

**ANEXO 10**

**RESOLUCIÓN MSC.244(83)  
(adoptada el 5 de octubre de 2007)**

**ADOPCIÓN DE LA NORMA DE RENDIMIENTO DE LOS REVESTIMIENTOS  
PROTECTORES DE LOS ESPACIOS VACÍOS  
DE GRANELEROS Y PETROLEROS**

EL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

HABIENDO ADOPTADO mediante la resolución MSC.125(82) la Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los tanques dedicados a lastre de agua de mar de todos los tipos de buques y de los espacios del doble forro en el costado de los graneleros , y enmendado mediante la resolución MSC.216(82) la regla II-1/3-2 del Convenio SOLAS para conferir obligatoriedad a la norma de rendimiento;

RECONOCIENDO que también es necesario elaborar una Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los espacios vacíos de graneleros y petroleros,

HABIENDO EXAMINADO en su 83º periodo de sesiones la propuesta de Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los espacios vacíos de graneleros y petroleros,

1. ADOPTA la Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los espacios vacíos de graneleros y petroleros, cuyo texto figura en el Anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos miembros a que utilicen la Norma de rendimiento cuando instalen revestimientos protectores en dichos buques.

## ANEXO

### NORMA DE RENDIMIENTO DE LOS REVESTIMIENTOS PROTECTORES DE LOS ESPACIOS VACÍOS DE GRANELEROS Y PETROLEROS

#### 1 FINALIDAD

La presente Norma incluye prescripciones técnicas para los revestimientos protectores de espacios vacíos en construcciones de acero de graneleros y petroleros.

#### 2 DEFINICIONES

A los efectos de la presente Norma se aplican las definiciones siguientes:

- 2.1 *Punto de condensación*: temperatura a la que el aire está saturado de humedad.
- 2.2 *ECS*: espesor de la capa seca.
- 2.3 *Polvo*: materia en forma de partículas sueltas presente en una superficie preparada para pintar, cuyo origen sea la limpieza con chorro u otro proceso de preparación de la superficie o la acción del entorno.
- 2.4 *Rectificado de los cantos*: tratamiento de los cantos antes de la preparación secundaria de la superficie.
- 2.5 *Estado "BUENO"*: estado que presenta una ligera oxidación en puntos aislados, tal como se define en las Directrices sobre el programa mejorado de inspecciones durante los reconocimientos de graneleros y petroleros (resolución A.744(18), enmendada).
- 2.6 *Revestimiento duro*: revestimiento que experimenta un cambio químico durante su curado, o revestimiento no convertible, secado al aire, que puede utilizarse con fines de mantenimiento. Puede ser tanto inorgánico como orgánico.
- 2.7 *ECS nominal*: espesor nominal de la capa seca. La regla 90/10 supone que el 90% de la totalidad de las mediciones del espesor ha de ser igual o superior al ECS nominal, y que ninguna de las mediciones correspondientes al 10% restante debe ser inferior a 0,9 x ECS nominal.
- 2.8 *Capa de imprimación*: primera capa del sistema de revestimiento que se aplica en el astillero tras la imprimación de taller.
- 2.9 *Imprimación de taller*: revestimiento consistente en una imprimación de prefabricación que se aplica a planchas de acero, con frecuencia en talleres automatizados (y antes de la primera capa del sistema de revestimiento).
- 2.10 *Revestimiento a franjas*: pintura de cantos, soldaduras, zonas de difícil acceso, etc., con objeto de garantizar la adherencia óptima de la pintura y un espesor adecuado de esta última en las zonas críticas.

2.11 *Horizonte de vida útil*: periodo, en años, para el que está proyectado el sistema de revestimiento.

2.12 *Hoja de datos técnicos*: hoja de datos del producto del fabricante de pinturas que contiene instrucciones técnicas e información pertinente para el revestimiento y su aplicación.

2.13 *Espacio totalmente cerrado*: espacio sin medios de acceso ni ventilación.

2.14 *Espacio vacío*: espacio cerrado por debajo de la cubierta de cierre, dentro y delante de la zona de la carga de los petroleros o de la zona longitudinal de la carga de los graneleros, a excepción de:

- .1 un tanque dedicado a lastre de agua de mar;
- .2 un espacio para el transporte de la carga;
- .3 un espacio para el almacenamiento de cualquier sustancia (por ejemplo, combustible líquido, agua dulce, provisiones);
- .4 un espacio para la instalación de cualquier máquina (por ejemplo, bomba de carga, bomba de lastre, impulsor lateral de proa);
- .5 cualquier espacio utilizado habitualmente por el personal; y
- .6 un espacio de doble forro en el costado de graneleros de eslora igual o superior a 150 m que cumpla con lo dispuesto en la Norma de rendimiento para los tanques dedicados a lastre de agua de mar de todos los tipos de buques y de los espacios del doble forro en el costado de los graneleros, adoptada mediante la resolución MSC.215(82).

A los efectos de la presente regla, la "zona de la carga" y la "zona longitudinal de la carga" son las definidas en la resolución A.744(18).

### **3 PRINCIPIOS GENERALES**

3.1 La capacidad del sistema de revestimiento para alcanzar su horizonte de vida útil depende del tipo de sistema, la preparación del acero, la aplicación y la inspección y el mantenimiento del revestimiento. Todos esos aspectos contribuyen al rendimiento correcto del sistema de revestimiento.

3.2 La inspección de la preparación de la superficie y los procesos de revestimiento se acordarán entre el propietario del buque, el astillero y el fabricante del revestimiento, y se presentarán a la Administración a efectos de examen. La prueba acreditativa de dichas inspecciones se notificará e incluirá en el expediente técnico del revestimiento (véase el punto 3.4).

