

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 1514: 2010  
(Publicada por la ISO en 2004)

---

**PINTURAS Y BARNICES — PROBETAS NORMALIZADAS DE  
ENSAYO  
(ISO 1514:2004, IDT)**

Paints and varnishes — Standard panels for testing

---

ICS: 87.040

1. Edición      Mayo 2010  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

## NC-ISO 1514: 2010

### Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

#### Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización designado NC/CTN 41 de Pinturas y Barnices, integrado por representantes de las siguientes entidades:

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Centro de Ingeniería e Investigaciones Química    | GEIQ                                |
| Empresa de Pinturas Vitral                        | Ministerio del Transporte           |
| Ministerio de la Industria Alimenticia            | FERCIMEX S.A.                       |
| Ministerio del Comercio Exterior                  | ABATUR S.A.                         |
| Ministerio de la Industria Sideromecánica         | ENSUNA S.A.                         |
| Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias | Oficina Nacional de Normalización   |
| Ministerio de la Industria Ligera                 | Ministerio de la Industria Básica   |
| Corporación CIMEX S.A.                            | Ministerio de la Industria Pesquera |

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma Internacional ISO 1514:2004 *Paints and varnishes. Standard panels for testing*.

### © NC, 2010

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## 0 Introducción

Para muchos, de los métodos de ensayo más empleados para pinturas y barnices, el tipo de probeta utilizado y la forma particular de preparación para el uso, pueden afectar de manera significativa los resultados del ensayo. En consecuencia, es importante normalizar, tan cuidadosamente como sea posible, tanto las probetas como los procedimientos de preparación de superficie antes de pintar. Así mismo, es recomendable reducir al mínimo el número de “probetas normalizadas” diferentes requerido en un laboratorio de ensayos de pinturas.

No es posible incluir en la norma todos los tipos de probetas y preparaciones necesarios para el ensayo de pinturas; para seleccionar los que se describen en esta norma, se han distinguido tres situaciones diferentes.

La primera situación se presenta cuando la pintura, barniz u otro producto se ensaya de acuerdo con una aplicación industrial particular. Lo más conveniente es realizar este ensayo sobre una probeta o sustrato que se corresponda, lo más estrechamente posible (en cuanto a la naturaleza del material, procedimiento de limpieza y preparación posterior de la superficie, tal como chorreado abrasivo o pretratamiento químico), a la aplicación industrial en cuestión. En tales casos, las únicas indicaciones necesarias que deben especificarse para la probeta son:

- a) Que las partes interesadas deberían llegar a un acuerdo previo acerca de los detalles de los materiales y procedimientos a seguir para la preparación del sustrato; y
- b) que estos detalles deberían ser indicados en el informe de ensayo.

La segunda situación se presenta cuando el método de ensayo requiere, para su realización, una probeta específica y especialmente preparada; por ejemplo, para la medida del brillo, puede ser necesario emplear una probeta óptimamente plana. En estos casos, la naturaleza del sustrato, así como el procedimiento de preparación, deberían especificarse detalladamente en el método de ensayo.

La tercera situación se presenta cuando ninguna de las anteriores es aplicable. En tal caso, el producto debe ser ensayado sobre una superficie objeto de acuerdo previo y que permita una buena reproducibilidad. Es aconsejable utilizar un material disponible, en general, en cantidad normalizada y que puede ser limpiado convenientemente o preparado de cualquier otra forma para conseguir una superficie apropiada. El hecho de no obtener necesariamente el mismo tipo de superficie sobre la que el producto será aplicado en su utilización real, no es de gran importancia.

Esta norma se ajusta a la tercera de las situaciones definidas. En ella se establecen procedimientos de preparación de conocida reproducibilidad y se aportan indicaciones adicionales en aquellos casos donde la falta de uniformidad entre diversos procedimientos internacionales pudieran crear dudas.

**ADVERTENCIA** – Esta norma especifica el uso de productos químicos, incluido el cromo hexavalente, y aparatos que pueden entrañar riesgos para la salud y la seguridad. Esta norma no aborda todos los problemas asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer, antes de su uso, prácticas apropiadas de higiene y de seguridad y determinar la aplicabilidad dentro de las restricciones reglamentarias.

**PINTURAS Y BARNICES — PROBETAS NORMALIZADAS DE ENSAYO****1 Objeto**

Esta Norma especifica diversos tipos de probetas normalizadas y describe procedimientos para su preparación antes de pintar. Estas probetas normalizadas se emplean en métodos de ensayo generales para pinturas, barnices y productos relacionados.

Se especifican los siguientes tipos de probetas:

- a) probetas de acero, preparadas por:
  - limpieza con disolvente,
  - limpieza empleando productos diluibles en agua,
  - abrasión (lijado),
  - tratamiento con fosfatos,
  - chorreado (solamente recomendaciones);
- b) probetas de hojalata, preparadas por:
  - limpieza con disolvente,
  - limpieza empleando productos diluibles en agua,
  - abrasión (lijado);
- c) probetas cincadas, preparadas por:
  - limpieza con disolvente,
  - limpieza empleando productos diluibles en agua,
  - abrasión (lijado),
  - tratamiento químico;
- d) probetas de aluminio, preparadas por:
  - limpieza con disolvente,
  - limpieza empleando productos diluibles en agua,
  - abrasión (lijado),
  - tratamiento de conversión química a cromato;
- e) probetas de vidrio, preparadas por:
  - limpieza con disolvente,
  - limpieza con detergente;
- f) probetas de aglomerado de madera;
- g) probetas de yeso empapelado;
- h) probetas de cemento reforzado con fibras.

NOTA – Por acuerdo entre las partes interesadas, se pueden emplear probetas obtenidas de otros materiales, y preparadas mediante otros procedimientos, cuando así se especifique para el producto a ensayar.

**2 Normas para consulta**

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 209-1:1989 – Aluminio y aleaciones para forja. Composición química y forma de productos. Parte 1: Composición química.

