

**LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

**PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

**TÍTULO: 07. Pinturas para Recubrimiento de Estructuras**

**CAPÍTULO: 009. Resistencia al Ambiente Salino de Pinturas para Recubrimiento de Estructuras**

**A. CONTENIDO**

Este Manual describe el procedimiento para determinar la resistencia al ambiente salino de las pinturas, que se utilicen como primarios o acabados, de uno o dos componentes, a que se refiere la Norma N·CMT·2·07, *Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·2·07·001, *Muestreo de Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*.

**B. OBJETIVO DE LA PRUEBA**

Esta prueba permite evaluar cualitativamente la eficiencia de la protección que puede proporcionar una película de pintura a elementos metálicos contra la corrosión, mediante su exposición en el laboratorio a un medio cálido, húmedo y salino. La prueba consiste en colocar una película de pintura, aplicada sobre un panel metálico, dentro de una cámara salina, de características y propiedades previamente definidas, con el fin de analizar los daños sufridos en la muestra tras un periodo de exposición dentro de dicha cámara.

**C. REFERENCIAS**

Este Manual se complementa con la Norma N·CMT·2·07, *Pinturas para Recubrimiento de Estructuras* y el Manual M·MMP·2·07·001, *Muestreo de Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*.

**D. EQUIPO Y MATERIALES**

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste que pueda alterar significativamente el resultado de la prueba. Todos los materiales a emplear serán de calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

**D.1. APARATO DE NIEBLA SALINA**

Como el que se muestra en la Figura 1 de este Manual, constituido por un gabinete de un material que no se afecte por el poder corrosivo de la niebla, con dispositivos para calentamiento y control de temperatura, recipiente para la solución salina, equipo de aire comprimido, una o más boquillas o espreas atomizadoras y soportes para las probetas.

**D.2. APLICADOR POR ASPERSIÓN**

Aparato normalizado, capaz de aplicar una película de pintura con espesor uniforme.

**D.3. MEDIDOR DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA**

Aparato magnético no destructivo para medir espesores de pintura en película seca, como el mostrado en la Figura 2 de este Manual.

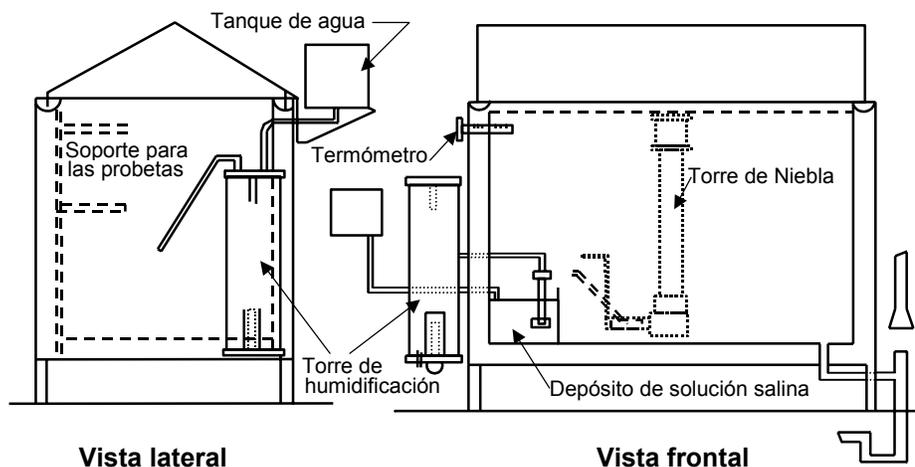


FIGURA 1.- Aparato de niebla salina



FIGURA 2.- Aparato magnético para medir espesores de pintura en película seca

**D.4. POTENCIÓMETRO**

Aparato normalizado para determinar el pH (potencial de Hidrógeno), con aproximación de 0,1 en la escala de acidez - alcalinidad.

**D.5. TERMÓMETRO**

De inmersión total, de vidrio, vástago de 200 mm y rango de 0 a 50°C.

**D.6. PANELES DE LÁMINA**

De acero al carbono suave laminado en frío, de aproximadamente 0,91 mm de espesor (calibre-20), 150 mm de longitud y 70 mm de ancho.

**D.7. MATRAZ ERLLENMEYER**

De vidrio, con capacidad de 125 cm<sup>3</sup>.

**D.8. MATRAZ VOLUMÉTRICO AFORADO**

De vidrio Pyrex, con capacidad de 200 cm<sup>3</sup>.

**D.9. PROBETAS**

De vidrio, graduados, con vertedero, de 100 y 1 000 cm<sup>3</sup> de capacidad.

**D.10. VASOS DE PRECIPITADO**

De vidrio, graduados, con vertedero, de 600 y 1000 cm<sup>3</sup> de capacidad.

**D.11. PIPETA VOLUMÉTRICA**

De vidrio, graduada, de 1 y 10 cm<sup>3</sup> de capacidad.

**D.12. AGITADOR**

De vidrio o acero inoxidable, de aproximadamente 4 mm de diámetro y 100 mm de longitud.

