

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 1519: 2010  
(Publicada por la ISO en 2002)

---

**PINTURAS Y BARNICES — ENSAYO DE PLEGADO  
(MANDRIL CILÍNDRICO)  
(ISO 1519:2002, IDT)**

Paints and varnishes — Bend test (cylindrical mandrel)

---

ICS: 87.040

1. Edición Septiembre 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](mailto:nc@ncnorma.cu); Sitio Web: [www.nc.cubaindustria.cu](http://www.nc.cubaindustria.cu)



Cuban National Bureau of Standards

## NC-ISO 1519: 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 Químicas
  - 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 1519:2002 *Paints and varnishes. Bend test (cylindrical mandrel)*
- Sustituye a la NC-ISO 1519:1999 Pinturas y barnices – Ensayos de plegado (mandril cilíndrico).

#### © 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

Esta Norma Cubana es una de las cinco normas que especifican procedimientos de ensayo empíricos para evaluar la resistencia de los recubrimientos de pinturas, barnices y productos relacionados al agrietamiento y/o desprendimiento del sustrato cuando se someten a diferentes condiciones de deformación.

Las otras cuatro son:

- *ISO 1520, Pinturas y barnices. Ensayo de embutición.*
- *ISO 6272-1, Pinturas y barnices. Ensayos de deformación rápida. Parte 1: Ensayo de caída de una masa sobre una superficie importante.*
- *ISO 6272-1, Pinturas y barnices. Ensayos de deformación rápida. Parte 1: Ensayo de caída de una masa sobre una superficie reducida.*
- *ISO 6860, Pinturas y barnices. Ensayo de plegado (mandril cónico)*

El método elegido dependerá de la característica a medir y será acordado entre las partes interesadas. En principio, todos estos ensayos difieren los unos de los otros sobre el mandril cilíndrico en condiciones normalizadas.

**PINTURAS Y BARNICES — ENSAYO DE PLEGADO (MANDRIL CILÍNDRICO)****1 Objeto y campo de aplicación**

Esta Norma Cubana especifica el procedimiento de ensayo empírico para evaluar la resistencia de los recubrimientos de pinturas, barnices y productos relacionados al agrietamiento y/o al desprendimiento del sustrato cuando se someten a un proceso de plegado sobre mandril cilíndrico en condiciones normalizadas.

Para sistemas multicapa, puede ensayarse cada capa por separado, o el sistema completo.

El método que se especifica puede realizarse:

- como un ensayo “pasa/no pasa”, realizándose el ensayo con un solo mandril de tamaño especificado, para determinar si cumple con un requisito particular;
- o repitiendo un procedimiento, empleando sucesivamente mandriles de menor diámetro, hasta determinar el diámetro del primer mandril sobre el cual se agrieta el revestimiento y/o se desprende el sustrato.

Se especifican dos tipos de aparatos, el de tipo 1 es apropiado para paneles de ensayo de 0,3 mm de espesor como máximo, y el tipo 2 para paneles de ensayo con un espesor de hasta 1,0 mm. Aunque ambos tipos han demostrado alcanzar resultados para un mismo recubrimiento, en general se empleará sólo uno de ellos para ensayar un producto determinado.

**2 Normas para consulta**

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma. En el momento de la publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta Norma Cubana deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación.

ISO 1513:1992/Corr.1:1994 – Pinturas y barnices. Examen y preparación de muestras para ensayo.

ISO 1514:2004 – Pinturas y barnices. Probetas normalizadas de ensayo.

ISO 2808:2007 – Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.

ISO 3270:1984 – Pinturas, barnices y sus materias primas. Temperaturas y humedades para acondicionamiento y ensayo.

ISO 15528:2000 – Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices. Toma de muestras.

**3 Información adicional requerida**

Para cualquier aplicación particular, el método de ensayo especificado en esta Norma Cubana necesita completarse con información adicional.

El anexo A proporciona los elementos de dicha información.

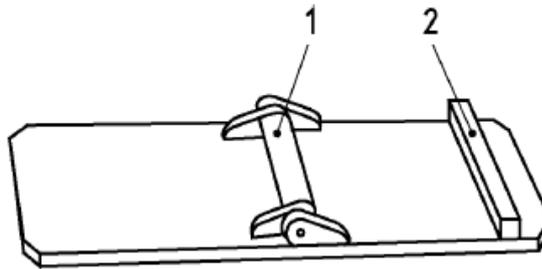
## 4 Aparatos

### 4.1 Aparatos para el ensayo de plegado

**4.1.1 Material:** Los mandriles de los dos tipos de aparatos que se especifican a continuación deben estar contruidos a partir de materiales rígidos y resistentes a la corrosión, por ejemplo, de acero inoxidable.

