

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
176:2000**

**PLÁSTICOS. DETERMINACIÓN
DE LA TEMPERATURA
DE DEFLEXIÓN BAJO CARGA**



ASOQUIM

asociación venezolana de la
industria química y petroquímica



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 176-81 **Plásticos. Determinación de la temperatura de deflexión bajo carga**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT37 Polímeros. Resinas termoplásticas**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre la **Asociación Venezolana de la Industria Química y Petroquímica, (ASOQUIM)** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° 2000-08 de fecha **23/08/2000**.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades: Corporación Americana de Resinas, C.A. (**CORAMER**); Investigación y Desarrollo, C.A. (**INDESCA**); Teleplastic, C.A.; Universidad Simón Bolívar; **INTEVEP**.



**NORMA VENEZOLANA
PLÁSTICOS. DETERMINACIÓN
DE LA TEMPERATURA DE DEFLEXIÓN
BAJO CARGA**

**COVENIN
176:2000
(1^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana establece un método de ensayo para la determinación de la temperatura a la cual ocurre una deformación establecida, cuando la muestra se somete a condiciones específicas de carga y aumento progresivo de temperatura.

1.2 Este método aplica a materiales moldeados y en forma de láminas disponibles en espesores de 3 mm o más, los cuales son rígidos o semirígidos a temperatura ambiente.

1.3 Este método no es recomendable en su aplicación para laminados ni plásticos reforzados con fibra.

1.4 Este método es particularmente útil para el control y desarrollo de materiales plásticos. Los datos obtenidos por este ensayo no son apropiados para estimar el desempeño de materiales plásticos a altas temperaturas; excepto en aquellas aplicaciones donde los factores de tiempo, temperatura, manera de aplicar la carga y esfuerzo nominal en la superficie de la probeta, son las especificadas en este método. Los datos generados pudieran no ser apropiados para el diseño de piezas o en la predicción de su durabilidad a elevadas temperaturas.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban vigentes para el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

2.1 Normas Venezolanas COVENIN

COVENIN 64:1996 Plásticos. Acondicionamiento de las muestras para los ensayos.

COVENIN 244:1998 Fertilizantes. Muestreo.

COVENIN 1898-82 Especificaciones para termómetros.

COVENIN 3133/1:1997 Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo indexados por nivel o de calidad aceptable para inspección por lote.

2.2 Otras normas

Hasta tanto no se aprueben las Normas Venezolanas COVENIN respectivas, se deben consultar las siguientes normas.

ASTM E 1137-97 Standard Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers.

ISO 293:1986 Plastics - Compression moulding test specimens of thermoplastics materials.

ISO 294:1995 Plastics - Injection moulding of test specimens of thermoplastics materials.

ISO 2818:1994 Plastics - Preparation of test specimens by machining.

ISO 3167:1993 Plastics - Multipurpose test specimens.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Deflexión: Desviación de la posición inicial en la superficie de la probeta, medida en el punto de aplicación de la carga y expresada en milímetros (mm).

3.2 Deflexión estándar: Deflexión medida en la superficie de la probeta para la cual se alcanza una deformación en flexión del 0,2%. Esta deflexión depende de las dimensiones de la probeta, de su posición y de la separación entre los soportes. Se expresa en milímetros (mm).

3.3 Temperatura de deflexión bajo carga: Temperatura a la cual la deflexión de la probeta alcanza la deflexión estándar, a medida que aumenta la temperatura. Se expresa en grados centígrados (°C).

3.4 Esfuerzo de flexión: Esfuerzo nominal sobre la superficie de la probeta en el punto de aplicación de la fuerza y viene expresada en megapascales (MPa).

3.5 Deformación en flexión: Cambio fraccional nominal de la longitud de un elemento en la superficie de la probeta en el punto de aplicación del esfuerzo. Este se expresa como una cantidad adimensional.

4 MUESTREO

La toma de muestra se realiza en acuerdo con la norma COVENIN 244 y los planes de muestreo de acuerdo con la norma COVENIN 3133/1.

5 APARATOS

5.1 Equipo para la aplicación de un esfuerzo de flexión

5.1.1 El equipo debe construirse de manera similar al mostrado en la Figura 1. Este consiste en un marco metálico en el cual una varilla puede moverse libremente en la dirección vertical. La varilla está equipada con un soporte para la carga y una arista de contacto. La base del marco metálico está equipado con dos soportes para la probeta; éstos y los componentes verticales del marco están hechos de un metal que posee un coeficiente lineal de expansión térmica similar al de la varilla.