ISO 2695 – Tableros de fibras. Tableros duros y semiduros para usos generales. Especificaciones de calidad. Aspecto, tolerancias de forma y dimensionales.

ISO 2696 – Tableros de fibras. Tableros duros y semiduros para usos generales. Especificaciones de calidad. Absorción de agua e hinchamiento en espesor.

ISO 3574 – Placas de acero al carbono laminado en frío de calidades comerciales y para embutición.

ISO 3696:1987 – Agua para uso de análisis de laboratorio. Especificaciones y métodos de ensayo.

ISO 8336 – Placas planas de fibrocemento.

ISO 11494 – Hojalata electrolítica laminada en frío.

### 3 Probetas de acero

#### 3.1 Material

Las probetas de acero dirigidas a ensayos generales (a diferencia de las requeridas para ensayos según usos y aplicaciones particulares) deben ser preparadas a partir de acero suave en planchas o tiras. El acero utilizado debe estar exento de óxido, ralladuras, manchas, decoloración u otros defectos de superficie. Las dimensiones de la probeta deben ser especificadas en la descripción del método de ensayo correspondiente, o según acuerdo. Salvo acuerdo contrario entre el vendedor y el comprador, el acero debe ser de un tipo de los especificados a continuación. Para determinados tipos de ensayos, puede ser necesario utilizar acero de mayor espesor que el especificado para los tipos enumerados a continuación:

- a) El acero tipo 1, es un acero de calidad comercial, laminado en frío, con un espesor de 0,60 mm a 1,00 mm. El acero del tipo CR1, según la Norma ISO 3574, es un acero laminado en frío de calidad comercial apropiada. El acero debe tener un acabado mate y una rugosidad superficial ( $R_a$ ) de 0,63  $\mu\text{m}$  a 1,65  $\mu\text{m}$ . Este acabado es típico del acero utilizado para las carrocerías de los automóviles y accesorios.
- b) El acero tipo 2, es un acero calmado tipo CR4, según la Norma ISO 3574, laminado en frío con un espesor de 0,75 mm a 0,80 mm. El acero la Norma ISO 3574, puede considerarse apropiado. La probeta debe presentar la mínima rugosidad superficial y decoloración. Es recomendable que la rugosidad superficial ( $R_a$ ) del acero no sea superior a 1,2  $\mu\text{m}$ .
- c) El acero tipo 3, es un acero laminado en frío de calidad comercial, con un espesor de 0,25 mm a 0,60 mm. El acero debe tener un acabado liso y una rugosidad superficial ( $R_a$ ) que no sea superior a 0,51  $\mu\text{m}$ . Este acabado es utilizado para medir el color, el brillo, la flexibilidad o la adherencia del recubrimiento cuando es necesario reducir los efectos de irregularidades del acabado superficial.

NOTA – En el anexo A se dan recomendaciones sobre el chorreado, cuando se requieran probetas de acero chorreado (véase también el apartado 3.7)

#### 3.2 Almacenamiento previo a la preparación

Antes de la preparación, las probetas se deben mantener guardadas de forma que estén protegidas frente a la corrosión. Métodos apropiados pueden consistir en envolver las probetas con

papel tratado con inhibidor en fase de vapor y almacenarlas sumergidas en un aceite mineral ligero neutro o un disolvente de tipo hidrocarburo exento de aditivos.

NOTA – Por ejemplo, las probetas se pueden sumergir totalmente en aceite, o ser recubiertas con una película de aceite y luego envueltas individualmente en papel impregnado con el mismo aceite. Alternativamente, las probetas pueden almacenarse en un desecador que contenga un desecante activo (por ejemplo, gel de sílice).

### 3.3 Preparación por limpieza con disolvente

Se elimina con un paño la mayor parte del aceite protector de la probeta y después se limpia a fondo con un disolvente apropiado, hasta eliminar cualquier traza de aceite.

NOTA – Pueden emplearse disolventes con alta velocidad de evaporación, siempre que se asegure la ausencia de acidez o alcalinidad y se eviten riesgos de toxicidad (véase ADVERTENCIA)

Se debe asegurar la eliminación de fibras procedentes de los paños empleados en la limpieza, una vez finalizada la misma, y los paños se deben desechar y cambiar por otros limpios con frecuencia, para evitar la redistribución de los residuos aceitosos. Se deben tomar medidas para evitar la posterior contaminación de las probetas una vez limpias. Las probetas limpias se secan por simple evaporación del disolvente, mediante un suave secado con paños limpios o situando la probeta bajo una corriente de aire caliente. Si fuera necesario, se calentará la probeta muy ligeramente, para eliminar cualquier traza de humedad que pudiera condensarse.

Cuando se prepare un número elevado de probetas, es recomendable comprobar la limpieza alcanzada cada 20 probetas. Un método adecuado puede ser frotar con un papel de celulosa blanco y limpio. El proceso de limpieza se debe considerar satisfactorio si no aparece mancha sobre el papel. Cuando la prueba no resulte satisfactoria, se repetirá el proceso de limpieza de todas las probetas preparadas desde la comprobación anterior.

Si las probetas limpias no pueden ser pintadas inmediatamente después de la limpieza, se deben almacenar en una atmósfera limpia y seca, por ejemplo un desecador que contenga un desecante activo, hasta su uso. También es posible envolver las probetas en papel tratado con un inhibidor en fase de vapor.

### 3.4 Preparación con limpiadores base agua (procedimiento por pulverización o inmersión)

Se limpian las probetas con un limpiador alcalino, base agua, disponible comercialmente. Se recomienda hacerlo por pulverización, pero también es aceptable la inmersión. Se ajusta la concentración del limpiador y la temperatura siguiendo las recomendaciones del fabricante.

