solución.

E.16. MARCADOR

Con tinta indeleble.

E.17. CINTA ADHESIVA

Plastificada, cuya adherencia resista la humedad de la prueba.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.18. LIENZO

De material absorbente, con las dimensiones adecuadas.

E.19. PAPEL DE LIJA

Para nivelar las cerdas del cepillo de lavado, de agua de grado 100 o 120.

E.20. CRONÓMETRO

Con resolución de 1 s.

E.21. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Tal como:

- Gafas de seguridad o careta de protección facial.
- Mascarilla con filtros para vapores alcalinos.
- Guantes flexibles de material resistente como nitrilo, caucho, látex o neopreno.
- Bota de seguridad.
- Bata de manga larga.

E.22. AGUA DESTILADA O DESIONIZADA

La necesaria.

E.23. SOLUCIÓN ABRASIVA

De fabricación comercial, que contenga sílice con grado abrasivo.

E.24. SOLUCIÓN ABRASIVA ELABORADA EN EL LABORATORIO

Cuando se elabore la solución abrasiva en el laboratorio, los componentes que se utilicen serán de grado reactivo y serán los siguientes:

- Hidroxietilcelulosa.
- Hidróxido de amonio al 28 %.
- Surfactante o tensoactivo no iónico de polioxietileno.
- Fosfato trisódico anhidro.
- Sílice.
- Ácido acético (glacial).
- Benzisotiazolinona.

F. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN ABRASIVA

Cuando se elabore la solución abrasiva en el laboratorio, para cada 100 g de solución, se realiza lo siguiente:

F.1. En un vaso de precipitado se agregan 0,8 g de hidroxietilcelulosa, 0,1 g de hidróxido de amonio al 28 %, 2 g de surfactante no iónico, 2 g de fosfato trisódico anhidro y 45 g de sílice, mezclándose bien y diluyéndose en 49,4 g de agua destilada, la cual se agregará poco a poco para evitar la formación de espuma.

F.2. Se agrega a la solución 0,7 g de ácido acético y se mide el pH. En caso de no lograr un pH de 9,5 a 10, se agrega paulatinamente más ácido acético hasta lograr dicho valor.

F.3. Una vez alcanzado el valor especificado, a la solución se le incorpora 0,03 g de benzisotiazolinona mezclándolo con el agitador hasta homogenizar la mezcla. Se mide la viscosidad de la solución y se ajusta de 110 a 120 unidades Krebs antes de su uso, agregando una mayor cantidad de hidroxietilcelulosa.

F.4. Posteriormente, la solución se vierte en un frasco de polietileno con tapa hermética, el cual se identifica con una etiqueta adherida que indique el nombre de la solución, los datos de reactividad que incluya los riesgos de su manipulación, así como las fechas de elaboración y de caducidad.

G. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

G.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

G.1.1. Se evitará realizar la prueba en sitios con rayos directos del sol o de otras fuentes de luz intensa.

G.1.2. Antes de iniciar la prueba, el cepillo se enjuaga y remoja en agua destilada durante 12 a 24 h; posteriormente, se retira del remojo y se sacude para eliminar el exceso de agua.

G.2. OBTENCIÓN DE LAS PORCIONES DE PRUEBA

Las muestras de pintura obtenidas de acuerdo con el Manual M·MMP·5·01·001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal*, contenidas en el recipiente de muestreo, se agitarán vigorosamente durante un tiempo de 5 a 10 min con una espátula o pala para homogeneizarlas y de esta se toman 2 porciones suficientes para realizar una aplicación de pintura sobre los paneles de prueba. Se puede utilizar una espátula acanalada o alguna otra herramienta limpia para recoger las porciones de prueba de la muestra. Se comprueba que las porciones de prueba no tengan burbujas, grumos o materiales extraños.

G.3. PREPARACIÓN DEL PANEL DE PRUEBA CON LA PELÍCULA DE PINTURA

G.3.1. Aplicación con el rasador manual

G.3.1.1. Se limpian ambos lados del panel de prueba y el rasador, para asegurar que estén libres de partículas o materiales extraños.

G.3.1.2. Se coloca el panel de prueba sobre una superficie lisa, asegurando uno de los extremos con cinta adhesiva. Se coloca el rasador en un extremo del panel y se vacía una de las porciones de prueba sobre el panel y frente al rasador. Se efectúa la aplicación de la película de pintura húmeda sujetando el rasador con ambas manos y deslizando hacia el extremo contrario del panel, como se muestra en la Figura 7 de este Manual, de forma que la aplicación se realice en un tiempo de entre 3 a 4 s de extremo a extremo, a una velocidad y presión uniforme para evitar la formación de poros o espacios en la película. El espesor será el indicado en la Norma N·CMT·5·01·001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal* de acuerdo con el tipo de pintura o el indicado en el proyecto.