5.1.2 Los soportes de la probeta consisten en piezas metálicas cilíndricas colocadas a una distancia establecida por esta norma y de manera tal que hagan contacto con la probeta en el plano horizontal. Dichos soportes están colocados en la base del marco metálico, de forma que la fuerza aplicada por la varilla de carga quede ubicada equidistante de los puntos de soporte. La superficie de contacto de los soportes y de la arista de contacto de la varilla de carga debe ser redondeada a un radio de $3,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ y deben ser más largos que el ancho de las probetas.

5.1.3 La separación entre los soportes debe ser $64 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ si la probeta se ensaya apoyada en su lado más ancho o dimensión b (véase Figura 1). Si la probeta se ensaya apoyada de canto, dimensión h , la separación entre los soportes será de $100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

5.2 Equipo de calentamiento

5.2.1 El equipo para el calentamiento puede ser un baño que contenga un medio o líquido de transferencia de calor apropiado (véase punto 6), un lecho fluidizado o un horno con circulación forzada de aire o nitrógeno.

5.2.2 Cuando se utilice un baño de calentamiento, la probeta debe sumergirse como mínimo 50 mm en el líquido y debe garantizarse una agitación eficiente dentro del baño. Cuando se utilice un horno, este debe tener circulación forzada de aire o nitrógeno a 60 veces por minuto de un volumen no menor de 10 litros, con el flujo dirigido perpendicularmente a la longitud de la probeta a una velocidad de 1,5 a 2,0 m/s.

5.2.3 El equipo de calentamiento debe estar provisto de un sistema de control de temperatura que permita elevar la misma a una velocidad uniforme de $120 \text{ °C/h} \pm 10 \text{ °C/h}$. Se considera que se ha alcanzado esta velocidad de calentamiento si en cada intervalo de 6 minutos durante el ensayo, el cambio de temperatura es de $12 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$.

5.2.4 El sistema debe estar provisto de un registrador automático de temperatura, a la cual se alcanza la deflexión estándar. Adicionalmente, el sistema debe poseer un dispositivo de seguridad o termostato que suspenda el calentamiento si la temperatura sobrepasa un límite preestablecido.

5.2.5 El sistema debe contar con un dispositivo medidor de temperatura, una termocupla, un termómetro de resistencia (RTD) o algún termómetro adecuado que cubra el rango que se quiera medir. El termómetro

debería ser alguno de los siguientes, o su equivalente, de acuerdo con la especificación E1 de la norma COVENIN 1898: termómetro 1C ó 2C que tengan rangos desde -20°C a 150°C o desde -5°C a 300°C , respectivamente. La termocupla, termómetro de resistencia y sus sistemas electrónicos relacionados deberían tener una precisión de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Los termómetros de resistencia deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM 1137. El sensor de temperatura o el bulbo del termómetro debe colocarse tan cercano como sea posible de la probeta de ensayo, pero en ningún caso en contacto directo con ella.

5.3 Pesos

Se debe contar con una serie de pesos que permitan cargarle a la probeta el esfuerzo nominal superficial requerido, seleccionado de los que se especifican en el punto 9.1.

5.4 Medidor de deflexión

Micrómetro de dial calibrado u otro instrumento adecuado capaz de medir la deflexión en el punto medio entre los soportes de la probeta con una precisión de 0,01 mm.

NOTA 1: En ciertos tipos de aparatos de medición, el resorte ejerce una fuerza positiva o negativa que debe ser determinada en magnitud y dirección a fin de compensar la misma en el cálculo de la fuerza a ser aplicada (véase punto 9.1). Dado que en algunos instrumentos la referida fuerza varía considerablemente en el rango de medición, ésta debe ser determinada en el rango en el cual será utilizado dicho instrumento.

5.5 Micrómetro o Calibrador

Estos son utilizados para medir las dimensiones principales de la probeta (b , h y l) y deben tener una apreciación de $\pm 0,01$ mm.

6 REACTIVO

Medio de transferencia de calor, diversos líquidos tales como aceite de silicona, glicerina, etilenglicol y aceite mineral, han demostrado ser los más apropiados para varios plásticos. El medio usado debe estar libre de contaminaciones, no debe afectar las propiedades del material en corto tiempo a temperaturas elevadas y debe presentar una baja viscosidad a temperatura ambiente.