El procedimiento de limpieza por pulverización comprende las cuatro etapas siguientes:

- a) Se limpia cada cara de la probeta durante un tiempo no inferior a 10 s. Se regula la temperatura y la presión de pulverización del limpiador siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- b) Se enjuaga cada cara de la probeta con agua corriente. Se asegura que el agua de enjuague no se contamine en exceso durante el proceso de limpieza. Esto se puede cumplir dejando correr agua limpia en el tanque de enjuague para que rebose de forma continua o periódicamente.

- c) Se aclara cada cara de la probeta con agua desionizada con una conductividad que no exceda 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- d) Inmediatamente después del enjuague, la probeta se seca en una estufa o con un flujo de aire caliente.

Cuando se prepare un número elevado de probetas, es recomendable comprobar periódicamente su limpieza. Además del método descrito en el apartado 3.3, que consiste en ensayar con un papel de celulosa o paño blanco, para las probetas preparadas con limpiadores base agua se deberá utilizar la prueba de rotura de la película de agua. La superficie de una probeta limpia no debería producir rotura de la película de agua. Esto se comprueba sumergiendo la probeta durante un corto intervalo de tiempo en agua destilada o desionizada. Cuando se retira la probeta, el agua debe formar una película continua sobre la superficie de la probeta, sin roturas en gotas aisladas ni otros tipos de discontinuidades.

### 3.5 Preparación por abrasión (lijado)

**3.5.1 Generalidades:** Ciertas aplicaciones para ensayo requieren una superficie más uniforme y reproducible que la de acero laminado. En estos casos, es necesario eliminar las discontinuidades y contaminantes de la superficie por abrasión mecánica. Para asegurar la eliminación completa de los contaminantes superficiales, la superficie original debe ser completamente eliminada. La cantidad de material a eliminar depende del perfil superficial inicial pero, en ningún caso, debe ser inferior 0,7  $\mu\text{m}$ , lo cual se puede comprobar mediante la medida de la pérdida de masa de la probeta lijada. (Una pérdida de masa por unidad de área de 5  $\text{g}/\text{m}^2$  a 6  $\text{g}/\text{m}^2$  es equivalente a una reducción de espesor de 0,7  $\mu\text{m}$ , aproximadamente)

Antes del lijado, las probetas se deben limpiar usando los procedimientos descritos en los apartados 3.3 ó en 3.4. Salvo acuerdo contrario, el lijado de la superficie se debe realizar como se describe en los apartados de 3.5.2 a 3.5.4.

NOTA – Previo acuerdo, en las operaciones de lijado se puede usar como lubricante un disolvente mineral.

**3.5.2 Lijado manual:** Se lija la probeta a mano utilizando un papel de lija de carburo de silicio P220. En el lijado a mano una secuencia de operaciones adecuada es la siguiente:

- a) Se lija la probeta uniformemente mediante desplazamientos rectos, siguiendo direcciones paralelas a una de los lados.
- b) Se lija en dirección perpendicular a la anterior, hasta hacer desaparecer todas las marcas de la fase anterior.
- c) Se lija toda la superficie mediante movimientos circulares, de unos 80 mm a 100 mm de diámetro, hasta que las marcas observables consistan, únicamente, en círculos superpuestos.

**3.5.3 Lijado mecánico circular:** Se lija la probeta mecánicamente utilizando un papel de lija de carburo de silicio P220. Cuando se utiliza este método, la probeta debe lijarse mediante movimientos circulares de unos 80 mm a 100 mm de diámetro. La operación se debe considerar terminada cuando no se puedan apreciar visiblemente señales de la superficie original ni ondulaciones.

**3.5.4 Lijado lineal:** Se utiliza una lijadora de banda equipada con una cinta abrasiva montada sobre un soporte vertical de molturación para eliminar la superficie original y obtener un acabado de estrías lineales en la probeta. El lijado de la superficie con la ayuda de cintas abrasivas elimina los contaminantes y permite obtener una superficie más uniforme y más reproducible que con un lijado normal con muelas. Es conveniente la utilización de una cinta abrasiva de óxido de aluminio P100. La rugosidad superficial ( $R_a$ ) de la probeta lijada debe estar comprendida entre 0,50  $\mu\text{m}$  y 1,14  $\mu\text{m}$ .

**3.5.5 Inspección y limpieza:** Se inspeccionan las probetas lijadas para comprobar que la superficie inicial se ha eliminado por completo. Las probetas se limpian cuidadosamente de acuerdo con los procedimientos descritos en los apartados 3.3 ó 3.4 para asegurar la eliminación de toda partícula de abrasivo o de acero y cualquier otro contaminante. Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias.

Si las probetas limpias no pueden ser pintadas inmediatamente después de la limpieza, se deben almacenar en una atmósfera limpia y seca, por ejemplo un desecador que contenga un desecante activo, o envolviéndolas en papel tratado con un inhibidor en fase de vapor.

### 3.6 Preparación por tratamiento con fosfatos

**3.6.1 Generalidades:** Los recubrimientos de conversión a fosfatos se pueden encontrar en forma de productos o de procesos para su aplicación por pulverización o inmersión. El recubrimiento de conversión se aplica siguiendo las instrucciones del fabricante. La preparación de las probetas de ensayo puede incluir una o varias etapas de limpieza, enjuague y acondicionamiento antes de la aplicación de una capa de conversión. Normalmente, se necesita un enjuague complementario una vez que se ha aplicado el recubrimiento de conversión. Si son necesarias probetas tratadas con fosfatos, se utilizará uno de los siguientes métodos de preparación.

**3.6.2 Tratamiento con fosfato de zinc cristalino:** Este método de recubrimiento de conversión consiste en hacer reaccionar la superficie de acero con una disolución de monohidrógeno fosfato de zinc (bifosfato de zinc) que contenga agentes oxidantes y sales aceleradoras. La superficie de acero se convierte en un recubrimiento de fosfato cristalino que inhibe la corrosión e incrementa la adherencia y la durabilidad del recubrimiento de pintura aplicada posteriormente. Este método se puede aplicar por pulverización, por inmersión o con una brocha de cerdas suaves. La temperatura, la concentración y el tiempo de contacto de la disolución varían en función del método de aplicación y se deben mantener siguiendo las recomendaciones del fabricante. Los recubrimientos a base de fosfato de zinc normalmente son de color gris o gris-blancuecino.