**4.1.2 Dispositivo de ensayo de mandril tipo 1:** En las figuras 1 y 2 se representa un ejemplo de este dispositivo de ensayo. Se emplea normalmente con paneles de ensayo de un espesor de 0,3 mm como máximo. Consta de un conjunto de bisagras, de forma que cada una incorpora un mandril cilíndrico. El diámetro de los mandriles es de: 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm y 32 mm respectivamente, con la tolerancia de  $\pm 0,1$  mm. Las medidas de los aparatos no son críticas, con excepción de la distancia entre la superficie del mandril y los planos de las bisagras, que debe ser de  $(0,55 \pm 0,05)$  mm. El mandril debe tener rotación libre sobre su eje y el aparato debe disponer de un tope para el panel de ensayo con el fin de asegurar que, cuando éste se pliega, sus dos partes resultan paralelas.

**NOTA:** Especialmente para el mandril de 2 mm, es importante asegurar que no se produce deformación del mandril durante el proceso de plegado, y que no se emplea ningún mandril que presente deformación.



#### Leyenda

- 1 Mandril
- 2 Tope de altura similar al mandril

**Fig.1 — Aparato para ensayo de plegado tipo 1**

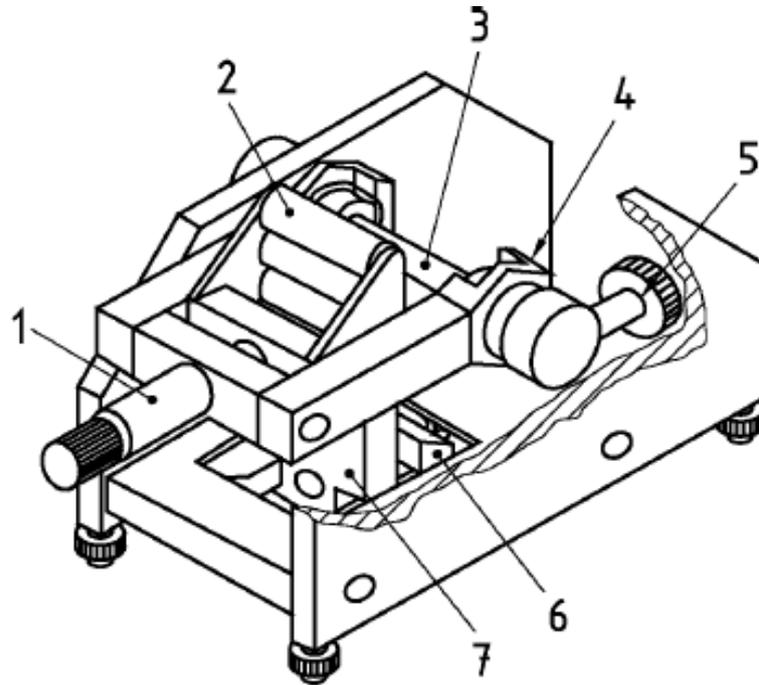


**Fig.2 — Aparato para ensayo de plegado tipo 1 en uso**

**4.1.3 Dispositivo de ensayo de mandril tipo 2:** En las figuras 3 y 4 se representa un ejemplo de este dispositivo de ensayo. Se emplea normalmente con paneles de ensayo de espesor máximo. Con recubrimientos sobre metales blandos, como, por ejemplo, aluminio, o sobre materiales plásticos, pueden emplearse paneles de mayor espesor, siempre que se asegure que no se produce deformación del mandril (véase el apartado 6.3). El diámetro de los mandriles es de 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm y 32 mm respectivamente, con una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm.

**NOTA 1:** Con el dispositivo de ensayo tipo 2, pueden utilizarse mandriles de otros diámetros acordados entre las partes.