3.3 Al examinar la Norma recogida en la sección 4, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- .1 es fundamental que el constructor del buque siga de forma rigurosa las especificaciones, los procedimientos y las distintas etapas del proceso de aplicación del revestimiento (incluida, entre otras, la preparación de la superficie), a fin de prevenir la descomposición y/o deterioro prematuros del sistema de revestimiento;
- .2 el rendimiento del revestimiento podrá mejorarse mediante la adopción, en la etapa de proyecto del buque, de medidas como las siguientes: reducir escotaduras, utilizar perfiles laminados, evitar configuraciones geométricas complejas y garantizar que la configuración estructural permita un acceso sencillo a las herramientas, facilitar la limpieza, el desagüe y el secado del espacio que va a revestirse; y
- .3 la Norma de rendimiento de los revestimientos incluida aquí se basa en la experiencia adquirida por los fabricantes, astilleros y armadores de buques; no tiene por objeto excluir sistemas de revestimiento alternativos adecuados y cuyo rendimiento sea al menos equivalente al especificado en la presente norma. En la sección 8 se incluyen criterios para la aceptación de sistemas alternativos.

### **3.4 Expediente técnico del revestimiento**

3.4.1 En el expediente técnico del revestimiento se incluirán las especificaciones del sistema de revestimiento aplicado a los espacios vacíos de graneleros y petroleros, así como el registro de la labor de revestimiento del astillero y del propietario del buque, junto con los criterios detallados para la selección del revestimiento, las especificaciones de la labor, la inspección, el mantenimiento y las reparaciones. El expediente técnico del revestimiento debe ser examinado por la Administración o una organización reconocida por ella.

#### **3.4.2 Etapa de nueva construcción**

El expediente técnico del revestimiento debe contener, como mínimo, los siguientes puntos relativos a la presente norma, y el astillero lo distribuirá en la etapa de nueva construcción del buque:

- .1 copia de la declaración de cumplimiento o del certificado de homologación;
- .2 copia de la hoja de datos técnicos, incluidos los siguientes:
  - .1 nombre del producto, marca y/o número de identificación;
  - .2 materiales, componentes y composición del sistema de revestimiento, colores;
  - .3 espesor mínimo y máximo de la capa seca;
  - .4 métodos de aplicación, instrumentos y/o máquinas;

- .5 estado de la superficie que va a revestirse (grado de desoxidación, pureza, perfil, etc.); y
- .6 restricciones ambientales (temperatura y humedad);
- .3 registros del astillero sobre la labor de aplicación del revestimiento, incluidos los siguientes aspectos:
  - .1 espacio y superficie (en metros cuadrados) reales de cada espacio vacío donde se ha llevado a cabo la aplicación;
  - .2 sistema de revestimiento aplicado;
  - .3 tiempo de aplicación del revestimiento, espesor, número de capas, etc.;
  - .4 condiciones ambientales durante el revestimiento; y
  - .5 método de preparación de la superficie;
- .4 procedimientos de inspección y reparación del sistema de revestimiento durante la construcción del buque;
- .5 diario del revestimiento facilitado por el inspector, en el que se indica que el revestimiento se aplicó de conformidad con las especificaciones y a satisfacción del representante del proveedor del revestimiento, así como las desviaciones específicas respecto a las especificaciones (véase el ejemplo de diario y de informe de incumplimiento en el anexo 2);
- .6 informe de inspección comprobado por el astillero, que incluye:
  - .1 fecha de ultimación de la inspección;
  - .2 resultado de la inspección;
  - .3 observaciones (si las hay);
  - .4 firma del inspector; y
- .7 procedimientos para el mantenimiento y la reparación en servicio del sistema de revestimiento.

### 3.4.3 Mantenimiento, reparación y renovación parcial del revestimiento

Las actividades relacionadas con el mantenimiento, la reparación y la renovación parcial del revestimiento se deben registrar en el expediente técnico del revestimiento, de conformidad con la sección pertinente de las Directrices para el mantenimiento y reparación de revestimientos<sup>1</sup>.

---

1 Directrices que elaborará la Organización.

### 3.4.4 Renovación del revestimiento

Si se lleva a cabo la renovación total del revestimiento, en el expediente técnico del revestimiento se registrarán los puntos especificados en 3.4.2.

3.4.5 El expediente técnico del revestimiento se debe conservar a bordo, y mantenerlo a lo largo de la vida del buque.

## 3.5 Salud y seguridad

El astillero es responsable de la implantación de los reglamentos nacionales para garantizar la salud y seguridad de las personas y reducir al mínimo el riesgo de incendio y explosión.

## 4 NORMA DE REVESTIMIENTO

### 4.1 Norma de rendimiento

La presente Norma se basa en las especificaciones y prescripciones destinadas a facilitar un horizonte de vida útil de 15 años, el cual, contado desde la aplicación inicial, se considera el tiempo durante el cual el sistema de revestimiento se conserva en "BUEN" estado. Sin embargo, la vida útil real dependerá de numerosas variables, incluidas las condiciones reales de servicio.

### 4.2 Aplicación normalizada

4.2.1 Los revestimientos protectores para los siguientes espacios vacíos deben cumplir lo prescrito en la presente norma:

- .1 en el caso de los graneleros:
  - .1 paso de tuberías/túnel de tuberías del doble fondo;
  - .2 espacios vacíos pequeños, situados detrás de los cartabones de unión o de las planchas inclinadas, en el fondo de los mamparos de la acanaladura, salvo los espacios totalmente cerrados;
  - .3 otros espacios vacíos pequeños en las bodegas de carga, salvo los espacios totalmente cerrados;
  - .4 polín transversal inferior de los mamparos transversales, salvo los espacios totalmente cerrados<sup>1</sup>;
  - .5 polín transversal superior de los mamparos transversales, salvo los espacios totalmente cerrados<sup>2</sup>; y

---

<sup>1</sup> Cabe tomar nota, entre otras cosas, de las disposiciones obligatorias de la resolución A.744(18), enmendada, relativas a la prescripción de llevar a cabo reconocimientos minuciosos de la estructura interna de los polines superiores e inferiores si los hay.