**3.6.3 Tratamiento con fosfato de hierro amorfo:** Este método de recubrimiento de conversión consiste en hacer reaccionar la superficie de acero con una disolución ácida de fosfato que contenga oxidantes y sales aceleradoras. La superficie del acero se convierte en una capa de fosfato de hierro amorfo que incrementa la adherencia del recubrimiento aplicado posteriormente e inhibe la corrosión, en un grado menor que el recubrimiento con fosfato de zinc cristalino. Este método se puede aplicar por pulverización, por inmersión. La temperatura, la concentración y el tiempo de contacto de la disolución varían en función del método de aplicación y se deben mantener siguiendo las recomendaciones del fabricante. Los recubrimientos a base de fosfato de zinc normalmente son de color amarillo-azulado y el púrpura.



### 3.7 Preparación por chorreado abrasivo

Previamente a la operación de chorreado, las probetas se limpian siguiendo los procedimientos descritos en los apartados 3.3 ó 3.4.

En el anexo A se proporcionan recomendaciones generales sobre la preparación de probetas de ensayo mediante limpieza por chorreado abrasivo.

NOTA – Se advierte, no obstante, que la preparación por chorreado no está indicada para probetas de acero laminado en frío, que se especifican en el apartado 3.1 para ensayos generales.

## 4 Probetas de hojalata

### 4.1 Material

La probeta debe ser de hojalata de grado normal y acabado brillante, conforme a los requisitos de la Norma ISO 11949, con un espesor nominal comprendido entre 0,2 mm y 0,3 mm, templado número T 52 (igualmente cubierta con estaño en ambas caras). Cuando en un método de ensayo no sean empleadas probetas de hojalata preparadas según esta norma internacional, es importante que en el informe se haga referencia al código de designación de la hojalata empleada.

### 4.2 Preparación por limpieza con disolvente o con limpiadores diluibles con agua

Las probetas de hojalata, a diferencia de las de acero, no requieren una protección especial durante su almacenamiento. Sin embargo, la superficie de las probetas puede resultar contaminada por lubricantes durante su fabricación. Por tanto, se recomienda que las probetas se limpien, antes de su uso, de acuerdo con el procedimiento especificado en los apartados 3.3 ó 3.4 para las probetas de acero.

NOTA – Aunque la limpieza con disolvente no elimina totalmente los restos orgánicos del tratamiento posterior al proceso de electrodeposición, estos residuos no presentan efecto significativo sobre la precisión del resultado de los ensayos.

### 4.3 Preparación por abrasión (lijado)

Cuando se requiere de una superficie de ensayo más uniforme que la obtenida por limpieza con disolvente o con limpiador base agua, se recomienda emplear probetas lijadas. La limpieza se realizará de acuerdo con el método descrito para probetas de acero (véase el apartado 3.5), pero en este caso se debe efectuar de forma más ligera para evitar la incrustación del material abrasivo en la superficie, así como la eliminación total de la capa de estaño en algún punto. Se recomienda emplear un papel fino de carburo de silicio, de buena calidad; por ejemplo, con un tamaño de grano del abrasivo correspondiente al grado P320.

La operación de lijado se continúa hasta que toda la superficie de la probeta quede cubierta por marcas circulares superpuestas, de modo que la superficie original no resulte distinguible por observación visual.

Las probetas se limpian cuidadosamente de acuerdo con los procedimientos descritos en los apartados 3.3 ó 3.4 para asegurar la eliminación de toda partícula de abrasivo, de estaño o cualquier otro contaminante. Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias.

Si las probetas no pueden ser pintadas inmediatamente después de su limpieza, se deben almacenar bajo atmósfera limpia y seca, por ejemplo en un desecador, que contenga un desecante activo, o envolviéndolas en papel tratado con un inhibidor en fase de vapor, el tiempo requerido.

## **5 Probetas recubiertas de zinc o aleación de zinc**

### **5.1 Material**

La probeta debe ser de acero al carbono laminado en frío, recubierto de zinc o aleación de zinc. El tipo específico de recubrimiento de zinc o aleación de zinc así como el espesor y las dimensiones físicas se deben acordar entre el comprador y el vendedor. En el anexo B se describen los diferentes tipos de recubrimientos de zinc y aleación de zinc.

La probeta debe estar exenta de tratamientos químicos de pasivación, ya que estos tratamientos pueden influir en la adherencia del recubrimiento aplicado posteriormente.

Durante el proceso de laminado se aplica un tratamiento pasivante, normalmente en forma de disolución de dicromato de sodio para prevenir la aparición de corrosión (u óxido blanco) en condiciones de almacenamiento húmedo. Si no se elimina, este tratamiento pasivo influirá en la adherencia del recubrimiento a aplicar. Para obtener un acero galvanizado no pasivado, normalmente es necesario solicitarlo al suministrador. Si esto no es posible, el tratamiento de pasivación se elimina por abrasión como se describe en el apartado 4.3.

### **5.2 Preparación por limpieza con disolvente**

Cuando se requieran probetas limpias, sin otro tipo de preparación, se emplea el procedimiento de limpieza especificado en el apartado 3.3 para las probetas de acero.

### **5.3 Preparación con limpiadores diluibles en agua**

Cuando se requieran probetas limpias, sin otro tipo de preparación, se emplea el procedimiento de limpieza especificado en el apartado 3.4 para las probetas de acero. Normalmente la temperatura, la concentración y el tiempo de contacto del limpiador será menor cuando se limpie acero cincado. Los agentes de limpieza altamente alcalinos atacan el recubrimiento de zinc. Por esta razón, es conveniente que la disolución alcalina utilizada para la limpieza del acero galvanizado tenga un rango de pH comprendido entre 11 y 12 y nunca se sitúe por encima de 13.