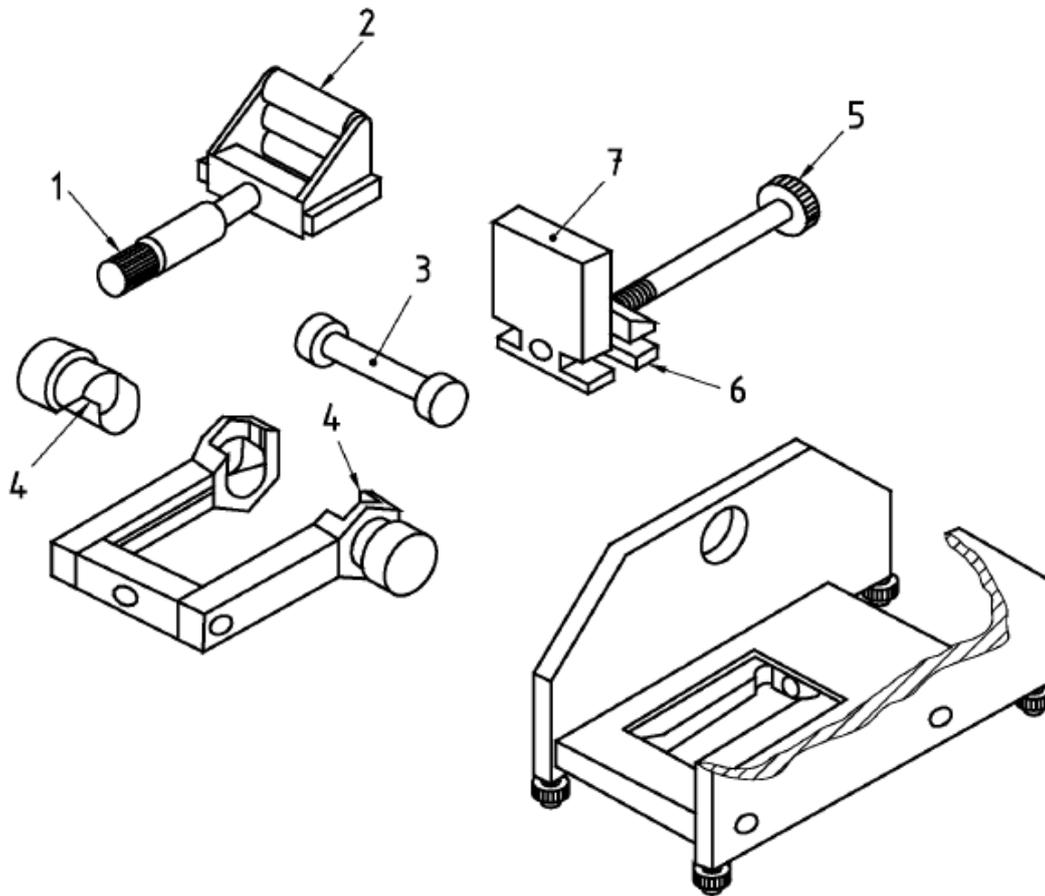
**NOTA 2:** Representado en la figura 4, está constituida por tres rodillos de PVC dispuestos uno junto al otro sobre soportes pivotantes. De este modo, el recubrimiento no se expone al deterioro o esfuerzo de cizalla durante el ensayo.



**Leyenda**

- 1 Manivela
- 2 Pieza de doblado
- 3 Mandril
- 4 Soporte del mandril
- 5 Tornillo de ajuste
- 6 Mordaza
- 7 Tope

**Fig.3 — Ejemplo de un dispositivo de ensayo de plegado de mandril tipo 2**



### Leyenda

- 1 Manivela
- 2 Pieza de doblado
- 3 Mandril
- 4 Soporte del mandril
- 5 Tornillo de ajuste
- 6 Mordaza
- 7 Cojinete de empuje

**Fig.4 — Dispositivo de ensayo mostrado en la figura 3, desmontado**

### 4.2 Cámara de temperatura controlada

Se requiere, cuando se especifique, que el ensayo tiene que realizarse a cualquier temperatura distinta de  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  y a una humedad relativa distinta a  $(50 \pm 5) \%$ . La cámara consiste en una estufa o refrigerador cuya temperatura puede controlarse con una desviación máxima de  $\pm 1 ^\circ\text{C}$  respecto a la requerida para el ensayo.

Debe instalarse un sistema de lectura o registro de temperatura cuyo sensor se encuentre próximo al recubrimiento sometido a ensayo.

**NOTA:** Para cualquier ensayo de plegado sin modificar la temperatura de ensayo, puede ser útil un sistema de control remoto adecuado, mediante el cual se pueda realizar el plegado del panel de ensayo sin necesidad de abrir la cámara.

## 5 Toma de muestras

Se toma una muestra representativa del producto que se va a ensayar (o de cada producto, en caso de sistemas multicapa) de acuerdo con la Norma ISO 15528.

Se examina y prepara cada muestra para ensayo, de acuerdo con la Norma ISO 1513.

## 6 Paneles de ensayo

### 6.1 Sustrato

Al menos que se especifique o acuerde lo contrario, los paneles de ensayo deben ser de acero, de hojalata o de aluminio, de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 1514.