- .2 en el caso de los petroleros:
  - .1 coferdán de proa/coferdanes que separan la carga del pique de proa;
  - .2 coferdán en la zona de carga/coferdanes que separan cargas incompatibles;
  - .3 coferdán de popa;
  - .4 quilla de cajón/túnel de tuberías;
  - .5 polines de mamparos inferiores; y
  - .6 polines de mamparos superiores.

4.2.2 Los revestimientos protectores para los siguientes espacios vacíos deben cumplir lo dispuesto en la Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los tanques dedicados a agua de lastre de mar de todos los tipos de buques y los espacios del doble forro en el costado de los graneleros (resolución MSC.215(82)):

- .1 en el caso de los graneleros:
  - .1 los espacios del doble forro en el costado, en buques de eslora inferior a 150 m; y
  - .2 los espacios vacíos superiores e inferiores en el costado y los espacios vacíos del doble fondo en la zona de carga; y
- .2 en el caso de los petroleros:
  - .1 los espacios vacíos del doble forro en el costado, incluidos los costados, y los fondos/espacios vacíos del doble casco que protegen los tanques de carga de hidrocarburos.

4.2.3 La presente norma no establece ninguna prescripción para los revestimientos protectores de los siguientes espacios vacíos en graneleros y petroleros:

- .1 los espacios totalmente cerrados, situados detrás de los cartabones de unión o de las planchas inclinadas, en el fondo de los mamparos de la acanaladura y otros espacios totalmente cerrados pequeños en los tanques de carga;
- .2 el polín transversal inferior de los mamparos transversales que sean espacios totalmente cerrados;
- .3 el polín transversal superior de los mamparos transversales que sean espacios totalmente cerrados;
- .4 los espacios vacíos con transductor; y

- .5 cualquier otro espacio que no se haya mencionado específicamente en los párrafos 4.2.1 y 4.2.2.

### **4.3 Aplicación especial**

4.3.1 La presente Norma abarca las prescripciones sobre revestimientos protectores para la estructura de acero del buque. Conviene observar que se instalan otros elementos independientes en los tanques a los que se aplican los revestimientos para protegerlos contra la corrosión.

4.3.2 Se recomienda aplicar la presente Norma, en la medida de lo posible, a los elementos de los medios de acceso permanentes previstos para las inspecciones y que no estén integrados en la estructura del buque, tales como largueros, plataformas independientes, escalas, etc. También pueden utilizarse otros métodos equivalentes de protección contra la corrosión para los elementos no integrados, siempre que no afecten al rendimiento de los revestimientos de la estructura circundante. Los medios de acceso que estén integrados en la estructura del buque, tales como los refuerzos con una altura mayor para pasarelas, gualderas, etc., deben cumplir plenamente lo estipulado en la presente Norma.

4.3.3 También se recomienda revestir los soportes de las tuberías, dispositivos de medición, etc., con arreglo a lo dispuesto para los elementos no integrados que se indican en el párrafo 4.3.2.

### **4.4 Prescripciones básicas sobre los revestimientos**

4.4.1 En el cuadro 1 se enumeran las prescripciones para los sistemas de revestimientos protectores que deben aplicarse en la etapa de construcción del buque a los espacios vacíos de graneleros y petroleros que cumplan la norma de rendimiento especificada en el párrafo 4.1.

4.4.2 Los fabricantes del revestimiento facilitarán una especificación del sistema de revestimientos protectores para satisfacer lo prescrito en el cuadro 1.

4.4.3 La Administración o una organización reconocida por ella comprobarán la hoja de datos técnicos y la declaración de cumplimiento o el certificado de homologación para el sistema de revestimientos protectores.

4.4.4 El astillero aplicará el revestimiento protector de conformidad con la hoja de datos técnicos comprobada y con sus propios procedimientos de aplicación verificados.

**Cuadro 1 – Prescripciones básicas sobre el sistema de revestimiento de los espacios vacíos de graneleros y petroleros**

	<b>Características</b>	<b>Prescripción</b>
<b>.1 Proyecto del sistema de revestimiento</b>		
.1	Selección del sistema de revestimiento	<p>Las partes interesadas examinarán la selección del sistema de revestimiento en lo que respecta a las condiciones de servicio y el mantenimiento previsto. Deberán tenerse en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 la ubicación del espacio con respecto a las superficies calientes;</li> <li>.2 las condiciones requeridas para la superficie;</li> <li>.3 la limpieza y el secado requeridos para la superficie;</li> <li>.4 la humedad relativa;</li> <li>.5 el acceso y el mantenimiento; y</li> <li>.6 la ventilación mecánica.</li> </ul> <p>Los fabricantes de revestimientos deben ofrecer productos con un historial de rendimiento y unas hojas de datos técnicos debidamente documentados, y estar en condiciones de prestar un asesoramiento técnico adecuado. El historial de rendimiento, las hojas de datos técnicos y el asesoramiento técnico (en el caso de que se preste) se registrarán en el expediente técnico del revestimiento.</p> <p>Los revestimientos que se apliquen debajo de cubiertas calentadas por el sol o en mamparos que limiten espacios calientes deben poder resistir el calentamiento y/o enfriamiento repetidos sin resquebrajarse.</p>
.2	Tipo de revestimiento	<p>Sistemas de base epoxídica.</p> <p>Otros sistemas de revestimiento con un rendimiento conforme al procedimiento de ensayo del anexo 1.</p> <p>Cuando se aplique un sistema de varias capas, es recomendable que los colores de éstas contrasten entre sí.</p> <p>La capa superior deberá ser de un color claro, a fin de facilitar la inspección durante el servicio.</p>