### **5.4 Preparación por tratamiento químico**

**5.4.1 Generalidades.** Cuando se requieran probetas con tratamiento químico, se emplea uno de los métodos indicados en los apartados de 5.4.2 a 5.4.4 para tratar las probetas.

#### **5.4.2 Tratamiento con fosfato de zinc cristalino**

Este método de recubrimiento de conversión consiste en hacer reaccionar la superficie de acero con una disolución de ácido de fosfato de zinc que contenga agentes oxidantes y sales aceleradoras. La superficie de zinc se convierte en una capa de fosfato de zinc cristalino que inhibe la corrosión e incrementa la adherencia y la durabilidad del recubrimiento de pintura aplicado posteriormente. Este tratamiento se puede aplicar por pulverización, por inmersión o con brocha de cerdas suaves.

### 5.4.3 Tratamiento con cromato

**ADVERTENCIA – El trióxido de cromo está clasificado como cancerígeno (véase la Directiva 67/548/CEE) y podría causar cáncer por inhalación. El uso de cromo por pulverización o inmersión puede entrañar riesgo para el operario. Por tanto se deberían tomar medidas de seguridad apropiadas. Es preferible utilizar otro método u otra sustancia.**

Este tratamiento consiste en una inmersión o pulverización con una disolución determinada conteniendo trióxido de cromo y otros ácidos, así como un acelerador apropiado. Este tratamiento permite obtener una capa fina de cromato amorfo que aumenta la resistencia a la corrosión y la adherencia de la pintura. Esta capa no es la misma que la obtenida mediante un tratamiento de pasivación.

**5.4.4 Tratamiento con cromo orgánico diluible en agua:** Ciertas resinas hidrosolubles, formuladas correctamente con compuestos de cromo, se pueden aplicar sobre superficies de zinc mediante rodillos u otro medio apropiado (inmersión o rodillos para secar superficies). Esta operación puede realizarse en un amplio rango de temperatura, en la medida en que la película pueda ser curada o estufada correctamente dependiendo del sistema de pintura a aplicar. La capa obtenida es una película resistente a la corrosión, que aumenta la adherencia de las películas de pintura aplicadas posteriormente.

## 6 Probetas de aluminio

### 6.1 Material

Las probetas de aleación de aluminio dirigidas a ensayos generales deben ser de planchas o tiras, de acuerdo con la composición química del grado Al Mn1Cu o Al Mn0,5Mg0,5, conforme a la Norma ISO 209-1. Cuando sea necesario otro tipo de aleación de aluminio para ensayo, el tipo de aleación debe indicarse en el informe de ensayo. El tratamiento del temple debe ser especificado en el método de ensayo o ser de un previo acuerdo.

Las planchas o bandas no deben presentar grietas después de ser sometidas a plegado 180° empleando probetas de 20 mm de anchura y de longitud apropiada, cortadas con su eje longitudinal perpendicular a la dirección de la laminación y con sus bordes longitudinales cuidadosamente redondeados y pulidos. El plegado se realizará plano sobre si mismo, en el caso de aluminio blando y, en el caso de aluminio duro, sobre un mandril cilíndrico del mismo radio que el espesor del material.

### 6.2 Preparación por limpieza con disolvente

Cuando se requieran probetas limpias, sin otro tipo de preparación, se emplea el procedimiento de limpieza especificado en el apartado 3.3 para las probetas de acero.

### 6.3 Preparación con limpiadores diluibles con agua

Cuando se requieran limpiar probetas, sin otra posterior preparación, se emplea el procedimiento especificado en 3.4 para las probetas de acero. Normalmente, la concentración, la temperatura y el tiempo de contacto del limpiador será menor cuando se limpie aluminio. Por ello, es importante verificar que el limpiador alcalino seleccionado no implica riesgo para el aluminio. Determinados limpiadores alcalinos atacan el aluminio. Estos limpiadores no se deben utilizar para la preparación

de las probetas de aluminio para ensayos generales. Se consultará al fabricante del limpiador para verificar el riesgo. Las probetas limpias conforme a este método no deben presentar rotura de la película de agua. Esto se puede comprobar sumergiendo, durante un corto intervalo de tiempo, la probeta en agua destilada o desionizada. Cuando se retira la probeta, el agua debe formar una película continua sobre la superficie de la probeta, sin rotura en gotas aisladas u otros tipos de discontinuidades.

#### 6.4 Preparación por abrasión (lijado)

Cuando se requieran probetas lijadas, el abrasivo se debe aplicar con una almohadilla de paño y debe estar constituido por alúmina calcinada en polvo conforme con las especificaciones de la tabla 1.

**Tabla 1 — Granulometría del abrasivo si se requieren paneles lijados**

| Tamaño de partícula           | Fracción másica |
|-------------------------------|-----------------|
| Superiores a 63 $\mu\text{m}$ | 10% máx.        |
| Inferiores a 20 $\mu\text{m}$ | 70 % mín.       |
| Inferiores a 10 $\mu\text{m}$ | 60 % mín.       |

La operación de lijado se debe realizar de acuerdo con las etapas indicadas en el apartado 3.5.2, pero el abrasivo se debe humedecer con disolvente mineral (por ejemplo “aguarrasina”) y se debe aplicar sobre la superficie de la probeta con una almohadilla de paño suave u otro material adecuado.

El lijado se continúa hasta que toda la superficie de la probeta esté cubierta por marcas circulares superpuestas, de forma que la superficie original no resulte distinguible por observación visual.

Las probetas lijadas se limpian cuidadosamente antes de su empleo, de acuerdo con el procedimiento especificado en el apartado 3.3, para asegurar la eliminación de toda partícula de abrasivo, de aluminio o de otros contaminantes. Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias.

Las probetas de aluminio se deben preparar inmediatamente antes de ser pintadas.