**D.13. BURETA**

De vidrio, graduada, de 25 cm<sup>3</sup>.

**D.14. NAVAJA**

Rígida de acero inoxidable, tipo *cutter*.

**D.15. CEPILLO**

De cerdas suaves, de 25 mm de ancho y 50 mm de longitud.

**D.16. PAPEL INDICADOR**

Para determinar el pH, con rango de 4 a 10 en la escala de acidez - alcalinidad.

**D.17. PIZETA**

De plástico o cualquier otro material resistente a los solventes, de aproximadamente 250 cm<sup>3</sup> de capacidad.

**D.18. ESPÁTULA O PALA**

De madera o acero inoxidable, con las dimensiones adecuadas.

**D.19. AGUA DESTILADA**

Que contenga menos de 200 ppm (partes por millón) de sólidos.

**D.20. REACTIVOS**

Para efectuar esta prueba se requieren los siguientes reactivos de grado analítico:

**D.20.1.** Ácido fosfórico.

**D.20.2.** Ácido clorhídrico.

**D.20.3.** Ácido nítrico.

**D.20.4.** Cloruro de sodio, libre de níquel, cobre, yoduro de sodio menos de 0,1% y contenido de impurezas menor al 0,3%.

**D.20.5.** Cromato de potasio.

**D.20.6.** Hidróxido de sodio.

**D.20.7.** Nitrato de plata.

## E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra de pintura, obtenida según se establece en el Manual M-MMP-2-07-001, *Muestreo de Pinturas para Recubrimiento de Estructuras*, se hace de la siguiente manera:

### E.1. PINTURAS DE UN COMPONENTE

Se agita vigorosamente la muestra por probar con una espátula o pala durante 5 a 10 min para homogeneizarla y se toma la cantidad necesaria para la prueba, cuidando que no se formen burbujas o se contamine con materiales extraños.

### E.2. PINTURAS DE DOS COMPONENTES

Se hace la mezcla de los componentes previamente homogeneizados, de acuerdo con la proporción y orden de incorporación que se especifique en la ficha técnica que proporcione el fabricante. Esta mezcla permanecerá en reposo durante 15 a 30 min para permitir la reacción de sus componentes y finalmente se homogeneiza durante un tiempo de 5 a 10 min para tomar la cantidad de pintura necesaria para la prueba, cuidando que no se formen burbujas o se contamine con materiales extraños.

## F. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Previo al inicio de la prueba se verifica que el laboratorio esté bien ventilado, con temperatura comprendida entre 25 y 28°C y una humedad relativa de  $50 \pm 5\%$ , evitando el polvo y corrientes de aire y se procede de la siguiente manera:

- F.1.** Los paneles se someten a un tratamiento de limpieza con una solución de ácido fosfórico al 15% (85 partes de agua destilada y 15 de ácido fosfórico) o ácido nítrico al 10% (90 partes de agua destilada y 10 de ácido nítrico).
- F.2.** Se coloca la muestra de prueba sobre el panel con la ayuda del aplicador, formando una película uniforme y con el espesor indicado en la Tabla 1 de este Manual, de acuerdo con el tipo de pintura que de que se trate. Posteriormente se acondiciona a una temperatura entre 25 y 28°C y a una humedad relativa del  $50 \pm 5\%$  durante 7 días, y se permite su curado a una temperatura de 60°C durante 4 h. Después del curado se comprueba el espesor de la película mediante el empleo del medidor de espesores de película seca. Se elaborarán dos paneles, uno de prueba y el otro que se mantendrá como testigo para hacer una evaluación comparativa.

**TABLA 1.- Espesores de película seca en los paneles de prueba**

| Tipo de pintura |                    | Espesor película seca<br>mm (mils) |
|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| Primarios       | De un componente   | 0,0635 - 0,0889<br>(2,5 - 3,5)     |
|                 | De dos componentes | 0,0381 - 0,0635<br>(1,5 - 2,5)     |
| Acabados        | De un componente   | 0,0635 - 0,0889<br>(2,5 - 3,5)     |
|                 | De dos componentes | 0,0381 - 0,0635<br>(1,5 - 2,5)     |

- F.3.** Previo a la colocación de los paneles de prueba en la cámara salina, con un instrumento de acero (navaja), se forman dos cortes paralelos sobre la película de pintura que lleguen hasta el panel de acero, de aproximadamente 50 mm de longitud y una separación entre ellos de 6 mm. Las aristas de los paneles y las áreas que contengan marcas de identificación deben protegerse con un recubrimiento con cera u otro material no absorbente.