	<b>Características</b>	<b>Prescripción</b>
.3	Ensayo de aceptación preliminar del revestimiento	<p>Se podrán aceptar sistemas de base epoxídica sometidos a ensayo en un laboratorio antes de la adopción de la presente norma, utilizando un método que se corresponda con el procedimiento de ensayo del anexo 1 o equivalente, y que como mínimo cumpla las prescripciones relativas al óxido y las ampollas;</p> <p>o se acepta y puede aplicarse de conformidad con la presente norma todo sistema de revestimiento que cumpla lo prescrito en el cuadro 1.1.3 de la Norma de rendimiento de los revestimientos protectores de los tanques dedicados a lastre de agua de mar de todos los tipos de buques y los espacios del doble forro en el costado de los graneleros (resolución MSC.215(82));</p> <p>o también se podrán aceptar sistemas que demuestren, mediante pruebas documentales, una exposición sobre el terreno de cinco años en la que el estado final del revestimiento no sea inferior a "BUENO".</p> <p>Para todos los demás sistemas, incluidos los sistemas de base epoxídica sometidos a ensayo después de la adopción de la presente norma, debe exigirse el ensayo conforme al procedimiento del anexo 1 de la presente norma.</p>
.4	Especificación de la labor	<p>Debe haber como mínimo una capa a franjas y una capa por aspersión. La capa a franjas solo se aplicará en cantos libres recortados térmicamente y orificios pequeños.</p> <p>Los contaminantes de la superficie, tales como el óxido, la grasa, el polvo, la sal, los hidrocarburos, etc. han de eliminarse antes de aplicar la pintura con un método adecuado, con arreglo a la recomendación del fabricante de dicha pintura. Se eliminarán las inclusiones abrasivas que estén incrustadas en el revestimiento. En las especificaciones de la labor se incluirán los tiempos de secado hasta la renovación del revestimiento y el tiempo de utilización que indique el fabricante.</p>
.5	ECS nominal (espesor nominal total de capa seca) <sup>1</sup>	<p>ECS nominal de 200 µm con la regla 90/10 para los revestimientos de base epoxídica; para otros sistemas, según las especificaciones del fabricante.</p> <p>Espesor máximo total de la capa seca de conformidad con las especificaciones detalladas del fabricante.</p> <p>Se debe evitar que el espesor aumente de manera exagerada. El espesor de la capa húmeda se comprobará periódicamente durante la aplicación.</p> <p>Los diluyentes se limitarán a los tipos y cantidades recomendados por el fabricante.</p>

<sup>1</sup> Tipo de medidor y calibración según la norma SSPC-PA2:2004. Especificación para la aplicación de pintura N° 2.

	Características	Prescripción
<b>.2 Preparación primaria de la superficie (PSP)</b>		
.1	Limpieza con chorro y perfil <sup>1,2</sup>	<p>Sa 2½, con perfiles comprendidos entre 30 y 75 µm.</p> <p>La limpieza con chorro no se efectuará cuando:</p> <p>.1 la humedad relativa es superior al 85%; o</p> <p>.2 la temperatura superficial del acero se encuentra a menos de 3 °C por encima del punto de condensación.</p> <p>La comprobación del perfil de limpieza y rugosidad de la superficie de acero debe llevarse a cabo al concluir la preparación de la superficie y antes de aplicar la imprimación, de conformidad con las recomendaciones del fabricante.</p>
.2	Límite de sal soluble en agua equivalente a NaCl <sup>3</sup>	≤ 50 mg/m <sup>2</sup> de cloruro sódico.
.3	Imprimación de taller	<p>Cinc que contiene una base de silicato de cinc sin inhibidores o equivalente.</p> <p>El fabricante del revestimiento confirmará su compatibilidad con el sistema de revestimiento principal.</p>
<b>.3 Preparación secundaria de la superficie</b>		
.1	Condición del acero	<p>La superficie de acero debe prepararse de manera que el revestimiento seleccionado presente una distribución uniforme para el ECS nominal prescrito y una adherencia adecuada mediante la supresión de los cantos puntiagudos, el rectificado de los cordones de soldadura y la eliminación de las salpicaduras de soldadura y de cualquier otro contaminante de la superficie<sup>4</sup>.</p> <p>Antes de que se pinten, los cantos han de ser lisos, y se someterán a una pasada de rectificado o al menos a un proceso equivalente<sup>5</sup>.</p>

1 Norma de referencia: ISO 8501-1:1988/Suppl:1994. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness.*

2 Norma de referencia: ISO 8503-1/2:1988. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates.*

3 La conductividad se medirá de conformidad con la norma ISO 8502-9:1998. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Test for the assessment of surface cleanliness.*

