

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

206: 2007

---

**LÁMINAS ACANALADAS DE FIBROCEMENTO Y SUS  
PIEZAS ACCESORIAS — ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS  
DE ENSAYO**

**Grooved fibercement sheets and their accessories—  
Specifications and test methods**

---

ICS: 90.100.99; 81.080

2. Edición    Noviembre 2007  
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

## 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 NC/CTN No. 29 Fibrocemento donde están representadas las instituciones siguientes:
  - Ministerio de la Construcción
  - Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”
  - Centro Técnico de Desarrollo de Materiales de la Construcción
  - Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
  - Oficina Nacional de Normalización
  - Grupo Industrial Fibrocemento Perdurit
  - Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil.
- Es una revisión de la NC 206:2002 Láminas acanaladas de fibrocemento y sus piezas accesorias. Especificaciones y método de ensayo.
- Las modificaciones técnicas fundamentales con relación a la edición anterior:
  - Modifica la definición de Nivel de Calidad Aceptable.
  - Modifica definiciones y figuras para los tipos de montas: transversal y longitudinal.
  - Relaciona en una Tabla única las características geométricas, físicas y mecánicas para las láminas, que anteriormente se recogían de la Tabla 1 a la Tabla 7.
  - Admite el almacenamiento de hasta 2 paquetes de 100 láminas en forma vertical.
- Sustituye a la NC 206:2002 Láminas acanaladas de fibrocemento y sus piezas accesorias. Especificaciones y método de ensayo.
- Consta del Anexo A.

### © NC, 2007

**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.**

## Índice

<b>0</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>1</b>	<b>Objeto.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Referencias normativas.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Términos y definiciones .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Símbolos y abreviaturas.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Especificaciones para las láminas.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Especificaciones para las piezas accesorias .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Marcado, etiquetado y embalaje .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Manipulación, transportación y almacenamiento .....</b>	<b>31</b>
	<b>Anexo A.....</b>	<b>36</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>38</b>

Figura 1 --- Lámina Acanalada.....	8
Figura 2 -- - Monta longitudinal estándar.....	8
Figura 3 --- Monta longitudinal americana.....	8
Figura 4 --- Sección transversal de la lámina acanalada.....	9
Figura 5 --- Alturas de la onda en los extremos.....	10
Figura 6 --- Medición del paso de onda.....	15
Figura 7 --- Medición de la altura de onda.....	16
Figura 8 --- Medición del largo y del ancho.....	17
Figura 9 --- Medición del espesor.....	17
Figura 10 --- Medición de la rectangularidad.....	18
Figura 11 --- Medición de la altura de los extremos.....	19
Figura 12 --- Ensayo de resistencia a flexión.....	20
Figura 13--- Determinación de la impermeabilidad.....	21
Figura 14a - Caballete articulado.....	23
Figura 14b - Caballero ventilado articulado.....	23
Figura 14c - Caballete rígido.....	23
Figura 14d -- Caballete plano articulado.....	24
Figura 14e -- Esquinero.....	24
Figura 14f -- Bota-aguas.....	24
Figura 14g – Canal cerrada por un extremo con bajante.....	25
Figura 14h-- Canal cerrada por un extremo sin bajante.....	25
Figura 14i -- Canal abierta con bajante.....	26
Figura 14j – Canal abierta sin bajante.....	26
Figura 15 --- Manipulación mecanizada.....	34
Figura 16 --- Manipulación manual.....	34
Figura 17 --- Transportación.....	36
Figura 18--- Almacenamiento vertical de paquetes de láminas.....	36

## LÁMINAS ACANALADAS DE FIBROCEMENTO Y SUS PIEZAS ACCESORIAS — ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO

### 1 Objeto

Esta Norma Cubana establece las especificaciones de calidad y los métodos de control y ensayo para las láminas acanaladas y sus piezas accesorias de fibrocemento, con o sin celulosa u otros aditivos, que se pueden utilizar como materiales para cubiertas y paredes.