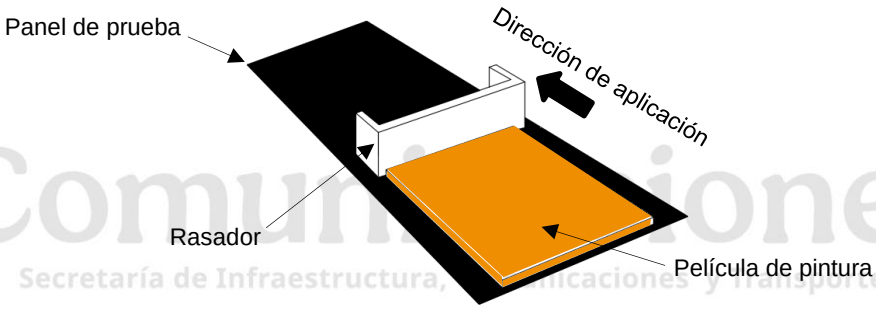


FIGURA 7.- Aplicación de la película de pintura con el rasador manual

G.3.1.3. Se comprueba que no existan áreas rayadas o sin cubrir por la pintura después de la aplicación, en caso contrario se desecha y se repite la aplicación.

G.3.1.4. Utilizando el medidor de espesor o elcómetro, se comprueba que el espesor de la película de pintura húmeda sea el indicado en la Norma N·CMT·5·01·001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal* de acuerdo con el tipo de pintura o el indicado en el proyecto. Una vez obtenido el espesor requerido, se repite el proceso de aplicación a la otra porción de prueba en el segundo panel de prueba.

G.3.1.5. Se deja secar en posición horizontal durante 7 días en la cámara de acondicionamiento.

G.3.2. Aplicación con el aplicador automático

G.3.2.1. Se limpian ambos lados del panel de prueba y el aplicador automático, para asegurar que estén libres de partículas.

G.3.2.2. Se coloca el panel de prueba sobre la placa de vacío y se enciende el vacío del aplicador automático. Se selecciona la velocidad de aplicación adecuada, de manera que el tiempo de aplicación sea de 3 a 4 s de extremo a extremo. Se coloca el rasador del equipo junto a la barra del aplicador y se vacía una cantidad suficiente de la pintura de prueba sobre el panel de prueba y frente al rasador. Se enciende el aplicador para que haga el recorrido a la velocidad seleccionada, se regresa la barra al inicio y se apaga el vacío.

G.3.2.3. Se comprueba que no existan áreas rayadas o sin cubrir por pintura después de la aplicación, en caso contrario se desecha y se repite la aplicación.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

G.3.2.4. Utilizando el medidor de espesor o elcómetro, se comprueba que el espesor de la película de pintura húmeda sea el indicado en la Norma N·CMT·5·01·001, *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal* de acuerdo con el tipo de pintura o el indicado en el proyecto. Una vez obtenido el espesor requerido, se repite el proceso de aplicación a la otra porción de prueba en el segundo panel de prueba.

G.3.2.5. Se deja secar en posición horizontal durante 7 días en la cámara de acondicionamiento.

G.4. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN POR TALLADO EN HÚMEDO

G.4.1. Inmediatamente después de transcurrido el tiempo de acondicionamiento, se coloca la placa de vidrio en la bandeja del equipo de abrasión. Se coloca la laina metálica perpendicularmente a la dirección de la trayectoria del cepillo y se asegura que esté en contacto en toda su superficie con la placa de vidrio, como se muestra en la Figura 8 de este Manual, revisando que no presente espacios entre la laina y el panel de prueba.

G.4.2. Se coloca el panel de prueba, con la superficie pintada hacia arriba, encima de la placa de vidrio con la laina adherida a ella, asegurándolo con cinta adhesiva en todos sus lados, como se muestra en la Figura 8 de este Manual.

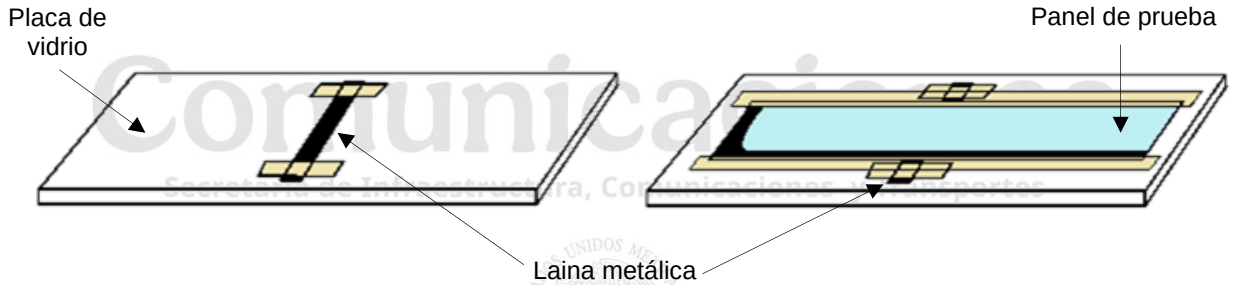


FIGURA 8.- Colocación de la laina metálica y el panel de prueba

G.4.3. Se retira el cepillo del agua y se agita enérgicamente para eliminar el exceso de agua. Se agita la solución abrasiva y se distribuyen aproximadamente 10 g de manera uniforme sobre las cerdas del cepillo, a continuación, el cepillo se sujeta al portacepillo.

