
NORMA CUBANA

NC

ISO 2409: 2015
(Publicada por la ISO en 2013)

**PINTURAS Y BARNICES — ENSAYO DE CORTE POR
ENREJADO**
(ISO 2409:2013, IDT)

Paints and varnishes . Cross-cut test

ICS: 87.040

1. Edición Mayo 2015
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261, El Vedado, 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

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Órgano 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 NC/CTN 41 de Pinturas y Barnices, integrado por representantes de las siguientes entidades:

Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas
Empresa de Pinturas Vitral
Ministerio de la Industria Alimenticia
Ministerio del Comercio Exterior
Ministerio de Industrias
Ministerio de las Fuerzas Armadas
Revolucionarias
Ministerio de Energía y Minas
Ministerio de la Construcción

Grupo Empresarial de la Industria Química
Ministerio del Transporte
FERCIMEX S.A.
ABATUR S.A.
ENSUNA S.A.
Oficina Nacional de Normalización

Corporación CIMEX S.A.
CTDMC

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma Internacional ISO 2409:2013 *Paints and varnishes - Cross-cut test*.
- Sustituye a la NC-ISO 2409:2010 Pinturas y barnices - Ensayo de corte por enrejado.
- Incluye el Anexo A informativo.

©NC, 2015

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, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

PINTURAS Y BARNICES – ENSAYO DE CORTE POR ENREJADO

1 Alcance

Esta norma describe un método de ensayo para evaluar la resistencia que ofrecen los recubrimientos de pintura a ser separados de sus sustratos cuando se realiza una red cuadrada de incisiones en el recubrimiento de modo que alcancen al sustrato. La propiedad medida mediante este procedimiento empírico de ensayo depende, entre otros factores, de la adherencia del recubrimiento, bien al sustrato, o bien a la capa anterior a éste. No obstante, este método no ha de considerarse como un medio de medición de la adherencia.

Cuando se requiere una medición de la adhesión, puede ser utilizado el método descrito en la norma NC- ISO 4624 [1].

NOTA 1 Aunque, en principio, este es un ensayo para laboratorio, también se puede llevar a cabo en ensayos de campo.

El método que se especifica se puede aplicar como un ensayo “pasa/no pasa” o, cuando las circunstancias lo permitan, como un ensayo de clasificación en seis categorías. Con sistemas multicapa, este procedimiento operatorio permite, igualmente, realizar una evaluación de la resistencia que ofrecen las capas de recubrimiento a ser separadas entre sí.

El ensayo se puede realizar sobre productos acabados y/o sobre muestras especialmente preparadas para ello.

El ensayo se puede llevar a cabo sobre sustratos duros (por ejemplo, metal) o blandos (por ejemplo, madera o yeso); no obstante, cada sustrato exige un procedimiento de ensayo diferente (véase el capítulo 6).

Este método no es apropiado para recubrimientos cuyo espesor total sea superior a 250 µm ni para recubrimientos texturados.

NOTA 2 Los resultados que se obtendrán al aplicar este método a recubrimientos diseñados para obtener una superficie rugosa son muy variables (véase igualmente la Norma ISO 16276-2). [2]).

2 Referencias normativas

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).

NC-ISO 1513, Pinturas y barnices - Examen y preparación de las muestras.

NC-ISO 1514, Pinturas y barnices - Paneles estándar para las pruebas.

NC-ISO 2808, Pinturas y barnices - Determinación del espesor de la película.

ISO 13076, Pinturas y barnices - Iluminación y procedimiento para las evaluaciones visuales de recubrimientos.

NC-ISO 15528, Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices – Toma de muestras.

3 Aparatos

3.1 Generalidades

Se empleará material de uso corriente en el laboratorio, conjuntamente con los especificados en los apartados 3.2 al 3.6.

3.2 Herramientas de corte

3.2.1 Requisitos generales

Es particularmente importante asegurar que la herramienta de corte es capaz de crear la forma de V especificada a través del espesor total del recubrimiento, y que los bordes cortantes estén en buen estado. En los apartados 3.2.2 y 3.2.3 se describen las herramientas adecuadas, y están representadas en las figuras 1 y 2.