4 Norma de referencia: ISO 8501-3:2001 (grado P1). *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness.*

5 Norma de referencia: ISO 8501-3:2001 (grado P2). *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness.*

	<b>Características</b>	<b>Prescripción</b>
.2	Tratamiento de la superficie <sup>4</sup>	<p>Para la imprimación de taller dañada:</p> <p>Sa o St 3 para la imprimación de taller y las soldaduras dañadas;</p> <p>Para la imprimación de taller intacta:</p> <p>Sa 2, eliminando por lo menos el 70% de la imprimación de taller intacta que no haya superado el proceso de aceptación preliminar con arreglo a los procedimientos de ensayo que figuran en el cuadro 1.1.3.</p> <p>Si el sistema de revestimiento completo, que comprenda una capa principal de base epoxídica y una imprimación de taller, ha superado el proceso de aceptación preliminar con arreglo a los procedimientos de ensayo que figuran en el cuadro 1.1.3, la imprimación de taller intacta podrá conservarse siempre que se utilice el mismo sistema de revestimiento de base epoxídica. La imprimación de taller conservada deberá someterse a barrido con chorro, lavado con agua a alta presión u otros métodos, siguiendo las recomendaciones del fabricante.</p> <p>Si una imprimación de taller de silicato de cinc ha superado el ensayo de aceptación preliminar indicado en el cuadro 1.1.3 como parte de un sistema de revestimiento de base epoxídica, podrá utilizarse junto con otros revestimientos de este tipo homologados de acuerdo con el cuadro 1.1.3, siempre que el fabricante haya confirmado la compatibilidad mediante ensayo de conformidad con lo prescrito en el párrafo 1.7 del apéndice 1 del anexo 1 de la Norma de rendimiento de los revestimientos protectores para los tanques dedicados a lastre de agua de mar de todos los tipos de buques y de los espacios del doble forro en el costado de los graneleros, sin movimiento de olas.</p>
.3	Tratamiento de la superficie tras el montaje <sup>4</sup>	<p>St 3 o mejor, o Sa 2 cuando sea posible en topes y daños.</p> <p>El revestimiento de la superposición debe biselarse.</p>
.4	Prescripciones sobre el perfil <sup>5</sup>	En caso de limpieza con chorro total o parcial, 30-75 µm; en caso contrario, según las recomendaciones del fabricante del revestimiento.
.5	Polvo <sup>1</sup>	Clasificación de la cantidad de polvo "2" para el calibre de polvo "3", "4" y "5".

4 Norma de referencia: ISO 8501-1:1988/Suppl:1994. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness.*

5 Norma de referencia: ISO 8503-1/2:1988. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates.*

1 Norma de referencia: ISO 8502-3:1993. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Test for the assessment of surface cleanliness.*

	<b>Características</b>	<b>Prescripción</b>
.6	Límite de sales solubles en agua equivalente a NaCl tras la limpieza con chorro/rectificado <sup>6</sup>	≤ 100 mg/m <sup>2</sup> de cloruro sódico.
.7	Contaminación por hidrocarburos	No hay contaminación por hidrocarburos
.4 <i>Varios</i>		
.1	Ventilación	<i>Es necesaria una ventilación adecuada para el secado y curado correctos del revestimiento. La ventilación deberá mantenerse a lo largo del proceso de aplicación y durante un periodo posterior a este último, según recomiende el fabricante del revestimiento.</i>
.2	Condiciones ambientales	<i>El revestimiento se aplicará en condiciones superficiales y de humedad controladas, de conformidad con las especificaciones del fabricante. Además, el revestimiento no se aplicará cuando:</i>  .1 la humedad relativa es superior al 85%; o .2 la temperatura superficial se encuentra a menos de 3 °C por encima del punto de condensación.
.3	Ensayos con el revestimiento <sup>3</sup>	Deberán evitarse los ensayos destructivos.  El espesor de la capa seca se medirá después de cada capa a efectos de control de calidad, y el espesor total de la capa seca se confirmará tras completar la última capa, utilizando medidores del espesor adecuados.
.4	Reparaciones	Deben marcarse las zonas defectuosas tales como orificios, burbujas, huecos, etc., y realizarse las reparaciones oportunas. Todas esas reparaciones volverán a comprobarse y se documentarán.

## 5 APROBACIÓN DEL SISTEMA DE REVESTIMIENTO

Se registrarán los resultados de los ensayos de aceptación preliminar (cuadro 1.1.3) del sistema de revestimiento, y se expedirá una declaración de cumplimiento o un certificado de homologación si una tercera parte, independiente del fabricante del revestimiento, los considera satisfactorios.

6 La conductividad se medirá de conformidad con la norma ISO 8502-9:1998. *Preparation of steel substrate before application of paints and related products – Test for the assessment of surface cleanliness.*

3 Tipo de medidor y calibración según la norma SSPC-PA2:2004. Especificación para la aplicación de pintura N° 2.

## 6 PRESCRIPCIONES SOBRE LA INSPECCIÓN DEL REVESTIMIENTO

### 6.1 Generalidades

6.1.1 Para garantizar el cumplimiento de la presente norma, los inspectores de revestimientos, que cuenten con el certificado de inspector del nivel 2 de NACE, el certificado de inspector de nivel III de FROSIO u otro equivalente, verificado por la Administración<sup>1</sup>, deben llevar a cabo las siguientes actividades.

6.1.2 Los inspectores de revestimientos inspeccionarán la preparación de la superficie y la aplicación del revestimiento durante el proceso de revestimiento y, como mínimo, los elementos enumerados en la sección 6.2 a fin de garantizar el cumplimiento de la presente norma. Se prestará especial atención al iniciarse cada una de las etapas de la preparación de la superficie y de la aplicación del revestimiento, dado que los trabajos deficientes son muy difíciles de corregir conforme avanza el proceso de revestimiento. Los miembros estructurales representativos deben examinarse de forma no destructiva para determinar el espesor del revestimiento. El inspector verificará que se han tomado las medidas colectivas adecuadas.

6.1.3 El inspector debe registrar los resultados de la inspección, y éstos se incluirán en el expediente técnico del revestimiento (véase el anexo 2, Ejemplo de diario y de informe de incumplimiento).

### 6.2 Elementos de inspección

Etapas de construcción		Elementos de inspección
Preparación primaria de la superficie	1	La temperatura superficial del acero, la humedad relativa y el punto de condensación se medirán y registrarán antes de que empiece el proceso de limpieza con chorro y cuando se produzcan cambios meteorológicos repentinos.
	2	La superficie de las placas de acero se someterá a ensayo para detectar sales solubles, hidrocarburos, grasa y otro tipo de contaminación.
	3	La limpieza de la superficie de acero se comprobará en el proceso de aplicación de la imprimación de taller.
	4	Se confirmará que el material de la imprimación de taller satisface las prescripciones del apartado 2.3 del cuadro 1.
Espesor		Si se ha declarado la compatibilidad con el sistema de revestimiento principal, habrá que confirmar que el espesor y el curado de la imprimación de taller de silicato de cinc se ajustan a los valores especificados.