Las especificaciones y ensayos adoptados en esta norma cubren las necesidades del producto para regiones de clima tropical. Si las condiciones climáticas en el lugar donde se van a usar las láminas acanaladas y sus piezas accesorias son más severas que las tropicales, pudieran aplicarse nuevos ensayos específicos para dichas condiciones climáticas.

### 2 Referencias normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada.

NC – ISO 2859-1: 2003 Procedimiento de muestreo por la inspección con atributos. Esquema de muestreo indexado por el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote a lote.

NC 92-09-1: 1984 Control de la Calidad. Distribución uniforme de los números aleatorios. Tablas.

### 3 Términos y definiciones

A los fines de esta Norma Cubana, se aplican los términos y definiciones siguientes.

#### 3.1 Lámina acanalada

Elemento rectangular de fibrocemento con o sin celulosa u otros aditivos, cuya sección transversal es aproximadamente sinusoidal y que por su estructura se puede utilizar fundamentalmente en cubiertas o paredes de naves agropecuarias, industriales, de almacenamiento y en viviendas (ver Figura 1), en lo sucesivo lámina.

#### 3.2 Pieza accesoría

Elemento de fibrocemento con o sin celulosa u otros aditivos que se utiliza como complemento de las láminas.

#### 3.3 Caballete articulado

Pieza accesoría compuesta por 2 piezas articuladas que ajustan con láminas de las 2 vertientes, independientemente de la pendiente de la cubierta (ver Figura 14 a).

### **3.4 Caballete ventilado articulado**

Pieza accesoria compuesta por 3 piezas (macho, hembra y gorro) que se adapta a techos de 2 vertientes permitiendo además la ventilación de la nave por convección (ver Figura 14 b).

### **3.5 Caballete rígido de una pieza**

Pieza accesoria que presenta un ángulo fijo y que ajusta con láminas de las 2 vertientes, con una pendiente de la cubierta determinada por dicho ángulo (ver Figura 14 c).

### **3.6 Caballete plano articulado**

Pieza accesoria compuesta por 2 piezas articuladas con aletas lisas que montan sobre láminas de las 2 vertientes, independientemente de la pendiente de la cubierta (ver Figura 14 d).

### **3.7 Esquinero**

Pieza accesoria de 2 caras lisas que entre ellas forman un ángulo recto y se utiliza como remate en las esquinas de paredes (ver Figura 14 e)

### **3.8 Bota-aguas**

Pieza accesoria elaborada con varios ángulos de abertura, que se utiliza como tránsito entre la cubierta y las paredes y en los marcos de ventanas (ver Figura 14 f)

### **3.9 Canales**

Piezas de sección poligonal, que se utilizan para la evacuación de aguas pluviales de las cubiertas (ver Figuras 14 g a 14 j)

### **3.10 Lote**

Cantidad definida de un producto, material o servicio, acumulada y sometida a examen, fabricadas presumiblemente bajo las mismas condiciones.

### **3.11 Ensayo de aceptación**

Ensayo obligatorio que se debe efectuar para establecer si un lote de productos es conforme a una especificación. El ensayo se realiza sobre muestras procedentes del lote objeto de inspección.

### **3.12 Ensayo de tipo**

Ensayo efectuado para la aprobación de un nuevo producto, de un cambio fundamental de formulación o método de fabricación y cuyos efectos no se pueden predecir en base a la experiencia previa. El ensayo se realiza sobre el producto en estado de suministro, que se requiere para demostrar la conformidad del producto genérico a una especificación, pero no es exigible para cada lote de producción.

### **3.13 Ensayo opcional**

Ensayo que se requiere para demostrar la conformidad del producto a una especificación dada pero que se realiza a solicitud.

### **3.14 Nivel de calidad aceptable**

Es el peor promedio del proceso tolerable cuando una serie continua de lotes es sometida al muestreo de aceptación, en porcentaje de elementos no conformes o en no conformidades para cada 100 elementos.

### **3.15 Monta**

Superposición de una parte de una lámina sobre la lámina adyacente para lograr la impermeabilidad al agua o el ajuste geométrico de la cubierta. Existe por tanto, una monta longitudinal y una monta transversal.