7 MUESTRA A ENSAYAR

7.1 Se deben utilizar al menos dos probetas para cada muestra. Cada probeta debe ser una barra de sección transversal rectangular (longitud l , ancho b , y espesor h), debe tener caras planas paralelas y debe estar libre de defectos superficiales. Las dimensiones b y h en el tercio central de las probetas no debe desviarse más del 2 % del valor medio de las mismas a lo largo de las probetas.

7.2 Las dimensiones de las probetas dependen del tipo de ensayo realizado; lo cual está definido por el lado de la probeta que está sometido al esfuerzo.

7.2.1 Si la probeta se ensaya apoyada en su lado más ancho (dimensión b) la longitud l de la misma debe ser $80\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$, el ancho (dimensión b) debe ser $10,0\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$ y el espesor (dimensión h) debe ser $4,0\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$. El uso de esta posición de apoyo y tipo de probeta tiene ventajas y facilidades experimentales con respecto a la referida en el punto 7.2.2.

7.2.2 Si la probeta se ensaya apoyada de canto, en su espesor (dimensión h), la longitud l de la misma debe ser $120\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$, el ancho (dimensión b) debe estar entre $9,0\text{ mm}$ y $15,0\text{ mm}$ y el espesor (dimensión h) debe estar entre $3,0\text{ mm}$ y $6,0\text{ mm}$.

NOTA 2 – Los resultados obtenidos con probetas de espesores cercanos a 13 mm pueden estar entre 2°C a 4°C por encima de los obtenidos a partir de probetas de menor espesor, debido a problemas de transferencia de calor.

7.3 Si las muestras están en la forma de polvo o gránulos, éstas deben ser moldeadas de acuerdo con lo especificado en las normas ISO 293, ISO 294, ISO 2818 ó ISO 3167, a las dimensiones establecidas en los puntos 7.2.1 y 7.2.2 ó como acuerden las partes interesadas, si no hay especificaciones para el material.

7.4 En el caso de probetas moldeadas por compresión, el espesor debe estar en la dirección de la fuerza de moldeo. Para materiales en forma de láminas el espesor de las probetas debe estar entre 3 mm y 13 mm, preferiblemente entre 4 mm y 6 mm.

NOTA 3: Cuando se ensayan probetas moldeadas, el resultado obtenido depende de las condiciones de moldeo, las cuales deben ser acordadas entre las partes interesadas. En otros casos se recomienda acondicionar las probetas mediante un recocido previo al ensayo, cuyas condiciones también deben ser acordadas entre las partes interesadas.

8 ACONDICIONAMIENTO

Las probetas deben acondicionarse durante un mínimo de 4 horas y a la atmósfera estándar definida en la norma COVENIN 64.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Cálculo de la fuerza a ser aplicada

9.1.1 El máximo esfuerzo nominal superficial aplicado debe ser alguno de los siguientes:

Método A: aplica un esfuerzo de 1,80 MPa;

Método B: aplica un esfuerzo de 0,45 MPa;

Método C: aplica un esfuerzo de 8,00 MPa.

9.1.2 Las dimensiones de las probetas (l , b y h) son las dadas en el punto 7.2. La separación entre los soportes de la probeta (L) son los dados en el punto 5.1.3.

9.1.3 La fuerza que se le aplicará a la probeta, en Newtons, es función del esfuerzo de flexión y viene dada por las siguientes ecuaciones:

$$F = \frac{2\sigma \times b \times h^2}{3L}$$

cuando las probetas se ensayan por su lado más ancho; y

$$F = \frac{2\sigma \times h \times b^2}{3L}$$

cuando las probetas se ensayan apoyadas en su canto.

Donde:

σ es el esfuerzo máximo nominal en la superficie de la probeta, expresado en Megapascales (MPa)

b es el ancho de la probeta, expresado en milímetros

h es el espesor de la probeta, expresado en milímetros

L es la separación entre los soportes de la probeta, expresada en milímetros

El efecto de la masa m_e que aplica la fuerza F en el ensayo debe ser tomada en consideración como contribuyente a la fuerza del ensayo.

La masa adicional de peso requerida m_{Req} para completar la fuerza necesaria para el ensayo, se puede determinar a través de la siguiente expresión:

$$m_{Req} = \frac{(F - F_D)}{9,80665} - m_e$$

Donde:

F = Fuerza total aplicada a la probeta, en newtons

F_D = Fuerza ejercida por el dispositivo de penetración y medición, en newtons

m_e = Masa del ensamble aguja – varilla, en kilogramos

m_{Req} = Masa requerida para obtener la fuerza deseada, en kilogramos.