En todos los casos es preferible utilizar la herramienta de corte de una sola cuchilla (véase el apartado 3.2.2), es decir, con todo tipo de recubrimientos, tanto sobre substratos duros como blandos. La herramienta de corte multicuchilla (véase el apartado 3.2.3) no es apropiada para recubrimientos gruesos ($> 120 \mu\text{m}$) o duros ni para recubrimientos aplicados sobre substratos blandos.

Las herramientas descritas en los apartados 3.2.2 y 3.2.3 son aptas para el uso manual y, aunque éste es el método más usual, la herramienta se puede montar en un equipo accionado por motor que dará un corte más uniforme. El empleo de este último procedimiento debe ser acordado entre las partes interesadas.

NOTA El aparato (manual o motorizada) y el tipo de herramienta de corte utilizado tienen una influencia en el resultado del ensayo.

Los resultados obtenidos con diferentes tipos de herramienta de corte no se pueden comparar directamente.

3.2.2 Herramientas de corte de una sola cuchilla

3.2.2.1 Herramienta de mano de una sola cuchilla de corte con un borde afilado como se muestra en la Figura 1a).

3.2.2.2 Herramienta de corte de una sola cuchilla, utilizada en un aparato accionado por motor, como se muestra en la Figura 3.

3.2.2.3 Cortador con una cuchilla rígida con un borde afilado en V, como se muestra en la figura 1b), según se ilustra en el anexo A de la norma NC-ISO 17872 [3].

El espesor de la cuchilla puede no tenerse en cuenta siempre y cuando la cuchilla sea rígida y el corte producido a través de todo el espesor del recubrimiento debe ser en forma de V.

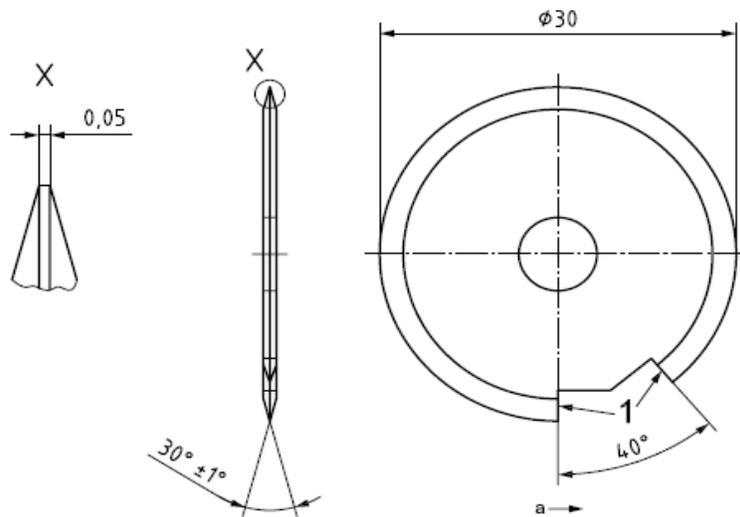
NOTA La cuchilla está diseñada para ser rota de una manera definida con el propósito de que una hoja afilada esté disponible en cualquier momento.

3.2.3 Herramienta de corte multicuchilla.

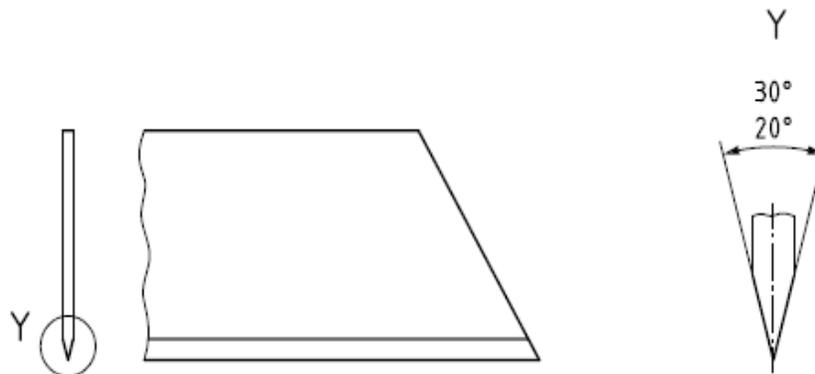
3.2.3.1 Herramienta de corte multicuchilla con bordes afilados como se muestra en la figura 2.