#### 6.5 Preparación por recubrimiento de conversión crómica

Las probetas de aluminio o de aleación de aluminio recubiertas de una capa de conversión crómica, dirigidas a ensayos generales, se deben preparar conforme con la Norma ISO 10546.

El aluminio se debe limpiar como se especifica en el apartado 6.2 o en el apartado 6.3. La capa de conversión crómica se debe aplicar con una formulación química de pretratamiento disponible en el mercado. El agua utilizada para preparar la solución debe ser agua de calidad 3, como mínimo, según se refiere en la Norma ISO 3696. Es posible utilizar capas de conversión que requieran enjuague o no. La capa se puede aplicar por pulverización, por inmersión o con rodillo, conforme a las recomendaciones del fabricante. La temperatura, la concentración y el tiempo de contacto con la disolución varían en función del método de aplicación. Estos parámetros se deben mantener también de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El color de la capa debe oscilar entre incoloro y dorado. Salvo acuerdo contrario, la masa por unidad de superficie del recubrimiento debe estar comprendida entre  $0,1 \text{ g/m}^2$  y  $1,3 \text{ g/m}^2$ . La capa debe ser adherente y estar libre de residuos en forma de polvo. Es preferible que sea uniforme y esté desprovista de manchas y faltas.

Una buena práctica es pintar probetas cromadas tan pronto como sea posible después de aplicar la capa de conversión.

### 6.6 Preparación por recubrimiento de conversión no crómica

Debido a las restricciones en materia de manipulación y de eliminación de los compuestos de cromo, se han desarrollado una serie de capas de conversión exentas de cromo. Existen diferentes tecnologías, las más corrientes se basan en sales de Zr/Ti, silanos y soluciones de polímeros diluibles en agua.

El aluminio se debe limpiar como se especifica en los apartados 6.2 o en 6.3. La capa de conversión exenta de cromo se debe aplicar con una formulación química de pretratamiento disponible en el mercado. La conductividad del agua utilizada para preparar la solución de pretratamiento no debe ser superior a  $20 \text{ }\mu\text{S/cm}$ . La capa se puede aplicar por pulverización, por inmersión o por rodillo, conforme las recomendaciones del fabricante. La temperatura, la concentración y el tiempo de contacto de la disolución varían en función del método de aplicación. Estos parámetros se deben mantener de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Salvo acuerdo contrario, la masa por unidad de superficie del recubrimiento debe estar comprendida entre  $5 \text{ mg/m}^2$  y  $150 \text{ mg/m}^2$ . La capa debe ser adherente y estar libre de residuos en forma de polvo. Es preferible que sea uniforme y esté desprovista de manchas y faltas.

Una buena práctica es pintar las probetas con recubrimiento de conversión exento de cromo tan pronto como sea posible.

### 6.7 Preparación con cromatizado ácido

Cuando se preparan probetas de aluminio por cromatizado ácido para ensayos generales (a diferencia de otros requisitos para aplicaciones especiales) se utiliza el siguiente procedimiento:

Se prepara una solución de ácido crómico disolviendo, aproximadamente, 100 g de dicromato potásico o sódico, de calidad reactivo para análisis, en 1000 ml de agua con una conductividad máxima de  $20 \text{ }\mu\text{S/cm}$ . Se añaden, lentamente, mientras se agita, 170 ml de ácido sulfúrico de calidad reactivo para análisis ( $\rho \approx 1.84 \text{ g/ml}$ ).

Durante la utilización, el volumen de la solución se mantendrá constante mediante adición de agua con una conductividad máxima de  $20 \text{ }\mu\text{S/cm}$ .

El contenido de ácido crómico en la solución no debe ser menor de 30 g/l. La solución se regenera, si es necesario mediante adiciones adecuadas de ácido sulfúrico y dicromato sódico o potásico.

La solución se desecha si se observa la separación de sólidos al enfriarse la misma a temperatura ambiente, o si se comienzan a observar signos de ataques por picaduras sobre las probetas de aluminio tratadas, aquél de ambos fenómenos que se produzca en primer lugar.

Se limpian las probetas como se indica en el apartado 6.2 y se sumerge durante 20 min, a  $(55 \pm 5)$  °C, en la solución ácida de cromato contenida en un recipiente de vidrio o de poliestireno.

Se sacan las probetas de la solución y se lavan a fondo, y tan rápidamente como sea posible, con agua con una conductividad máxima de 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , primero fría y después caliente, a una temperatura de  $(60 \pm 2)$  °C, durante 30 s a 40 s. Se dejan secar las probetas a temperatura ambiente o, preferiblemente, en una estufa de aire forzado a  $(70 \pm 2)$  °C.

Una buena práctica es pintar lo antes posible las probetas después del cromatizado ácido. Si es posible, es conveniente que se pinten el mismo día en que se realiza el cromatizado.

Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias.

## **7 Probetas de vidrio**

### **7.1 Material**

Las probetas deben ser de vidrio mate o flotado pulido. El espesor y otras dimensiones se deben ajustar a lo especificado en el método de ensayo o ser objeto de acuerdo.

### **7.2 Preparación con limpieza con disolvente**

Cuando se requieran probetas limpias, sin otro tipo de preparación, se emplea el procedimiento de limpieza especificado en el apartado 3.3 para las probetas de acero.

### **7.3 Preparación por limpieza con detergente**

Se lavan las probetas a fondo con una disolución acuosa, caliente, de un detergente no iónico. Se aclaran a fondo con agua caliente con una conductividad máxima de 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se secan las probetas limpias por evaporación del agua del último aclarado. Puede calentarse ligeramente, si es necesario, para eliminar cualquier traza de humedad condensada. Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias.