- F.4.** Se prepara la solución salina inmediatamente antes de efectuar la prueba, disolviendo  $5 \pm 1$  partes, en masa, de cloruro de sodio químicamente puro, en 95 partes de agua destilada, colocando el producto en el compartimiento de la cámara salina diseñado para tal fin.
- F.5.** Se colocan los paneles de prueba dentro de la cámara donde se soportan o suspenden con un ángulo entre  $15^\circ$  y  $30^\circ$  respecto a la vertical, procurando que la película de pintura quede hacia abajo, orientándolos en dirección al flujo de la niebla salina, de tal forma que fluya la misma alrededor de los paneles.
- F.6.** Los paneles se exponen a las condiciones de la cámara, en forma continua, hasta cumplir el tiempo especificado dependiendo del tipo de pintura que se esté probando, considerando lo siguiente:
- F.6.1.** Las espreas estarán dirigidas de manera que la atomización no incida directamente sobre los paneles de prueba.
- F.6.2.** El aire comprimido que alimenta las espreas para atomizar la solución salina, debe estar libre de aceite o suciedad y mantenerse a una presión entre 0,0687 y 0,1717 MPa ( $0,7$  y  $1,75 \text{ kg/cm}^2$ ).
- F.6.3.** Dentro de la zona de exposición se tendrán por lo menos dos colectores de niebla limpia, uno próximo a los atomizadores y otro alejado de ellos.
- F.6.4.** La zona de exposición de la cámara salina (interior) debe mantenerse a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ , verificando la temperatura por lo menos dos veces al día.
- F.6.5.** El flujo de los atomizadores de niebla se establecerá de manera tal que se recolecten de 1 a 2 mL de solución salina por hora. La solución recolectada en 48 h, (aproximadamente 100 mL) se emplea para determinar y controlar su potencial de hidrógeno (pH), densidad y concentración, tomando en cuenta lo siguiente:
- El pH de la solución se mantendrá en un rango de 6,5 a 7,2 en caso de ser menor o mayor, la solución se alcaliniza con hidróxido de sodio o acidifica con ácido clorhídrico, según corresponda.
  - La densidad de la solución se controlará mediante la titulación de la solución recolectada a  $35^\circ\text{C}$ , manteniéndola en un rango de 1,0255 a 1,0400.
  - La concentración se determinará en una porción de la solución recolectada adicionándole una solución de cromato de potasio y titulándola con una solución de nitrato de plata 0,1 N (normal). El nitrato de plata 0,1 normal, se prepara diluyendo 2,4 g de nitrato de plata en 1 000 mL de agua destilada y la solución de cromato de potasio, se prepara diluyendo 50 g de cromato de potasio en 800 mL de agua destilada.
- F.7.** Al término de la prueba, las probetas se retiran cuidadosamente del aparato, se lavan o se sumergen en agua limpia corriente a una temperatura máxima de  $38^\circ\text{C}$ , pudiendo remover los productos de la corrosión mediante cepillado ligero para observar cualquier corrosión en el panel, enseguida se secan por medio de aire comprimido seco y limpio.
- F.8.** Finalmente se efectúa un examen visual cuidadoso, comparando el panel de prueba con el testigo para evaluar cualitativamente las fallas que presente la pintura.

## G. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se reporta como resultado de la prueba, el estado de la pintura del panel, ya sea que muestre o no algún daño, como corrosión bajo película, formación de polvo sobre la película de pintura, formación de ampollas o desprendimiento de la película entre los cortes, cambios de color o pérdida de brillo.

Se reportará además, la siguiente información:

- Identificación de la pintura probada.
- Registro de temperatura dentro de la zona de exposición de la cámara.
- Volumen de la solución de sal recolectada, en mL/h sobre un área de 80 cm<sup>2</sup>.
- Concentración, densidad y pH de la solución recolectada.
- Características y acondicionamiento (curado) de la probeta utilizada.
- Método de limpieza de las probetas antes y después de la prueba.
- Período de exposición.

## H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- H.1.** Realizar la prueba en un lugar cerrado, con ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de las muestras de prueba.
- H.2.** Verificar que las condiciones de temperatura y humedad en el laboratorio al momento de realizar la prueba sean las indicadas en la Cláusula F. de este Manual.
- H.3.** En pinturas de dos componentes, cuidar que la preparación de la pintura se realice de acuerdo con lo indicado en la Fracción E.2. de este Manual.
- H.4.** Verificar que el espesor de la película aplicada en los paneles esté dentro de los límites establecidos en la Tabla 1 de este Manual.
- H.5.** Cuidar 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.
- H.6.** Limpiar la cámara al término de la prueba y desechar toda la solución salina sobrante, ya que no se permitirá su uso en más de una ocasión.
- H.7.** Cuidar que las gotas de solución que se acumulen en la tapa de la cámara, no caigan sobre los paneles ni sean regresadas al depósito de solución para ser regadas otra vez; también se debe evitar el goteo de la solución de un panel a otro.
- H.8.** Cuidar que los paneles no estén en contacto entre sí ni con cualquier otro material metálico, o con un material capaz de pasar solución salina por capilaridad a la muestra. Los paneles no se manipularán excesivamente antes de la prueba.
- H.9.** Verificar y controlar el pH, la densidad y la concentración de la solución, para que se mantenga dentro del rango especificado en el Inciso F.6.5. de este Manual.

## I. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

| NORMA                          | DESIGNACIÓN |
|--------------------------------|-------------|
| Salt Spray (Fog) Testing ..... | ASTM B-117  |