3.2.3.2 Herramienta de corte multicuchilla, utilizada en un aparato accionado por motor, como se muestra en la figura 3.

Dimensiones en milímetros



a) Herramienta de mano de una sola cuchilla



b) Cortador con cuchilla rígida con perfil de corte en V (véase 3.2.2.3)

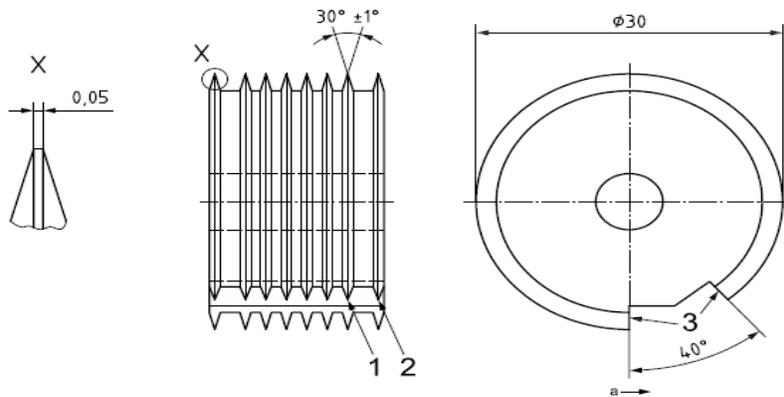
Leyenda

- 1 bordes de corte
- a dirección de corte

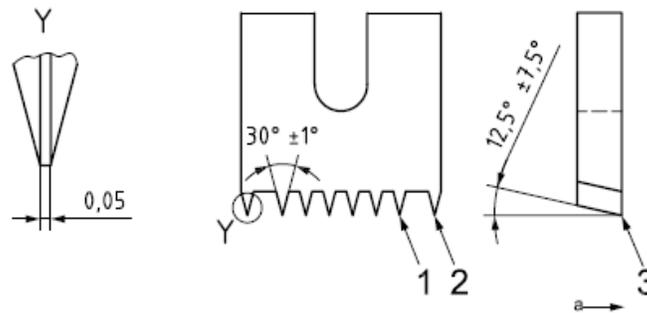
Figura 1 — Ejemplos de herramientas de corte de una sola cuchilla (todas las dimensiones son aproximadas excepto cuando se indican tolerancias de manera específicamente)

La herramienta de corte multicuchilla debe tener seis bordes cortantes espaciados 1 mm, 2 mm ó 3 mm. Además, son necesarios dos guías (ver figura 2) para facilitar su manipulación. Los bordes guía y los bordes cortantes deben tener el mismo diámetro (ver Figura 2).

Dimensiones en milímetros



a) Herramienta de corte multicuchilla de mano

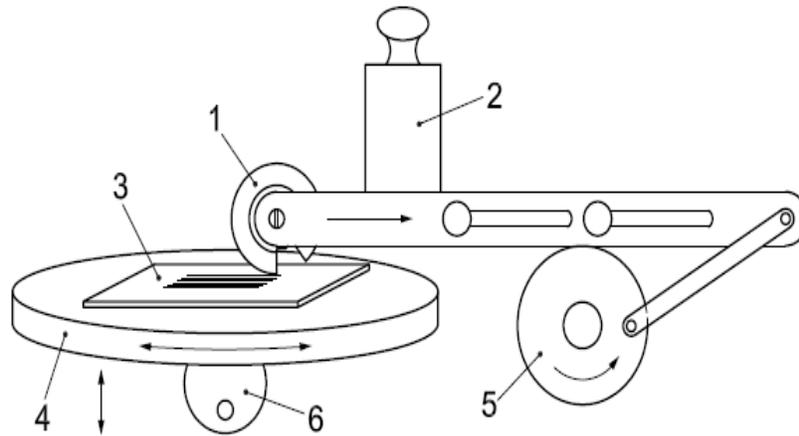


b) Herramienta de corte multicuchilla, utilizada en un aparato accionado por motor

Leyenda

- 1 cuchilla de corte
- 2 borde de la guía
- 3 filos de corte
- a dirección de corte.