<sup>1</sup> De conformidad con lo dispuesto en la regla I/6 del Convenio SOLAS, a efectos de la presente Norma la Administración podrá confiar a una organización reconocida que actúe en su nombre la tarea de determinar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

<b>Etapas de construcción</b>		<b>Elementos de inspección</b>
Ensamblaje de bloques	1	Se realizará una inspección visual del tratamiento de la superficie de acero, incluidos los cantos, una vez terminada la construcción del bloque y antes de que empiece la preparación secundaria de la superficie.  Debe eliminarse cualquier contaminación visible por hidrocarburos, grasa o sustancias de otro tipo.
	2	Se realizará una inspección visual de la superficie preparada tras los procedimientos de limpieza con chorro/rectificado/limpieza general y antes de aplicar el revestimiento.  Cuando concluyan la limpieza general y con chorro y antes de que se aplique la primera capa del sistema, se someterá a prueba la superficie de acero para detectar los niveles de sales solubles que quedan en al menos un punto por bloque.
	3	La temperatura de la superficie, la humedad relativa y el punto de condensación se controlarán y registrarán durante la aplicación y el curado del revestimiento.
	4	Se llevará a cabo la inspección de las etapas del proceso de aplicación del revestimiento que se indica en el cuadro 1.
	5	Se realizarán mediciones suficientes del ECS para demostrar que el revestimiento se ha aplicado con arreglo al espesor especificado y según se expone en el anexo 3.
Montaje	1	Se llevará a cabo la inspección visual de la condición de la superficie del acero y la preparación de la superficie, verificando su conformidad con otras prescripciones establecidas en el cuadro 1 y con la especificación acordada.
	2	La temperatura de la superficie, la humedad relativa y el punto de condensación se medirán y registrarán antes de que se inicie el proceso de revestimiento y con regularidad durante este último.
	3	Debe llevarse a cabo la inspección de las etapas del proceso de aplicación del revestimiento que se menciona en el cuadro 1.

## 7 PRESCRIPCIONES SOBRE LA VERIFICACIÓN

La Administración debe llevar a cabo las siguientes tareas antes de proceder al examen del expediente técnico del revestimiento respecto del buque regido por la presente Norma:

- .1 comprobar que la hoja de datos técnicos y la declaración de cumplimiento o el certificado de homologación satisfacen la norma;
- .2 comprobar que la identificación del revestimiento en contenedores representativos se corresponde con el revestimiento identificado en la hoja de datos técnicos y en la declaración de cumplimiento o en el certificado de homologación;

- .3 comprobar que el inspector está cualificado de conformidad con las normas de competencia indicadas en el párrafo 6.1.1;
- .4 comprobar que los informes del inspector sobre la preparación de la superficie y la aplicación del revestimiento dan cuenta del cumplimiento de lo establecido en la hoja de datos técnicos y la declaración de cumplimiento del fabricante o en el certificado de homologación; y
- .5 supervisar la implantación de las prescripciones sobre la inspección del revestimiento.

## **8 SISTEMAS ALTERNATIVOS**

8.1 Todos los sistemas que no sean sistemas de base epoxídica aplicados con arreglo al cuadro 1 de la presente Norma se consideran sistemas alternativos.

8.2 La presente norma se basa en sistemas de revestimiento reconocidos y utilizados habitualmente. Su objeto no es excluir otros sistemas alternativos de rendimiento equivalente demostrado (por ejemplo, los sistemas de base no epoxídica).

8.3 La aceptación de sistemas alternativos dependerá de la existencia de una prueba documental que demuestre que dichos sistemas garantizan un rendimiento, en lo que a la prevención de la corrosión se refiere, al menos equivalente al especificado en la presente norma.

8.4 Como mínimo, la prueba documental debe incluir un rendimiento satisfactorio correspondiente al de un sistema de revestimiento que se ajuste a la norma descrita en la sección 4, un horizonte de vida útil de 15 años en la exposición real sobre el terreno durante cinco años con un estado final del revestimiento no inferior a "BUENO", o ensayos de laboratorio. Dichos ensayos de laboratorio se realizarán de acuerdo con el procedimiento de ensayo que se indica en el anexo 1 de la presente Norma.

## ANEXO 1

### PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS REVESTIMIENTOS DE LOS ESPACIOS VACÍOS DE GRANELEROS Y PETROLEROS

#### **1      Ámbito de aplicación**

Se exponen aquí los detalles del procedimiento de ensayo a que se hace referencia en la sección 4, cuadro 1, apartados .1.2 y .1.3, y en el párrafo 8.3 de la presente Norma.

#### **2      Definición**

*Especificación del revestimiento:* especificación de los sistemas de revestimiento que incluye el tipo de sistema de revestimiento, la preparación del acero, la preparación de la superficie, la limpieza de la superficie, las condiciones ambientales, el procedimiento de aplicación, los criterios de aceptación y la inspección.

#### **3      Ensayos**

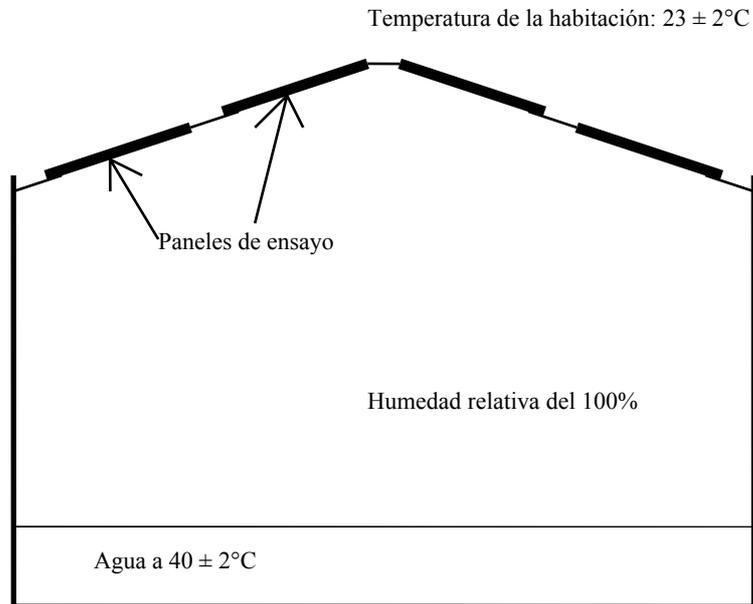
La especificación del revestimiento debe comprobarse mediante un ensayo en una cámara de condensación, de conformidad con los procedimientos especificados en la presente sección.