### **3.16 Monta transversal**

Monta en la dirección perpendicular a la longitud de las canales.

### **3.17 Monta longitudinal**

Monta a lo largo de las canales extremas de la lámina acanalada.

Existen 2 tipos de montas longitudinales: estándar y americana.

### **3.18 Monta longitudinal estándar**

Monta que se obtiene en la superposición de aquellas láminas que poseen una onda lateral extrema ascendente y otra descendente (ver Figura 2).

### **3.19 Monta longitudinal americana**

Monta que se obtiene en la superposición el montaje de aquellas láminas que poseen ambas ondas extremas en forma descendente, (ver Figura 3).

### **3.20 Grietas**

Fisuras que suelen aparecer en la superficie del producto originadas generalmente por la baja plasticidad de la lámina recién formada.

### **3.21 Desgarraduras**

Afectación de terminación por rompimiento de las monocapas superiores.

### **3.22 Incrustaciones**

Presencia de partículas endurecidas en el producto rompiendo la continuidad de las distintas monocapas en los puntos donde están presentes y afectando además la textura y estética del producto.



### 3.23 Protuberancias

Elevación de forma irregular apreciable sobre la superficie de la lámina, con afectación de la estética del producto o del ajuste con una lámina adyacente.



Figura 1 — Lámina acanalada



Figura 2 — Monta longitudinal estándar



Figura 3 — Monta longitudinal americana

## 4. Símbolos y abreviaturas

- A Ancho de las láminas y de las piezas accesorias, en milímetros.
- $A_1$  Ancho de la monta del esquinero, en milímetros.
- a Paso de ondas, en milímetros.
- b Anchura del marco contenedor de agua para el ensayo de impermeabilidad.
- d Diámetro del bajante de la canal, en milímetros.
- e Espesor de la lámina y de las piezas accesorias, en milímetros.
- F Fuerza aplicada para romper la lámina en el ensayo a la flexotracción, en Newton.
- H Altura de la bocina de la canal, en milímetros.
- $H_1$  Altura de la canal, en milímetros.
- h Altura de la onda, en milímetros.
- hoa Altura de la onda extrema ascendente, en milímetros
- hod Altura de la onda extrema descendente, en milímetros.
- L Longitud de las láminas y de las piezas accesorias, en milímetros
- $l_1$  Longitud de la bocina de la canal, en milímetros
- OM Categoría media u onda media al clasificar las láminas de acuerdo a la altura normal de sus ondas o canales.
- OP Categoría profunda u onda profunda al clasificar las láminas de acuerdo a la altura normal de sus ondas o canales.
- P Distancia del vértice convexo de la bocina al centro del bajante, en milímetros.

$q_0$	Masa de la muestra seca, en gramos.
$q^1$	Masa de la muestra saturada, en gramos.
$q^2$	Masa de la muestra saturada en agua y sumergida en agua, en gramos.
$R_f$	Carga de rotura en el ensayo de resistencia a la flexión, en N/m.
$(\ )^\circ$	Angulo de abertura de las piezas accesorias no articuladas.
$\tau$	Masa volumétrica de las láminas.

## 5 Especificaciones para las láminas

### 5.1 Composición

Las láminas de fibrocemento serán fabricadas a partir de una mezcla homogénea esencialmente constituida por conglomerante hidráulico inorgánico (cemento), reforzado con fibras y agua. Se pueden adicionar aditivos y pigmentos siempre que no comprometan la calidad de la lámina y sus condiciones de trabajo.

### 5.2 Aspecto general y acabado

Las láminas se pueden fabricar en su color natural o ser coloreadas en masa con pigmentos compatibles con la composición. También pueden recibir recubrimientos superficiales coloreados o no.

Las láminas presentan una sección transversal quedando definido su perfil por su paso "a" y por su altura "h" (ver Figura 4).