G.4.4. Se humedece el panel de prueba con 5 mL de agua destilada en la trayectoria donde el cepillo va a estar en contacto con la pintura.

G.4.5. Se lleva a cero el contador del equipo de abrasión y se configura la velocidad de operación a 37 ± 1 ciclos por minuto, deteniéndose automáticamente cada 400 ciclos.

G.4.6. Cada 400 ciclos, se observa si existen marcas de desgaste sobre la laina. Si no los hay, se saca el cepillo sin enjuagarlo y se le distribuyen otros 10 g de la solución abrasiva, y se humedece nuevamente la superficie de la película de pintura que va a estar en contacto con el cepillo con 5 mL de agua destilada.

G.4.7. La prueba termina cuando se aprecie visualmente una línea delgada continua de desgaste sobre la placa de prueba en la zona donde está por debajo la laina. A continuación, se detiene el equipo de abrasión y se anota el número de ciclos que se realizaron.

G.4.8. Se limpia la zona desgastada de la placa de prueba para comprobar que la línea de desgaste cubra todo el ancho de la laina, como se muestra en el ejemplo de la Figura 9 de este Manual.

FIGURA 9.- Patrones típicos del desgaste de la película de pintura de la placa de prueba apoyada sobre la laina metálica

G.4.9. Se repite el procedimiento utilizando el otro panel de prueba con la otra porción de prueba.

G.4.10. Para cada panel de prueba se registra como L, el número de ciclos transcurridos hasta que se observe la condición descrita en el Inciso G.4.7. de este Manual.

H. CÁLCULOS Y RESULTADOS

H.1. Se calcula la resistencia a la abrasión por tallado en húmedo obteniendo el promedio de las dos lecturas de los ciclos de cada panel de prueba, utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta_L = \frac{L_1 + L_2}{2}$$

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Donde:

Δ_L = Resistencia a la abrasión por tallado en húmedo, (ciclos)

L_1 = Lectura del panel de prueba 1, (ciclos)

L_2 = Lectura del panel de prueba 2, (ciclos)

H.2. Si los resultados de las lecturas de cada panel de prueba difieren en más del 30 % del promedio, se realiza una tercera prueba y se promedian los dos valores más cercanos al porcentaje de desviación, tomando en cuenta lo indicado en el proyecto.

H.3. Además, se incluirá en el informe de resultados al menos los siguientes datos:

- Tipo de pintura base agua.
- Espesor de la película en húmedo, en μm (mils).
- Temperatura ambiental y humedad relativa en el momento que se realizó la prueba.
- Responsable de realizar la prueba.
- Fecha y hora de la prueba.
- Proveedor.
- Fabricante o marca comercial.
- Color de la pintura.
- Número de lote y certificado de calidad.
- Fecha de fabricación.
- Observaciones.

I. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- Que se compruebe que el espesor de la pintura de prueba sea el especificado, de acuerdo con el tipo de pintura en prueba.
- Que la prueba se realice en un espacio bien ventilado, limpio, libre de corrientes y de cambios de temperatura.
- Que las condiciones de temperatura y humedad de la cámara de acondicionamiento sean las indicadas en la Cláusula D. de este Manual.
- Que todo el equipo esté perfectamente limpio, para que al hacer la prueba la pintura no se mezcle con agentes extraños y se altere el resultado, especialmente los paneles donde se aplicará la pintura.
- Que la placa de vidrio esté libre de grasa y limpia.
- Que el tiempo de secado de la película de pintura de prueba sea el establecido en este Manual.
- Que el cepillo se encuentre nivelado, pasándolo sobre un papel de lija grado 100 o 120, colocado a lo largo de la placa de vidrio en el equipo de abrasión.
- Que el cepillo sea reemplazado cuando sus cerdas tengan una longitud menor de 16 mm medidas desde la base.
- Que la superficie de la laina metálica esté lisa y libre de rebabas.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

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
Km 12+000, Carretera Estatal No. 431
"El Colorado-Galindo", San Fandila,
Pedro Escobedo, 76703, Querétaro
https://normas.imt.mx
normas@imt.mx