##### **3.1    Condiciones del ensayo**

El ensayo en la cámara de condensación debe realizarse de conformidad con lo estipulado en la norma ISO 6270.

- .1      El tiempo de exposición es de 30 días.
- .2      Debe haber tres paneles de ensayo.
- .3      El tamaño de cada uno de los paneles de ensayo ha de ser de 150 mm x 150 mm x 3 mm. Todos los paneles se deben tratar con arreglo a lo indicado en los cuadros 1, 2 y 3 de la norma de rendimiento y el sistema de revestimiento se aplicará con arreglo a lo indicado en los cuadros 1.1.4 y 1.1.5. En la primera etapa se expondrán a la intemperie durante dos meses como mínimo dos de los paneles y se limpiarán mediante lavado a baja presión u otro método suave. No debe utilizarse el barrido con chorro, el lavado a alta presión ni otros métodos destinados a eliminar la imprimación. Deberá eliminarse la imprimación de la tercera plancha hasta el grado St 3 antes de aplicar la capa superior. En lo que respecta a la duración y al método de exposición a la intemperie se tendrá en cuenta que la imprimación constituye un aspecto fundamental para un sistema con un horizonte de vida útil de 15 años. Con el fin de fomentar la innovación, podrán utilizarse otras formas de preparación, sistemas de revestimiento y espesores de la capa seca siempre que estén claramente definidos.

- .4 El revés de la pieza de ensayo se pintará de forma adecuada, de modo que no afecte a los resultados.



**Figura 1: Cámara de condensación**

### 3.2 Resultados del ensayo

3.2.1 Antes del ensayo, se notificarán los datos medidos del sistema de revestimiento que se indican a continuación:

- .1 identificación infrarroja (IR) de la base y componentes endurecedores del revestimiento;
- .2 gravedad específica<sup>1</sup> de la base y componentes endurecedores de la pintura; y
- .3 número de orificios, detector de voltaje bajo a 90 V.

3.2.2 Tras el ensayo, se notificarán los datos medidos que se indican a continuación:

- .1 ampollas y óxido<sup>2</sup>;
- .2 espesor de la capa seca (ECS) (uso de un calibrador);

1 De conformidad con la norma ISO 2811-74.

2 De conformidad con las normas ISO 4628/2 e ISO 4628/3.

- .3 valor de adherencia<sup>1</sup>;
- .4 flexibilidad<sup>2</sup> modificada de acuerdo con el espesor del panel (acero de 3 mm, revestimiento de 300 µm, mandril cilíndrico de 150 mm que proporciona una elongación del 2%) a título informativo<sup>14</sup>.

### 3.3 Criterios de aceptación

3.3.1 Los resultados del ensayo basados en la sección 2 deben cumplir los criterios siguientes.

Elemento	Criterios de aceptación para sistemas de base epoxídica aplicados según el cuadro 1 de la presente norma	Criterios de aceptación para sistemas alternativos
Ampollas en el panel	Sin ampollas	Sin ampollas
Óxido en el panel	Ri 0 (0%)	Ri 0 (0%)
Número de orificios	0	0
Fallo adhesivo	> 3,5 MPa  Fallo adhesivo entre el sustrato y el revestimiento o entre las capas para el 60% o más de las zonas	> 5 MPa  Fallo adhesivo entre el sustrato y el revestimiento o entre las capas para el 60% o más de las zonas
Fallo de cohesión	> 3 MPa  Fallo de cohesión del revestimiento para el 40% o más de la zona	> 5 MPa  Fallo de cohesión del revestimiento para el 40% o más de la zona

3.3.2 Los sistemas de base epoxídica sometidos a ensayo antes de la fecha de adopción de la presente norma sólo deben cumplir los criterios relativos a las ampollas y al óxido que se indican en el cuadro *supra*.

3.3.3 Los sistemas de base epoxídica sometidos a ensayo que se apliquen de conformidad con el cuadro 1 de la presente norma deben cumplir los criterios relativos a los sistemas de base epoxídica que se indican en el cuadro *supra*.

3.3.4 Los sistemas alternativos que no sean necesariamente de base epoxídica y/o no se apliquen necesariamente según el cuadro 1 de la presente norma deberán cumplir los criterios relativos a los sistemas alternativos que se indican en el cuadro *supra*.

1 De conformidad con la norma ISO 4624.

2 De conformidad con la norma ASTM D4145.

### 3.4 Informe sobre el ensayo

El informe sobre el ensayo debe incluir los datos siguientes:

- .1 nombre del fabricante;
- .2 fecha del ensayo;
- .3 nombre/identificación del producto, tanto de la pintura como de la imprimación;
- .4 número de lote;
- .5 datos de la preparación de la superficie de los paneles de acero, incluidos los siguientes:
  - .1 tratamiento de la superficie;
  - .2 límite de sales solubles en agua;
  - .3 polvo; y
  - .4 inclusiones abrasivas;
- .6 datos de la aplicación del sistema de revestimiento, incluidos los siguientes:
  - .1 imprimación de taller;
  - .2 número de capas;
  - .3 intervalo de renovación del revestimiento<sup>1</sup>;
  - .4 espesor de la capa seca (ECS) antes del ensayo<sup>15</sup>;
  - .5 diluyente<sup>15</sup>;
  - .6 humedad<sup>15</sup>;
  - .7 temperatura del aire<sup>15</sup>; y
  - .8 temperatura del acero;
- .7 resultados del ensayo, de acuerdo con la sección 2; y
- .8 dictamen, de acuerdo con la sección 3.