Figura 2 – Ejemplos de herramientas de corte de hojas múltiples (todas las dimensiones aproximadas)



Leyenda

- 1 herramienta de corte
- 2 peso
- 3 probeta de ensayo
- 4 soporte giratorio de la probeta de ensayo
- 5 motor
- 6 manija para hacer girar el soporte de la probeta de ensayo

Figura 3 — Aparato accionado por motor

3.3 Guías espaciadores y plantillas guías

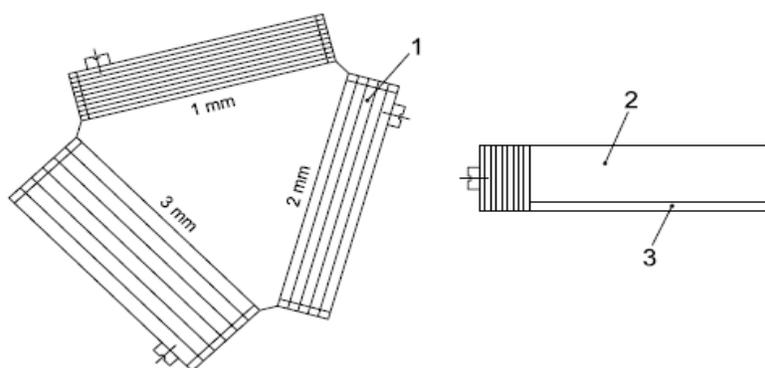
Se debe emplear una serie guías espaciadores y plantillas guías con el fin de espaciar los cortes correctamente cuando se utiliza una herramienta de corte de una sola cuchilla.

En la figura 4a) se muestra un utensilio plegable adecuado para utilizar con herramientas de corte sencillo manuales (véase 3.2.2.1).

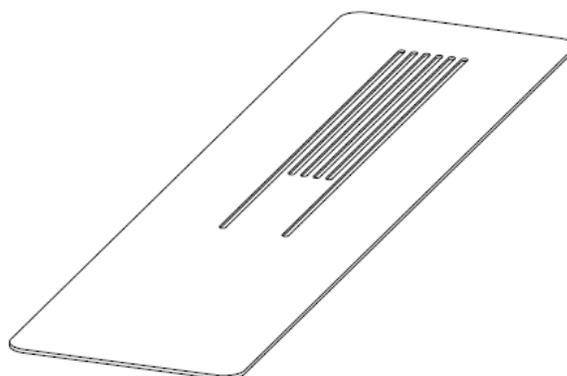
En la figura 4b) se muestra una serie de plantillas guías adecuadas para utilizar con los cortadores con una cuchilla rígida y con perfil en forma de V (véase 3.2.2.3).

3.4 Lente de inspección

Se utiliza una lente, manual, de 2 ó 3 aumentos.



a) Series de bordes espaciadores



b) Serie de guías espaciadoras

Leyenda

- 1 bordes espaciadores para cortes de 1 mm, 2 mm y 3 mm
- 2 láminas de plástico o acero
- 3 caucho

Figura 4 – Ejemplos de bordes y guía espaciadores**4 Toma de muestras**

Se toma una muestra representativa del producto a ensayar, conforme a la norma NC-ISO 15528.

Se examina y prepara cada muestra para el ensayo, conforme a la norma NC-ISO 1513.

5 Probetas de ensayo**5.1 Sustrato**

Se seleccionará el sustrato a partir de uno de los descritos en la norma NC-ISO 1514.