La superficie que estará expuesta a la intemperie deberá ser de terminación uniforme o sea sin protuberancias, grietas, desgarraduras ni incrustaciones visibles a una distancia de 1,5 m del producto. Se tendrán en cuenta solamente las grietas de más de 2 mm profundidad en cualquier sentido que se presenten.

Se permiten diferencias en el aspecto superficial que no modifiquen las características de las láminas tales como se definen en esta norma.

Los bordes deberán ser rectos y limpios.

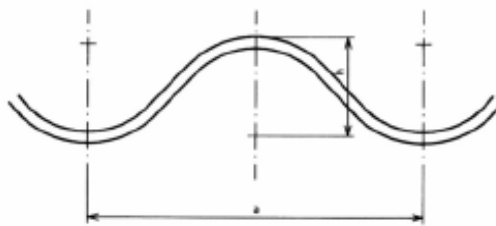


Figura 4 — Sección transversal de la lámina acanalada

### 5.3 Clasificación

#### 5.3.1 Clasificación por sus características geométricas

Las láminas y las piezas accesorias de perfil ondulado se clasifican, de acuerdo a la altura nominal de las ondas, en 2 categorías (media y profunda).

#### 5.3.2 Clasificación en por tipos de láminas

Las láminas se fabricarán de 2 tipos A y B, de acuerdo a los valores de resistencia mínima a la rotura que deberán alcanzar.

### 5.4 Características

Las características geométricas, mecánicas y físicas de las láminas, sus valores nominales y las tolerancias correspondientes a los mismos se establecen en la Tabla 1.

#### 5.4.1 Características geométricas

Las dimensiones principales para las láminas se establecen la Tabla 1.

##### 5.4.1.1 Dimensiones nominales para la altura de los extremos de las ondas laterales

Las medidas nominales se observan en la Tabla 1 (ver Figuras 5 y 11).

**NOTA** Sólo para las láminas que poseen monta estándar, o sea, una canal ascendente y otra descendente.



Figura 5 — Alturas de la onda en los extremos

Tabla 1 — Características geométricas, físicas, mecánicas de las láminas

Denominación de la característica	UM	Grado	Categoría		Tolerancia	
			Mediana (OM)	Profunda (OP)		
Geométricas	Longitud total (L)	mm	-	1750	1750	± 10
	Ancho total (A)	mm	-	1130	1013 920*	± 10
	Espesor (e)	mm	-	5,5	5,5	-0,5
	Paso de onda (a)	mm	-	150	177	± 4
	Altura de onda (h)	mm	-	40	51	± 4
	Rectangularidad	mm/m	-	0	0	≤ 10
	Área útil promedio	m <sup>2</sup>		1,63	1.43	± 0,02
	Altura de los extremos:					
	ascendente (hoa)	mm	-	-	42	± 8
descendente (hod)	mm			18	± 8	
Físicas	Peso nominal	kg		20,66	20,49	± 1,50
	Masa volumétrica mínima	g/cm <sup>3</sup>	-	1,4	1,4	-
	Resistencia a la flexión (mínima)	N/m <sup>2</sup>	A	2500	4250	
		N/m <sup>2</sup>	B	1800	3000	
Impermeabilidad al agua	No goteo, sólo trazas de humedad sobre la superficie inferior					
<p><b>NOTA 1</b> Dimensiones distintas a las nominales pueden ser producidas según proyecto.</p> <p><b>NOTA 2</b> La diferencia entre hoa y hod será siempre <math>hoa - hod \geq 8</math> mm (ver Figura 5)</p> <p><b>NOTA 3</b> Con los valores definidos en esta tabla y utilizando los perfiles y espesores definidos en esta norma la resistencia unitaria a la flexotracción será mayor que 16 MPa para el Grado A y mayor que 12 MPa para el Grado B.</p> <p><b>NOTA 4</b> Espesores por encima del valor nominal no se consideran como no conformidades</p> <p><b>NOTA 5</b> * Corresponde a la monta Standart</p>						

## 5.4.2 Características mecánicas

### 5.4.2.1 Resistencia a la flexión

Ensayadas como se establece en 5.6.2.1, las láminas deberán poseer una resistencia mínima a la rotura por flexión según se especifica en la Tabla 1.