---

1 Tanto los datos de las muestras reales como de la prescripción/recomendación del fabricante.

ANEXO 2

EJEMPLO DE DIARIO Y DE INFORME DE INCUMPLIMIENTO

DIARIO

Página N°:

<b>Buque</b>		<b>Espacio vacío:</b>			<b>Base de datos:</b>				
<b>Parte de la estructura:</b>									
<b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>									
<b>Método:</b>					<b>Superficie (m<sup>2</sup>):</b>				
<b>Abrasivo:</b>					<b>Tamaño de grano:</b>				
<b>Temp. de la superficie:</b>					<b>Temp. del aire:</b>				
<b>Humedad relativa (máx.):</b>					<b>Punto de condensación:</b>				
<b>Nivel alcanzado:</b>									
<b>Redondeo de cantos:</b>									
<b>Observaciones:</b>									
<b>N° de trabajo:</b>			<b>Fecha:</b>			<b>Firma:</b>			
<b>APLICACIÓN DEL REVESTIMIENTO</b>									
<b>Método:</b>									
N° de capa	Sistema	N° de lote	Fecha	Temp. del aire	Temp. de la superficie	Humedad relativa %	Punto de condensación	Medición del ECS*	Especificaciones
* ECS medida mín. y máx. Los valores de ECS se adjuntarán al diario.									
<b>Observaciones:</b>									
<b>N° de trabajo:</b>				<b>Fecha:</b>			<b>Firma:</b>		

**INFORME DE INCUMPLIMIENTO**

**Página N°:**

<b>Buque:</b>	<b>Espacio vacío:</b> <b>Base de datos:</b>
<b>Parte de la estructura:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN CORRECTIVA DE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN</b>	
<b>Descripción de los resultados:</b>	
<b>Documento de referencia (diario):</b>	
<b>Medidas adoptadas:</b>	
<b>N° de trabajo:</b>	<b>Fecha:</b> <b>Firma:</b>

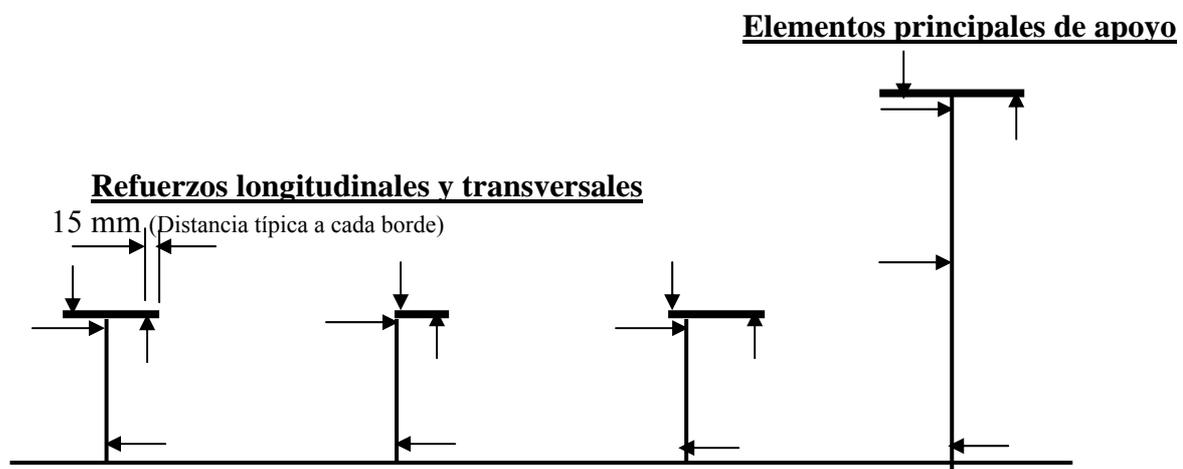
### ANEXO 3

#### MEDICIONES DEL ESPESOR DE LA CAPA SECA (ECS)

Se debe verificar el espesor de ECS en los siguientes puntos de control:

- .1 una lectura del medidor por cada 5 m<sup>2</sup> de superficie lisa;
- .2 una lectura del medidor a intervalos de 2 a 3 metros, lo más cerca posible del contorno de los tanques pero no a más de 15 mm de los bordes de dicho contorno;
- .3 refuerzos longitudinales y transversales:

Una serie de lecturas del medidor, tal como se indica *infra*, a intervalos de 2 ó 3 metros y al menos dos series de lecturas entre los elementos principales de apoyo.



**Figura 2**

**Nota:** Las flechas del diagrama indican zonas críticas y se entiende que se refieren a ambos lados.

- .4 tres lecturas del medidor para cada una de las series de los elementos principales de apoyo y dos lecturas del medidor para cada una de las series de los elementos restantes, tal como indican las flechas del diagrama;
- .5 elementos principales de apoyo (longitudinales y transversales): una serie de lecturas del medidor a intervalos de 2 a 3 metros, según se ilustra en la figura 3 anterior, debiendo efectuarse como mínimo tres series de lecturas;
- .6 alrededor de las aberturas: una lectura del medidor a cada lado de las mismas;
- .7 cinco lecturas del medidor por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aunque en las zonas complejas (por ejemplo, en los grandes cartabones de los elementos principales de apoyo) deben efectuarse como mínimo tres lecturas del medidor; y
- .8 se efectuarán comprobaciones aleatorias adicionales para verificar el espesor del revestimiento en toda zona que el inspector del revestimiento considere necesaria.

\*\*\*