Las probetas deberán ser lisas y no presentar ninguna deformación. Sus dimensiones deben ser tales que sea posible realizar el ensayo en tres puntos diferentes, separados entre sí y del borde la probeta, por lo menos, 5 mm.

Cuando las probetas sean de un material relativamente blando, como la madera, el espesor mínimo debe ser de 10 mm.

Cuando las probetas sean de un material duro, el espesor mínimo será de 0,25 mm.

NOTA 1 Las probetas rectangulares de dimensiones aproximadas 150 mm x 100 mm han resultado ser adecuadas.

NOTA 2 Cuando se utilizan probetas de madera, la dirección y la estructura de la veta pueden influir en el ensayo. Una veta demasiado marcada implicará una evaluación imposible.

5.2 Preparación y pintado

Se prepara cada probeta de ensayo conforme a la norma NC-ISO 1514 y se pinta, según el método especificado con el producto o sistema a ensayo.

5.3 Secado

Se seca (o se cura en una estufa) y se envejece (si es aplicable) cada probeta pintada durante el tiempo especificado y en las condiciones especificadas.

5.4 Espesor del recubrimiento

Se determina el espesor del revestimiento seco, en micrómetros, conforme a uno de los procedimientos especificados en la norma NC-ISO 2808. Se realiza la medición donde se realizarán los cortes transversales, o lo más cerca posible de éstos. El número de mediciones para determinar el espesor del recubrimiento depende del método utilizado.

6 Procedimiento

6.1 Generalidades

6.1.1 Condiciones de ensayo y número de determinaciones

Se realiza el ensayo a una temperatura de (23 ± 2) °C y una humedad relativa de (50 ± 5) %. En los ensayos de campo, se aplicarán las condiciones ambientales, y deben ser medidas y registradas [véase el epígrafe 10, literal d)].

6.1.2 Acondicionamiento de las probetas de ensayo

Se acondicionan las probetas de ensayo inmediatamente antes de la realización del ensayo a una temperatura de (23 ± 2) °C y una humedad relativa de (50 ± 5) % durante un mínimo de 16 h.

6.1.3 Número de incisiones

Se deben realizar seis incisiones en cada dirección de la red cuadrada.

6.1.4 Espaciado entre las incisiones

El espaciado entre las incisiones de cada dirección debe ser el mismo y debe depender del espesor del recubrimiento y del tipo de sustrato según se indica a continuación:

hasta 60 µm: espaciado de 1 mm, para sustratos duros (por ejemplo, metal y plásticos);

hasta 60 µm: espaciado de 2 mm, para sustratos blandos (por ejemplo, madera y yeso);

61 µm a 120 µm: espaciado de 2 mm, para ambos sustratos duros y blandos;

121 µm a 250 µm: espaciado de 3 mm, tanto para sustratos duros como para sustratos blandos.

El ensayo de corte por enrejado no es adecuado para recubrimientos de espesores totales mayores de 250 µm.

NOTA Para obtener recubrimientos de espesor total mayor que 250 µm, puede ser utilizado el método de corte en X como se describe en la norma ISO 16276-2 [2].

6.1.5 Número de determinaciones

Para ensayos de rutina, se lleva a cabo una única determinación.

Si es necesaria una mayor precisión, el ensayo se realiza, en al menos, tres lugares diferentes (véase 5.1) de la probeta. Si los resultados no coinciden, dando diferencias mayores de una unidad de clasificación, se repite el ensayo en otros tres lugares distintos, utilizando diferentes paneles si es necesario, y registrando todos los resultados.

6.2 Incisión sobre el recubrimiento utilizando el procedimiento manual

6.2.1 Coloque la probeta de ensayo sobre una superficie rígida y plana para evitar cualquier deformación de la misma durante el ensayo.

6.2.2 Antes de iniciar el ensayo, se inspecciona el borde cortante de la cuchilla y se mantiene su estado mediante afilado o reemplazo.

Se realizan las incisiones manualmente, según el procedimiento especificado.

Si la probeta es de madera o material similar, se realizan las incisiones con un ángulo de 45 ° respecto a la dirección de la veta.