### **5.4.3 Características físicas**

#### **5.4.3.1 Impermeabilidad al agua**

Al ensayar las láminas como se establece en 5.6.3.1, pueden aparecer trazas de humedad sobre la superficie inferior de las láminas pero no deberá existir formación de gotas.

#### **5.4.3.2 Masa volumétrica**

Las láminas se ensayarán como se especifica en 5.6.3.2, la masa volumétrica no deberá ser menor que 1,4 g/ cm<sup>3</sup>.

### **5.5 Control de calidad**

#### **5.5.1 Control de calidad en fábrica**

##### **5.5.1.1 Sistema de calidad**

Se establecerá y mantendrá un efectivo y documentado sistema de calidad que permita asegurar la conformidad con esta norma.

##### **5.5.1.2 Ensayos de aceptación**

Cada límite de especificación deberá ser sometido al NCA correspondiente al grado de calidad, los cuales garantizarán que estos productos cumplan con las especificaciones.

Si los resultados obtenidos en los ensayos de aceptación realizados a los productos son conforme con el sistema de calidad y con los requisitos establecidos en esta norma, el nivel de inspección puede reducirse, pero el plan de muestreo mínimo para cada lote de control deberá ser conforme con la Tabla 2, o en caso contrario se aumentará la rigurosidad de la inspección aplicando la regla de selección de severidad de la inspección según se establece en la NC- ISO 2859 -1.

Tabla 2 — Plan de Muestreo

Láminas Acanaladas Longitud Ancho Espesor Rectangularidad Altura de los extremos Paso de onda Altura de onda Acabado Impermeabilidad al agua Resistencia a la flexión Masa volumétrica	NC – ISO 2859-1 Inspección por atributos Clase única Muestreo Simple NCA 6,5 % Nivel S-4  El número mínimo de probetas a ensayar por cada lote será de 3
Piezas accesorias Longitud Ancho Espesor Paso de onda Altura de onda Acabado	Los mismos que para las características geométricas de las láminas
Impermeabilidad al agua	El mismo que para la impermeabilidad de las láminas

### 5.5.1.3 Ensayo de tipo

Se debe realizar un solo ensayo de tipo para establecer la conformidad con esta norma. No es necesario repetir los ensayos de tipo a menos que se produzca un cambio fundamental de formulación o de método de fabricación.

### 5.5.2 Condiciones de entrega

**5.5.2.1** Las láminas y sus piezas accesorias se deberán entregar al cliente con no menos de 7 días de producidas.

**5.5.2.2** Se deberán entregar las láminas acompañadas de las piezas accesorias y elementos de fijación (grapas) requeridos por el proyecto.

### 5.5.3 Certificación de la calidad de conformidad

El fabricante deberá entregar al cliente el certificado de calidad de conformidad en el que se indicará como mínimo:

- nombre y dirección del fabricante;
- número de lote y fecha de fabricación;
- nomenclatura convencional de las láminas y piezas accesorias;
- clasificación en grados de calidad;
- norma vigente;
- firma del que emite el certificado.

### 5.5.4 Planes de muestreo

Para los planes de muestreo que se establece en la Tabla 2 y para su interpretación estadística ver el Anexo A.

### 5.6 Métodos de ensayo para las láminas

Los ensayos de aceptación se aplicarán a las láminas como parte integrante del sistema del control de la calidad para confirmar que un lote de producción es conforme con la norma.

#### a) Ensayos obligatorios:

- 1) características geométricas (según 5.4.1)
- 2) características mecánicas (según 5.4.2)

#### b) Ensayos opcionales (a solicitud):

- 3) impermeabilidad (según 5.4.3.1)
- 4) masa volumétrica (según 5.4.3.2)

### 5.6.1 Características geométricas. Métodos de ensayo

#### 5.6.1.1 Medición del paso de onda

##### a) Dispositivos de medición

- mesa o superficie plana y horizontal;
- 3 rodillos de acero: longitud de 200 mm y un diámetro suficiente para tocar los flancos de las ondas o canales, con puntas cónicas fijadas a su eje;
- regla metálica de 1 m, graduada con valor de división de 0,50 mm.