## **8 Probetas de aglomerado de madera**

### **8.1 Material**

Los aglomerados de madera son materiales que se fabrican, en forma de tableros, a partir de fibras lignocelulósicas unidas, fundamentalmente, por el entrecruzamiento de las fibras y sus propiedades adhesivas inherentes. La resistencia de estos materiales se puede incrementar empleando materiales adhesivos o aditivos. Estos materiales tienen una densidad superior a 0,80  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Las probetas de aglomerado de madera deben ser conformes a los requisitos especificados en la Norma ISO 2695 y en la Norma ISO 2696.

### **8.2 Preparación**

Se corta un tablero para obtener probetas del tamaño requerido. Se limpia el polvo de ambas caras y por los bordes, empleando un paño seco. Se guardan las probetas en un ambiente con libre circulación de aire, a  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa, durante un mínimo de tres

semanas. El contenido de humedad de los paneles de aglomerado debe ser  $(6 \pm 2)\%$  (fracción másica). Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias. Para el ensayo de la pintura o producto afín se debe utilizar la superficie más lisa.

## 9 Probetas de yeso empapelado

### 9.1 Material

Se trata de un material en forma de placa compuesto por un núcleo de yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) cubierto por ambas caras con un papel grueso adherido. El núcleo puede ser de yeso macizo o celular y puede contener una pequeña proporción de fibra. El espesor de la placa es de unos 10 mm, aproximadamente. Una de las caras empapelada está preparada para recibir directamente la pintura decorativa, sin necesidad de ningún tipo de capa de imprimación. Esta cara es la que se debe emplear para el ensayo de pinturas y productos afines. Cuando se almacena expuesto directamente a la luz solar, el papel puede desarrollar cierta tendencia a producir "sangrado" o decoloración cuando se pinta con ciertos tipos de pintura.

### 9.2 Preparación

Se corta la placa en seco para obtener probetas del tamaño requerido. Se sellan los bordes de la probeta con una cinta adhesiva adecuada. Se limpia el polvo con un paño seco. Se almacena la probeta en ausencia de luz solar directa, en un ambiente con libre circulación del aire, a  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y  $(50 \pm 5)\%$  de humedad relativa, durante un mínimo de 3 semanas. Se debe evitar la contaminación de las probetas limpias. Se elimina el polvo de las probetas inmediatamente antes de su uso.

## 10 Probetas de fibrocemento

El material y su preparación deben estar de acuerdo con la Norma ISO 8336.

**Anexo A**  
(Informativo)

**RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA PREPARACIÓN DE PROBETAS DE ACERO  
POR CHORREADO ABRASIVO**

La preparación de probetas de acero por chorreado abrasivo no está dirigida al acero laminado en frío, pero puede ser necesaria para otros metales féreos, tales como el acero laminado en caliente, fundición, etc. Para ello, se aportan las siguientes recomendaciones. Para mayor información, consultar la Norma ISO 8504-2.

La elección del tamaño y tipo de abrasivo depende de la dureza y el estado de la superficie de acero a limpiar, del tipo de chorreado a utilizar, y del perfil superficial que se desee obtener. Para ensayos generales, es conveniente utilizar granalla angular o casi angular compuesta de un material más duro que el acero a limpiar. Abrasivos apropiados son la granalla angular de acero, de óxido de aluminio, el granate, y la escoria de refinado de cobre o de carbón. El tamaño de la partícula de abrasivo puede estar comprendido entre 0,5 mm y 1,2 mm, aunque para ciertos ensayos particulares puede emplearse otros tipos de abrasivo. Las Normas ISO 11124 e ISO 11126 proporcionan los requisitos relacionados con los abrasivos para chorreado. Se debería tener en cuenta que el uso de abrasivos que contengan sílice está reglamentado en numerosos países.

Antes de la operación de chorreado se elimina cualquier resto de aceite y grasa, con un disolvente, un limpiador base agua o mediante otro método apropiado. Si no se eliminan, podrían contaminar el abrasivo y, por tanto, las probetas posteriormente chorreadas con él. Es conveniente eliminar, igualmente, todo tipo de imperfecciones, tales como aristas vivas y rebabas.

Se debe utilizar aire comprimido limpio y seco para proyectar el abrasivo. Puede ser necesario utilizar separadores o filtros de humedad, filtros de aceite, válvulas u otro tipo de accesorios para cumplir con este requisito. Para obtener una superficie chorreada se puede utilizar cualquiera de los métodos descritos en el capítulo 5 de la Norma ISO 8504-2:2000. El chorreado abrasivo mediante aire comprimido o mediante centrifugación son dos métodos apropiados. Existen unos métodos menos eficaces que pueden necesitar más tiempo para obtener la superficie requerida. En la Norma ISO 8504-2 se muestra la efectividad de los distintos métodos.

Cuando el acero se limpia con un abrasivo húmedo se oxida rápidamente. Para evitarlo temporalmente, podrían ser necesarios añadir inhibidores de corrosión en el agua. Se puede añadir nitrito de sodio, ácido crómico o dicromato de sodio. Algunos inhibidores pueden interferir en el comportamiento de determinados sistemas de recubrimiento.

Para obtener mejores resultados, el abrasivo se debe proyectar con un ángulo de 70° a 90° respecto a la superficie a limpiar y a una distancia que asegure que el abrasivo alcanza una velocidad adecuada. La velocidad y la distancia óptima dependerán del tipo de abrasivo utilizado.

La operación de chorreado se debería continuar hasta que la superficie presente el aspecto característico del chorreado, completamente exenta de cualquier contaminación o falta de uniformidad en su coloración, como corresponde al grado de preparación Sa 3 definido en la Norma ISO 8501-1:1998. La probetas preparadas según lo anterior deberían presentar una rugosidad superficial *Rz* (altura máxima del perfil) no superior al 30% del espesor recomendado de película seca del recubrimiento a aplicar. Después del chorreado abrasivo en seco se eliminan el



polvo y los residuos desprendidos de la superficie, mediante vacío, brochas o soplando con aire comprimido limpio y seco. Después del chorreado en húmedo, la superficie se enjuaga con agua para eliminar los residuos adheridos. Antes de la aplicación de la pintura, la superficie se seca con aire comprimido, o caliente, limpio y seco. De no acordarse otra cosa, las probetas se deberán pintar lo antes posible después del chorreado y, como máximo, dentro de las 4 h siguientes. Se debe evitar la contaminación de las probetas una vez preparadas.