6.2.3 Manteniendo la herramienta de corte (3.2) con el filo en un plano normal (perpendicular) a la superficie de la probeta y utilizando la guía espaciadora adecuada (3.3), se realizan seis incisiones en el recubrimiento con una presión y ritmo uniformes desplazando la herramienta de corte en la dirección de aproximación al operario.

Cada incisión debe continuar hasta sobrepasar las incisiones en aproximadamente 1 mm a 2 mm para conseguir puntos de intersección bien definidos. Todas las incisiones deben profundizar hasta la superficie del sustrato. Sin embargo, la profundidad de inserción en el sustrato deberá ser la menor posible.

Si debido a la dureza del recubrimiento, no es posible profundizar hasta el sustrato, para el ensayo se debe declarar no válido y así se debe hacer constar en el informe de ensayo.

6.2.4 Se repite esta operación realizando otras seis incisiones paralelas, que atraviesen las anteriores en un ángulo de 90 °, para de este modo, formar un enrejado.

6.2.5 Se elimina cualquier fragmento de pintura desprendido en el área de las incisiones. En el Anexo A se dan ejemplos de métodos adecuados. El método para eliminar la pintura desprendida se debe acordar entre las partes interesadas y se debe registrar en el acta del ensayo.

6.3 Incisión en el recubrimiento utilizando una herramienta accionada por motor

Si la herramienta de corte va acoplada con un aparato accionado con motor, se debe asegurar que se respeten los puntos descritos en el manual de procedimiento, en particular con respecto al número y el espaciamiento de las incisiones y el número de ensayos. Cada incisión debe continuar hasta sobrepasar las incisiones perpendiculares en aproximadamente 1 mm a 2 mm para conseguir puntos de intersección bien definidos.

Se elimina cualquier fragmento de pintura desprendido del área de las incisiones. En el Anexo A se dan ejemplos de métodos adecuados. El método para eliminar la pintura desprendida se debe acordar entre las partes interesadas y se debe registrar en el acta del ensayo.

7 Evaluación y expresión de los resultados

Se examina cuidadosamente la parte cortada del recubrimiento bajo una buena iluminación como se especifica en la norma ISO 13076, a simple vista o corregida o, si así se acuerda entre las partes interesadas, con la ayuda de una lente (3.4).

Mientras se lleva a cabo la observación, se va girando la probeta para no restringir dicha observación ni la iluminación a una sola dirección. Se clasifica la superficie de ensayo de conformidad con la Tabla 1, por comparación con las ilustraciones.

NOTA Las informaciones dadas en la Tabla 1 proporcionan una orientación adicional.

La Tabla 1 recoge una clasificación en seis categorías. Las tres primeras son suficientes en la mayoría de los casos y se utilizan si se requiere de una evaluación “pasa / no pasa”. Se pueden dar situaciones especiales, en las que será necesario recurrir a las seis categorías de la tabla.

En caso de un sistema multicapa, se anota la capa intermedia en la que tiene lugar algún desprendimiento.

Si los resultados difieren, se registra cada uno de ellos. En el caso de un sistema multicapa, se anota el lugar donde se produce la separación (entre capas o entre la primera capa y el sustrato).

8 Nomenclatura del resultado de la prueba

Se muestra a continuación una codificación que se puede utilizar para indicar el resultado del ensayo. Debe comprender una referencia a esta norma cubana, una referencia a la herramienta y la clasificación alcanzada. Por ejemplo:

NC-ISO 2409: 2015 - 1a – 2.

Número de esta norma - Herramientas de corte y el método utilizado – Clasificación.