NOTAS:

4: El valor de la fuerza ejercida, F_D , es positivo si el avance del resorte se dirige a la probeta (descendente), es negativo si el avance del resorte se opone al descenso de la varilla o es cero si el dispositivo no está involucrado.

5 La fuerza real aplicada debe ser la calculada con una desviación máxima de $\pm 2,5\%$.

6 La verificación de la carga debe realizarse cuando se instale un equipo nuevo o cuando se reemplace el dispositivo de penetración y medición, o cuando se quiera asegurar que el equipo está calibrado. El procedimiento para la calibración del dispositivo de penetración y medición, con indicador de dial y para el cálculo de la contribución de su avance, se describe en el Anexo A.

9.2 Condiciones iniciales de ensayo

9.2.1 El bulbo del termómetro o el sensor de temperatura de este instrumento de medición (véase punto 5.2.5) debe estar ubicado tan cerca como sea posible y a la misma altura de la probeta de ensayo, pero sin llegar a tocarla.

9.2.2 La temperatura del equipo de calentamiento debe estar entre 20 °C y 23 °C al comienzo de cada ensayo, a menos que ensayos previos hayan mostrado que para el material de prueba en particular no se introducen errores por comenzar el ensayo a una temperatura diferente.

9.3 Medición

9.3.1 Se coloca la probeta a ensayar sobre los soportes de manera tal que su eje longitudinal quede perpendicular a éstos.

9.3.2 Se coloca el ensamble de carga dentro del medio de transferencia de calor.

9.3.3 Se aplica la fuerza calculada en el punto 9.1 para alcanzar un esfuerzo nominal superficial en la probeta como el especificado en esta norma.

9.3.4 Se debe permitir que la fuerza sea ejercida por un período de cinco minutos, al cabo de los cuales se debe registrar la lectura en el instrumento de medición de deflexión o, en su defecto, debe ser ajustado a cero.

NOTA 7: Se recomienda un período de espera de cinco minutos para compensar parcialmente la deformación producto de la relajación de esfuerzos ("Creep") que presentan ciertos materiales a temperatura ambiente, cuando son sometidos a esfuerzos superficiales nominales específicos. El período de espera puede ser omitido para aquellos materiales que no muestren deformación apreciable durante los primeros cinco minutos a la temperatura inicial de ensayo.

9.3.5 Se aumenta la temperatura en el equipo de calentamiento a la velocidad uniforme de 120°C/h \pm 10°C/h.

9.3.6 Se registra la temperatura a la cual la probeta alcanza la deflexión estándar, es decir, la temperatura de deflexión bajo carga al esfuerzo nominal superficial especificado en esta norma.

9.3.7 El ensayo debe ser realizado, como mínimo, por duplicado y cada probeta debe ser utilizada, solamente una vez.

10 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

A menos que se especifique lo contrario, exprese la temperatura de deflexión bajo carga, en °C, como la media aritmética de las temperaturas registradas en el punto 9.3.6 de las probetas ensayadas de cada muestra.

11 INFORME

El informe debe contener, como mínimo, la siguiente información:

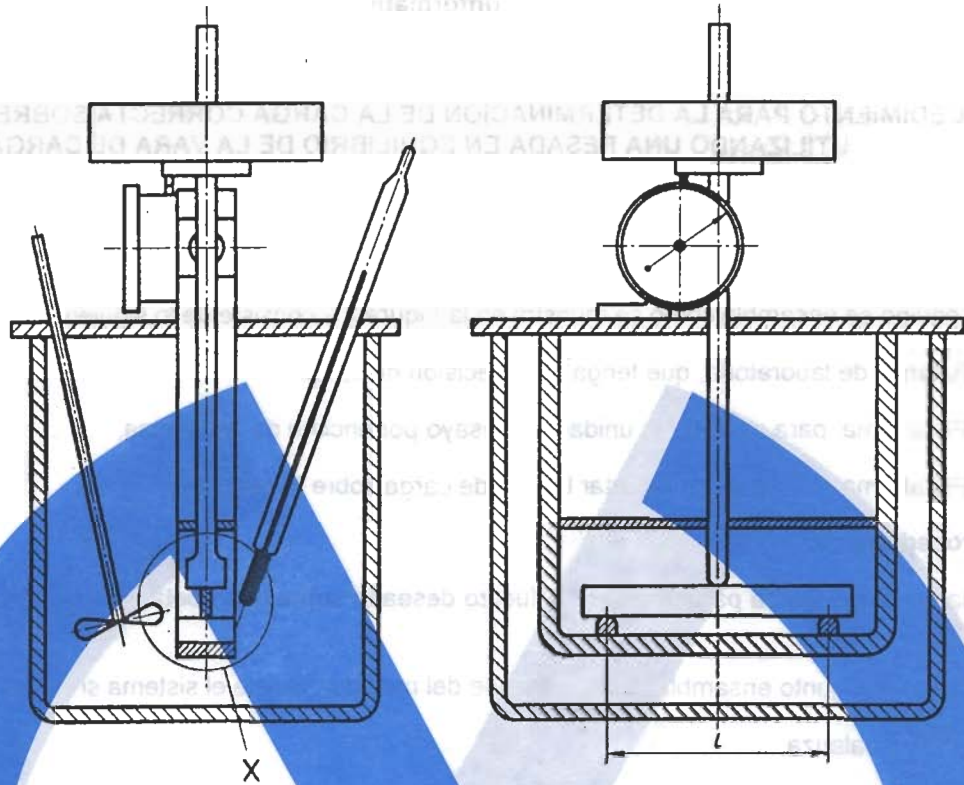
- 11.1 Identificación de la muestra.
- 11.2 Método de preparación de las probetas.
- 11.3 Medio de transferencia de calor.
- 11.4 Procedimientos de acondicionamiento y/o recocido, si fuese el caso.
- 11.5 Cualquier característica inusual observada en las probetas durante el ensayo o luego de ser removidas del equipo.
- 11.6 Dimensiones de las probetas utilizadas.
- 11.7 Orientación de las probetas durante el ensayo (de canto o apoyadas sobre su lado más ancho).
- 11.8 El esfuerzo nominal superficial aplicado.
- 11.9 Distancia (L) entre los soportes de la probeta.
- 11.10 Temperatura de deflexión bajo carga, expresada en °C y calculada en el punto 10.
- 11.11 Nombre del analista.

BIBLIOGRAFIA

ASTM D 1525-96 Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics.

ISO 75-1:1993 (E) Plastics – Determination of temperature of deflection under load – Part 1: General test method

ISO 75-2:1993 (E) Plastics – Determination of temperature of deflection under load – Part 2: Plastics and ebonite



X

X

X

Probeta de ensayo apoyada en su lado más ancho

Probeta de ensayo apoyada de canto

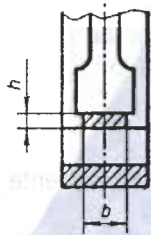


Figura 1. Aparato típico para determinar la temperatura de deflexión bajo carga

ANEXO A
(Informativo)

**PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA CORRECTA SOBRE LA PROBETA
UTILIZANDO UNA PESADA EN EQUILIBRIO DE LA VARA DE CARGA**

A.1 Aparatos

A.1.1 El equipo se ensambla como se muestra en la Figura 2 y consiste de lo siguiente:

A.1.1.1 Balanza de laboratorio, que tenga una precisión de 0,1 g.

A.1.1.2 Plataforma, para soportar la unidad de ensayo por encima de la balanza;

A.1.1.3 Plataforma puente, para soportar la vara de carga sobre la escala.

A.2 Procedimiento

Calcule la carga requerida para aplicar el esfuerzo deseado sobre la probeta, usando la ecuación dada en el punto 9.1.3.

A.2.1 Nivele el conjunto ensamblado sobre el tope del medidor. Sujete el sistema si es necesario.

A.2.2 Nivele la balanza.

A.2.3 Ubique el marco del ensayo sobre la barra por encima de la balanza.

A.2.4 Lubrique la vara y la superficie guía de hoyos con un aceite ligero.

A.2.5 Libere la vara de carga y ponga el puente en un lugar sobre el plato de la escala, de tal manera que éste soporte la vara de carga.

A.2.6 La altura del puente debe ser tal que pueda soportar la vara 2 mm (o el espesor de la probeta normalmente usado) por encima de la base del marco de ensayo.

A.3 Determinación de la masa del puente

A.3.1 Con el brazo deflector colocado sobre el dial, baje la vara al puente y libérela suavemente.

A.3.2 En esta posición, el dial debe ser ajustado de tal manera que esté, aproximadamente, a la mitad de su recorrido, con al menos 1,0 mm de recorrido adelantado, lo cual representa la penetración de la probeta durante el ensayo normal.

A.3.3 Anote la fuerza en gramos. Esta cantidad, convertida a newtons, debería ser igual a $(F - F_s)$; como se calcula en el punto 9.1.3.