##### b) Procedimiento

La muestra habrá de situarse sobre una superficie plana y horizontal. En un extremo de la lámina se deberá colocar en 3 valles consecutivos los rodillos con el punto cónico de éstos ligeramente fuera de la lámina (ver Figura 6).

Con la regla graduada se deberá medir la distancia entre 2 puntos cónicos consecutivos con aproximación de 0,5 mm.

Cada medición del paso de onda deberá estar conforme con lo establecido en la Tabla 1.

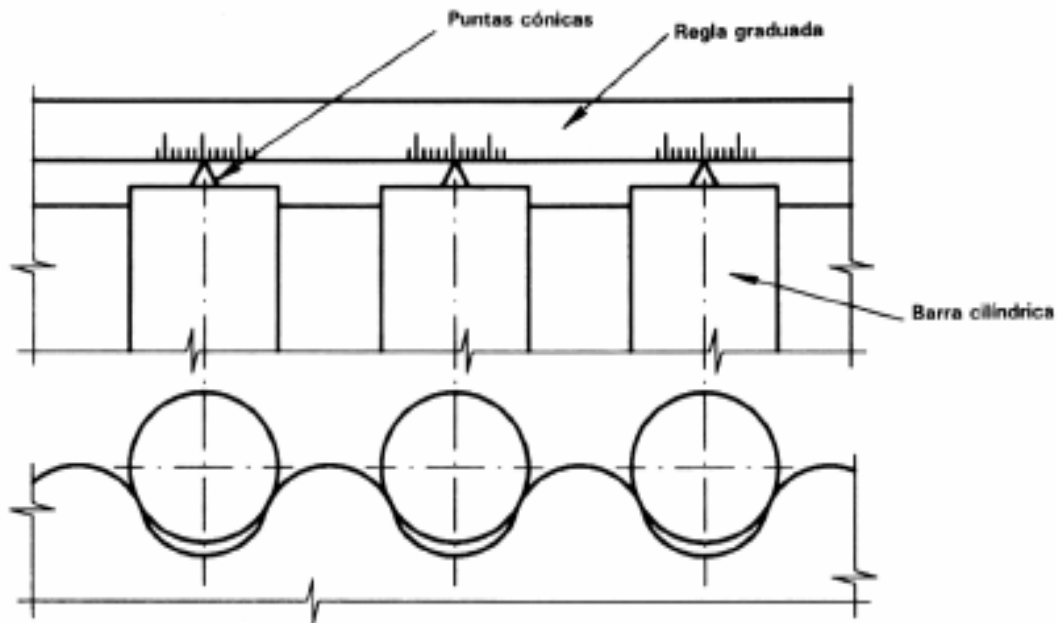


Figura 6 — Medición del paso de onda

### 5.6.1.2 Medición de la altura de la onda (h)

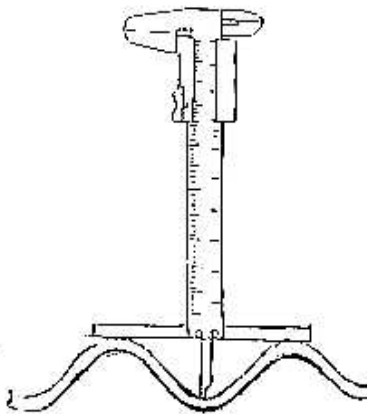
#### a) Dispositivos de medición

- pie de rey con precisión de  $\pm 0,1$  mm equipado con aditamento adecuado para medir la altura de onda.

#### b) Procedimiento

La lámina se deberá situar sobre una superficie plana y horizontal. Se seleccionarán 3 canales completas de dicha lámina. Sobre cada una de ellas, con el pie de rey se deberán efectuar 3 mediciones con una precisión de 0,1 mm, espaciada regularmente a largo de la longitud de la lámina (ver Figura 7). Para cada canal calcular la media aritmética, la cual deberá ser conforme con lo establecido en la Tabla 1.