Leyenda para la herramienta de corte y el método utilizado:

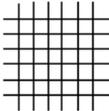
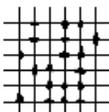
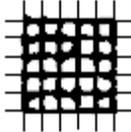
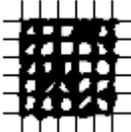
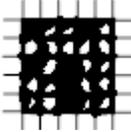
- 1 Herramienta de corte de una sola cuchilla:
 - 1a Herramienta de corte manual de una cuchilla
 - 1b Herramienta de corte de una cuchilla accionada por un motor
 - 1c Cortador con cuchilla rígida con perfil en V (véase 3.2.2.3)
- 2 Herramienta de corte multicuchilla:
 - 2a Herramienta de corte manual multicuchilla

2b Herramienta de corte multicuchilla accionada por un motor

Leyenda para la clasificación de los resultados:

Ver Tabla 1

Tabla 1 – Clasificación de los resultados del ensayo

Clasificación n	Descripción	Aspecto de la superficie de la zona cuadriculada con presencia de descamación ^a (Ejemplo para 6 incisiones paralelas)
0	Los bordes de las incisiones son perfectamente lisos, ningún cuadrado del enrejado se ha desprendido	
1	Se observan ligeros desprendimientos del recubrimiento en las intersecciones de las incisiones. El área de enrejado afectada no es superior al 5 %.	
2	Se observan desprendimientos del recubrimiento en los bordes y/o en las intersecciones de las incisiones. El área de enrejado afectada es mayor del 5% pero no mayor del 15%.	
3	El recubrimiento se ha desprendido parcial o totalmente en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o se ha desprendido parcial o totalmente en distintas partes de los cuadrados. El área de enrejado afectada es mayor de 15% pero no mayor del 35%.	
4	El recubrimiento se ha desprendido en grandes bandas a lo largo de los bordes de las incisiones y/o algunos cuadrados se han desprendido parcial o totalmente. El área afectada es mayor del 35% pero menor del 65%.	
5	Se observa un grado de desprendimiento superior al de la clasificación 4.	-

^a Las figuras son ejemplos de un corte transversal dentro de cada nivel de la clasificación. Los porcentajes indicados se basan en la impresión visual transmitida por las fotos y los mismos porcentajes no necesariamente se reproducen con la imagen digital.

9 Precisión

9.1 Límite de repetibilidad, *r*

El límite de repetibilidad, *r*, es el valor por debajo del cual se puede esperar que se encuentre la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayos individuales, cada uno

correspondiente a la media de ensayos realizados por duplicado, utilizando este método de ensayo bajo las condiciones de repetibilidad, es decir, los resultados de ensayo han sido obtenidos para un material idéntico por un operario en un laboratorio durante un intervalo de tiempo breve, empleando el método de ensayo normalizado. Para este método de ensayo, r es 1 unidad de clasificación, con un 95% de probabilidad.

9.2 Límite de reproducibilidad, R

El límite de reproducibilidad, R , es el valor por debajo del cual se puede esperar que se encuentre la diferencia absoluta entre los resultados de dos ensayos individuales, cada uno correspondiente a la media de ensayos realizados por duplicado, utilizando este método de ensayo bajo condiciones de reproducibilidad, es decir, los resultados de ensayo han sido obtenidos para un material idéntico por distintos operarios en distintos laboratorios, empleando el método de ensayo normalizado. Para este método de ensayo, R , es 2 unidades de clasificación, con un 95 % de probabilidad.

10 Informe del ensayo

El informe del ensayo debe contener al menos la siguiente información:

- a) todos los datos necesarios para identificar el producto ensayado;
- b) una referencia a esta norma cubana (NC-ISO 2409: 2015);
- c) los detalles de la preparación de los paneles de prueba, incluyendo:
 - 1) el material, el espesor y la preparación de la superficie del sustrato (véase 5.1),
 - 2) el método de aplicación del material de recubrimiento al sustrato, incluyendo la duración y las condiciones de secado entre capas en el caso de un sistema multicapa (véase 5.2),
 - 3) la duración y las condiciones de secado (o curado en una estufa) y el envejecimiento (si es aplicable) del recubrimiento antes del ensayo (véase 5.3),
 - 4) el espesor, en micrómetros, del recubrimiento seco y el método de medición utilizado en la norma NC-ISO 2808, y si se trata de un solo recubrimiento o un sistema de multicapa (ver 5.4);
- d) la temperatura y la humedad relativa durante el ensayo, si es diferente de los especificados en el punto 6.1.1;
- e) el tipo de herramienta de corte utilizado y el método de operación (manual o accionado por motor);
- f) los detalles del método utilizado para eliminar la pintura desprendida (ver Anexo A);
- g) los resultados del ensayo, como se indica en el epígrafe 7;
- h) cualquier desviación del procedimiento especificado;
- i) todas las características inusuales (anomalías) observadas durante el ensayo;
- j) la fecha del ensayo.