Las probetas preparadas por chorreado son susceptibles de oxidarse si no son recubiertas inmediatamente después de limpiarlas. Para minimizar el riesgo de oxidación, se recomienda chorrear la probeta si su temperatura no supera al menos en 3 °C el punto de rocío del aire circundante.

## ANEXO B (Informativo)

### CARACTERIZACIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS DE ZINC Y DE ALEACIÓN DE ZINC

#### B.1 Generalidades

Este anexo describe brevemente algunos de los recubrimientos de zinc y de aleación de zinc disponibles en el mercado. En las Normas ISO aplicables se puede obtener información adicional relacionada con el acero cincado.

#### B.2 Galvanizado por inmersión en caliente

Este producto se denomina, normalmente “acero galvanizado en caliente”. El proceso de recubrimiento consiste en sumergir la plancha o banda de acero laminada en frío en un baño de zinc fundido. El baño de zinc fundido podría contener trazas de aluminio que eviten la formación de aleación de zinc-hierro durante el proceso de recubrimiento. Esto resultaría en un recubrimiento de zinc virtualmente puro sobre la superficie de la banda de acero. En ausencia de medidas particulares, el recubrimiento de zinc presentará un floreado natural de cristales de zinc, como en el caso de las conducciones de aire metálicas. Para mejorar el aspecto de la pintura, un tratamiento especial puede permitir reducir o eliminar el floreado. La masa de recubrimiento por unidad de superficie, puede ser hasta Z700 (700 g/m<sup>2</sup>), aunque son más corrientes masa por unidad de superficie de Z350 (350 g/m<sup>2</sup>) o Z275 (275 g/m<sup>2</sup>). Los recubrimientos de zinc por inmersión en caliente se pueden conseguir con una masa superficial de recubrimiento diferente en cada lado de la banda, o con recubrimiento en un solo lado de la banda.

#### B.3 Recubrimiento de aleación de zinc-hierro (ISO 3575)

Este tipo de recubrimiento se denomina normalmente galvanizado con tratamiento posterior de reconocido “galvannealed”. Este recubrimiento se obtiene por calentamiento de una superficie galvanizada por inmersión en caliente o sometiénola a inmersión en caliente, de manera que el recubrimiento de zinc forma una aleación con el hierro sobre la superficie de acero. El resultado es un recubrimiento de zinc-hierro de un color gris mate. La masa superficial de una capa típica puede ser ZF180 (180 g/m<sup>2</sup>). La designación del recubrimiento especifica la masa total de recubrimiento en los dos lados del acero.

#### B.4 Recubrimiento de zinc electrolítico (ISO 5002)

Este tipo de recubrimiento se denomina normalmente “electro-galvanizado”. Para obtener este tipo de recubrimiento, el zinc puro es depositado electrolíticamente sobre la superficie de acero en un proceso continuo. La designación del rango del recubrimiento varía de ZE10/10 (1,0 µm a cada lado) a ZE75/75 (75 µm a cada lado). Existen diferentes variaciones de estos recubrimientos electrolíticos, como los recubrimientos de zinc-níquel y zinc-hierro, los diferentemente cubiertos (cuando la densidad superficial del recubrimiento es diferente a cada uno de los lados de la banda) y recubiertos por un solo lado.

**B.5 Recubrimiento de aleación de zinc-aluminio al 5% (ISO 14788)**

Este tipo de recubrimiento se denomina normalmente "galfan". La aplicación del recubrimiento se realiza de la misma manera que para los recubrimientos de zinc en caliente, excepto que el baño de zinc fundido contiene una fracción másica de aluminio del 5% aproximadamente. La densidad superficial de un recubrimiento típico es de hasta 700 g/m<sup>2</sup>. La masa de recubrimiento representa la cantidad total del recubrimiento en ambos lados de la película o banda de acero.

**B.6 Aleación aluminio al 55%-zinc (EN 10215)**

Este tipo de recubrimiento se denomina normalmente "galvalume". La aplicación del recubrimiento se realiza de la misma manera que para los recubrimientos de zinc en caliente, excepto que el baño de zinc fundido contiene una fracción másica de aluminio del 55% aproximadamente.

### Bibliografía

- [1] ISO 3575:2005 – Chapas de acero al carbono recubiertas de zinc por inmersión en caliente, de calidad comercial, para plegado, agrafado y embutición.
- [2] ISO 5002:2008 – Chapas de acero al carbono laminadas en caliente o en frío, recubiertas con zinc electrolítico, de calidad comercial y para embutición.
- [3] ISO 8501-1:2007 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de superficies. Parte 1: Grados de óxidos y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de decapados totalmente de recubrimientos anteriores.
- [4] ISO 8504-1:2000 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 1: Principios generales.
- [5] ISO 8504-2:2000 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies. Parte 2: Limpieza por chorreado abrasivo.
- [6] ISO 11124-1:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 1: Introducción general y clasificación.
- [7] ISO 11124-2:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 2: Granalla angular de fundición de acero.
- [8] ISO 11124-3:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 3: Granalla esférica y angular de acero moldeado de bajo contenido de carbono.
- [9] ISO 11124-4:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 4: Granalla esférica de acero moldeado de bajo contenido de carbono.
- [10] ISO 11126-1:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 1: Introducción general y clasificación.
- [11] ISO 11126-3:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 3: Escoria del refinado de cobre.
- [12] ISO 11126-4:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 4: Escoria de horno de carbón.

[13] ISO 11126-5:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 5: Escoria del refinado de níquel.

[14] ISO 11126-6:1993 – Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado. Parte 6: Escoria