Los sustratos de plástico también son adecuados y pueden emplearse si existe acuerdo entre las partes interesadas.

### 6.2 Generalidades

Los paneles de ensayo deben ser planos y sin deformaciones y tanto su superficie frontal como posterior debe estar exenta de arrugas y grietas visibles.

### 6.3 Forma y dimensiones

Los paneles de ensayo deben ser rectangulares. Las medidas dependerán del tipo de dispositivo de ensayo: 0,3 mm de espesor (para el tipo 1) o 1,0 mm (para el tipo 2), salvo que se especifique lo contrario. En el caso de paneles de plástico, puede utilizarse un espesor de hasta 4,0 mm.

Los paneles de ensayo pueden cortarse con el tamaño apropiado después de ser pintados y secados, siempre que no tenga lugar deformación alguna. Cuando se empleen paneles de aluminio, su medida mayor debe ser paralela a la dirección longitudinal del proceso de laminación.

El espesor y tipo de sustrato deben anotarse en el informe de ensayo.

### 6.4 Preparación y recubrimiento de los paneles

Los paneles de ensayo, salvo acuerdo contrario, se preparan de acuerdo con la Norma ISO 1514 y se recubren mediante el método especificado con el producto o sistema que se va a ensayar.

Si el producto se aplica a brocha, las marcas de la brocha deben ser paralelas a la dimensión mayor del panel.

### 6.5 Secado y acondicionamiento

Cada panel de ensayo recubierto se seca (o cura en la estufa) y envejece, si procede, durante el período y las condiciones que se especifiquen. Ante de realizar el ensayo, salvo acuerdo contrario, se acondicionan los paneles recubiertos a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  °C y a una humedad relativa de  $(50 \pm 5)$  % (véase la Norma ISO 3270) durante 16 h como mínimo.

### 6.6 Espesor del recubrimiento

Se determina el espesor del recubrimiento seco, en micrómetros, de acuerdo con uno de los procedimientos especificados en la Norma ISO 2808.

## 7 Procedimiento operatorio

### Condiciones de ensayo

El ensayo se realiza, salvo acuerdo contrario, a  $(23 \pm 2)$  °C de temperatura y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa (véase la Norma ISO 3270).

### 7.2 Procedimiento operatorio para un solo mandril de tamaño especificado

#### 7.2.1 Generalidades

Se lleva a cabo el procedimiento descrito en los apartados 7.2.2, 7.2.3 ó 7.2.4 sobre los paneles de ensayo diferentes y, posteriormente, éstos se examinan según se indica en el apartado 7.2.5. Si los resultados difieren entre sí, se deben realizar ensayos adicionales.

**7.2.2 Ensayos con el aparato de tipo 1:** Se abre completamente el aparato, provisto con el mandril apropiado, y se inserta el panel, de modo que pueda plegarse con su superficie recubierta hacia fuera.

Se cierra el aparato a velocidad constante, sin sacudidas, empleando para ello un tiempo total de 1 s a 2 s, de forma que al hacerlo el panel sufra un plegado sobre el mandril con un ángulo de 180°.

**7.2.3 Ensayos con el aparato de tipo 2:** Se fija el dispositivo de ensayo (véase la figura 3), por ejemplo, cerca del borde de una bancada, de manera que no pueda desplazarse durante el procedimiento de ensayo y se pueda operar libremente sobre la manivela. Se inserta el panel de ensayo, desde arriba, entre la pieza de doblado y el mandril, así como entre la mordaza y el cojinete de empuje, con la superficie cubierta a ensayar hacia el lado opuesto del mandril. Utilizando el tornillo de ajuste, se desplaza el cojinete de empuje de forma que el panel de ensayo quede en posición vertical, en contacto con el mandril. Se fija el panel de ensayo en esta posición mediante el giro del tornillo de ajuste de la mordaza. Empleando la manivela, se desplaza la pieza de doblado justo hasta que ésta toque al recubrimiento. El plegado se realiza accionando la manivela, a velocidad constante, hasta un ángulo de 180°, en un tiempo de 1 s a 2 s, doblando así el panel de ensayo a 180°.

**NOTA:** Con el objeto de proteger el recubrimiento de arañazos durante el giro, se puede colocar un trozo de papel fino entre la pieza de doblado y el soporte del panel.

Una vez realizado el plegado, se libera el panel de ensayo del dispositivo de ensayo volviendo la manivela a su posición inicial, a continuación se retira la pieza de doblado y la mordaza aflojando los elementos correspondientes (manivela, tornillo de ajuste).