NOTA: La unidad de ensayo (vara, superficie guía y dial) debe estar limpias y libre de alguna imperfección superficial, etc; para poder alcanzar la precisión en su calibración y uso en el ensayo normal.

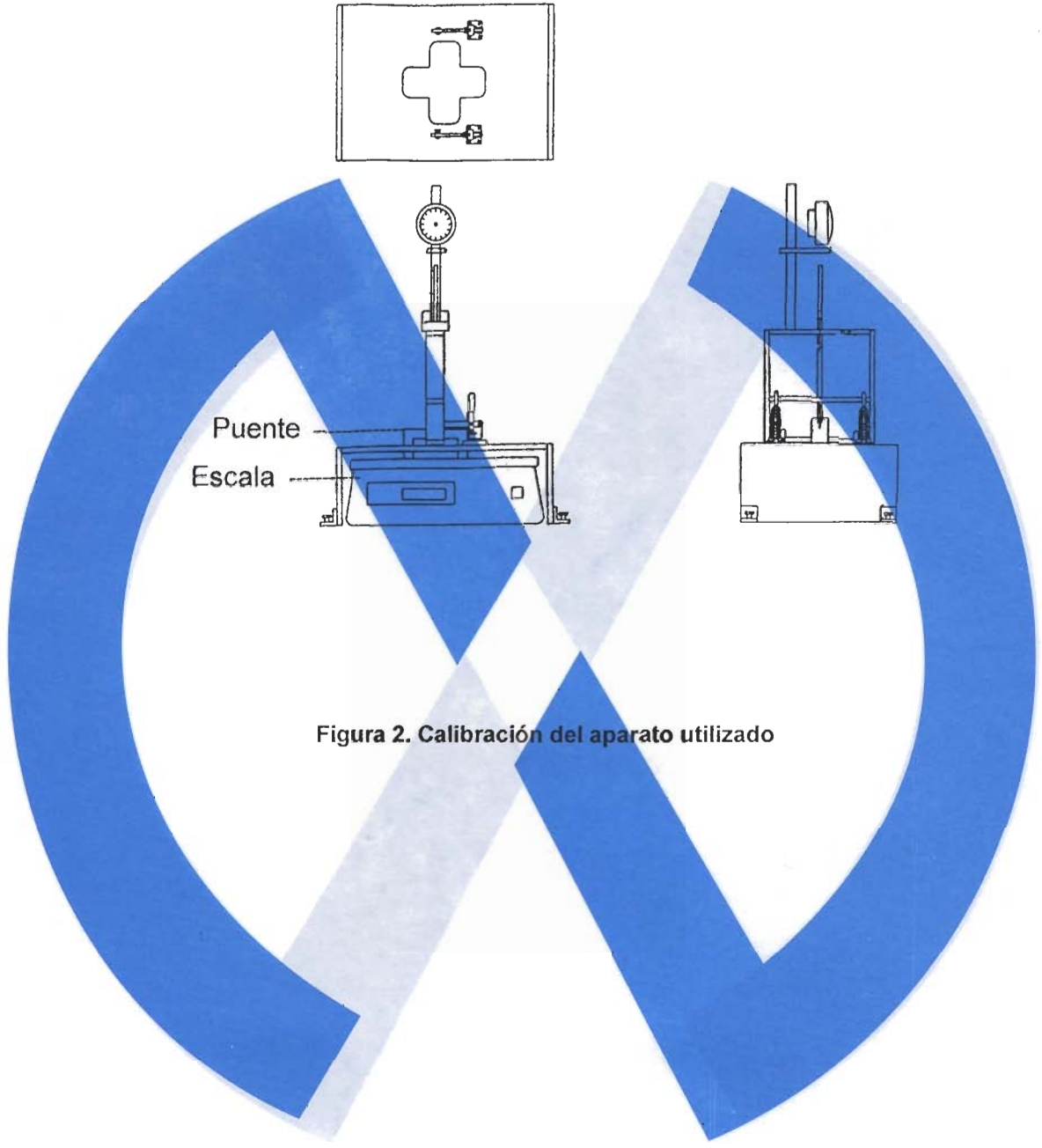


Figura 2. Calibración del aparato utilizado

COVENIN
176:2000

CATEGORÍA
C

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS



publicación de: FONDONORMA

I.C.S: 83.080.01

ISBN: 980-06-2576-3

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Plástico, temperatura de deflexión.