Anexo A

(Informativo)

Ejemplos de procedimientos adecuados para la eliminación de la pintura desprendida

A.1 Cepillado

Cepille el panel ligeramente con un cepillo suave varias veces hacia atrás y hacia adelante a lo largo de cada una de las diagonales de la zona cuadrangular.

A.2 Uso de cinta adhesiva sensible a la presión

Se coloca el centro de la cinta sobre el enrejado en una dirección paralela a un conjunto de incisiones como se muestra en la figura A.1 y se alisa la cinta en su lugar sobre el área de la cuadrícula.

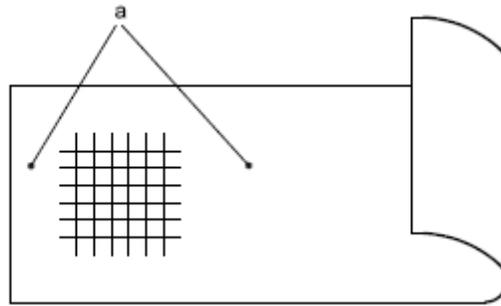
Para asegurar un buen contacto con el recubrimiento, se frota la cinta firmemente con la punta del dedo o la uña.

Después de 5 minutos de aplicada la cinta, se retira la misma agarrando el extremo libre y tirando de ella de manera constante en 0,5 s a 1,0 s en un ángulo lo más cercano posible a 60 ° (véase la figura A.1)

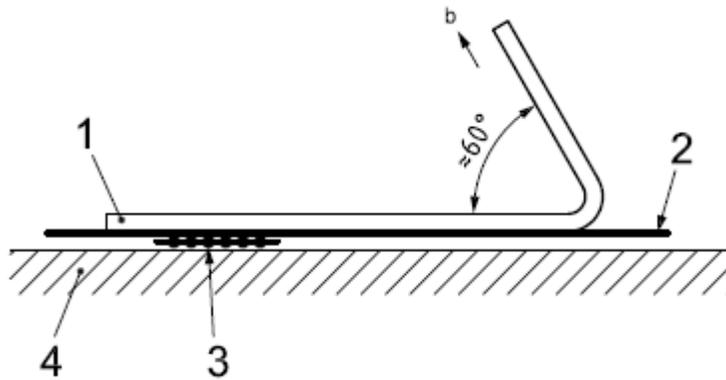
NOTA La operación de aplicar y quitar la cinta puede llevarse a cabo más de una vez, dependiendo del tipo de recubrimiento y la dirección de corte.

A.3 Uso de aire comprimido o nitrógeno

Retire la pintura desprendida con aire comprimido o nitrógeno.



a) Posición de cinta adhesiva con respecto a la cuadrícula



b) Posición inmediatamente antes de retirar la cinta adherida

Leyenda

- 1 cinta
- 2 recubrimiento
- 3 incisiones
- 4 sustrato

a alisado

b dirección de remoción.

Figura A.1 — Posicionamiento de la cinta adhesiva

Bibliografía

- [1] NC-ISO 4624:2009, Pinturas y barnices - Ensayo de adherencia por tracción.
- [2] ISO 16276-2:2007, Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Evaluación y criterios de aceptación de la adherencia/cohesión (resistencia a fracturas) de un recubrimiento. Parte 1: Ensayo de corte por enrejado y ensayo de corte en X.
- [3] NC-ISO 17872:2014, Pinturas y barnices - Directrices para la introducción de marcas de corte sobre recubrimientos aplicados a paneles metálicos para ensayos de corrosión.