**7.2.4 Ensayo a temperatura diferentes de  $(23 \pm 2)$  °C:** Se coloca el panel en el aparato de tipo 1 o tipo 2, en posición tal que, al ser plegado, quede con la superficie recubierta hacia fuera. Se lleva el dispositivo de ensayo con el panel montado a la cámara de ensayo, previamente ajustada a la temperatura especificada. Transcurridas 2 h, con el panel en el interior aún de la cámara a la temperatura especificada, se realiza el plegado (véase apartados 7.2.2 ó 7.2.3) en un tiempo de 1 s a 2 s, hasta producir un plegado de 180°. Es esencial que la puerta de la cámara se mantenga cerrada desde el momento en que se introduce el aparato hasta inmediatamente antes de la operación de plegado.

**7.2.5 Examen del panel de ensayo:** El recubrimiento se examina inmediatamente después de su plegado en buenas condiciones de iluminación y, en el caso de haber empleado el dispositivo de tipo 1, sin retirar el panel de ensayo. La observación se realizará a simple vista o, por acuerdo, con

una lente de 10 aumentos, examinando el recubrimiento en busca de grietas y/o desprendimientos del sustrato, sin tener en cuenta el estado del mismo a menos de 10 mm de los bordes del panel.

Si se emplea una lente de aumento en el examen, es esencial hacer mención de este hecho en el informe del ensayo, para evitar así comparaciones con los resultados obtenidos a simple vista.

### **7.3 Procedimiento para determinar el diámetro del mandril que produce el fallo**

Se sigue el procedimiento apropiado, según los apartados 7.2.2, 7.2.3 ó 7.2.4 sobre diferentes paneles de ensayo y se examina cada uno como se indica en el apartado 7.2.5, utilizando sucesivamente mandriles de menor diámetro hasta que el recubrimiento resulte afectado con grietas y/o se desprenda del sustrato. Se anota el diámetro del primer mandril que causa agrietamiento y se confirma el resultado repitiendo el procedimiento con el mismo mandril sobre un panel nuevo. En el caso de no llegar a producirse fallo ni siquiera con el mandril menor, se anota este hecho.

## **8 Expresión de los resultados**

### **8.1 Mandril único**

Se anota el resultado del examen de los paneles, (véase el apartado 7.2.5) en términos del agrietamiento y/o desprendimiento del recubrimiento, con la medida del mandril especificado.

### **8.2 Diámetro del primer mandril que provoca fallo**

Se anota como resultado el diámetro del primer mandril con el que el recubrimiento se agrieta y/o se desprende del sustrato, o el hecho de que el fallo no se produce con el mandril de menor diámetro utilizado, en cuyo caso se debe indicar el diámetro de dicho mandril.

## **9 Precisión**

No se dispone, actualmente, de datos relativos a la precisión aunque estos métodos de ensayo se han utilizado durante muchos años y se consideran válidos para evaluar la resistencia al agrietamiento de los recubrimientos.

## **10 Informe de ensayo**

El informe de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) una referencia a esta Norma Cubana (NC ISO 1519:2010);
- b) todos los detalles necesarios para la identificación del producto ensayado;
- c) la información adicional que figura en el anexo A;
- d) una referencia a la norma nacional o internacional, a la especificación del producto o a cualquier otro documento que aporte la información referida en el punto c);
- e) cualquier desviación, acordada o no, respecto al método de ensayo especificado;
- f) el resultado del ensayo expresado de acuerdo con el capítulo 8 (indicando si la observación se realizó a simple vista o con lente de aumento);
- g) la fecha del ensayo.

**Anexo A**  
(Normativo)

**Información adicional requerida**

Debe proporcionarse la siguiente información adicional:

**NOTA:** La información requerida debería, preferiblemente, ser objeto de acuerdo entre las partes interesadas y puede derivar, en parte o en su totalidad, de una norma nacional o internacional o de cualquier otro documento relativo al producto sometido a ensayo.

- a) naturaleza, espesor y preparación de superficie del sustrato;
- b) tipo de aparato empleado (tipo 1 o tipo2);
- c) espesor, en micrómetros, del recubrimiento seco, indicando el método de medición, y si se trata de una capa individual o de un sistema multicapa;
- d) duración y condiciones de secado o curado en estufa del panel recubierto antes del ensayo (o en condiciones de tamaño y envejecimiento, si procede);
- e) tamaño especificado del mandril que se va a emplear en el ensayo, cuando así se requiera;
- f) temperatura a la que tiene que realizarse el ensayo.