**Figura 7 — Medición de la altura de la onda**

### **5.6.1.3 Medición del largo y el ancho**

#### **a) Dispositivo de medición**

- cinta métrica de 3 m graduada en milímetros.

#### **b) Procedimiento**

La lámina se deberá situar sobre una superficie plana y horizontal.

Para cada dimensión, se deberán tomar con la cinta métrica, 3 mediciones: una en el centro y 2 aproximadamente a 50 mm de los extremos de la lámina (ver Figura 8). La media aritmética de las 3 mediciones deberá ser conforme con lo establecido en la Tabla 1, para el largo y el ancho.

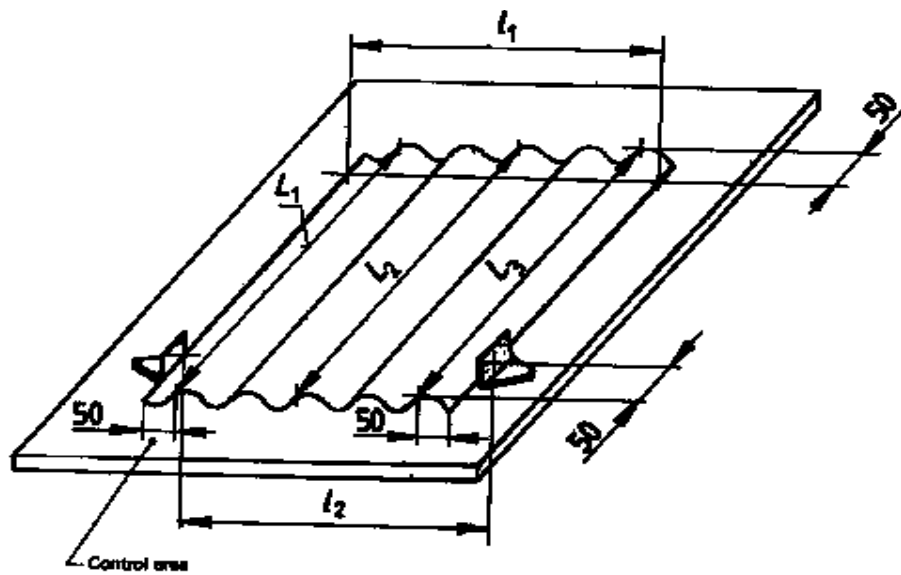


Figura 8 — Medición del largo y del ancho

#### 5.6.1.4 Medición del espesor

##### a) Dispositivo de medición

- pie de rey o micrómetro de 0 mm a 150 mm con una exactitud de  $\pm 0,1$  mm.

##### b) Procedimiento

Las mediciones se deberán realizar en cada extremo de la lámina, en el valle y en la cresta de las canales y a una distancia aproximadamente de 15 mm de los extremos de cada lámina (ver Figura 9). Cada medición individual será conforme con el valor mínimo dado en la Tabla 1. Los valores resultantes deberán ser conformes con lo establecido en dicha tabla.

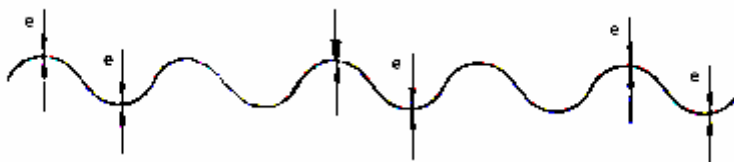


Figura 9 – Medición del espesor

#### 5.6.1.5 Medición de los extremos

##### 1) Rectangularidad

##### a) Dispositivo de medición

- marco rectangular con 2 extremos acanalados y 2 bordes rectos u otro dispositivo apropiado que permita medir la rectangularidad con una precisión de  $\pm 1$  mm.

### b) Procedimiento

La rectangularidad medida como se muestra en la Figura 10, deberá ser conforme con lo establecido en la Tabla 1.

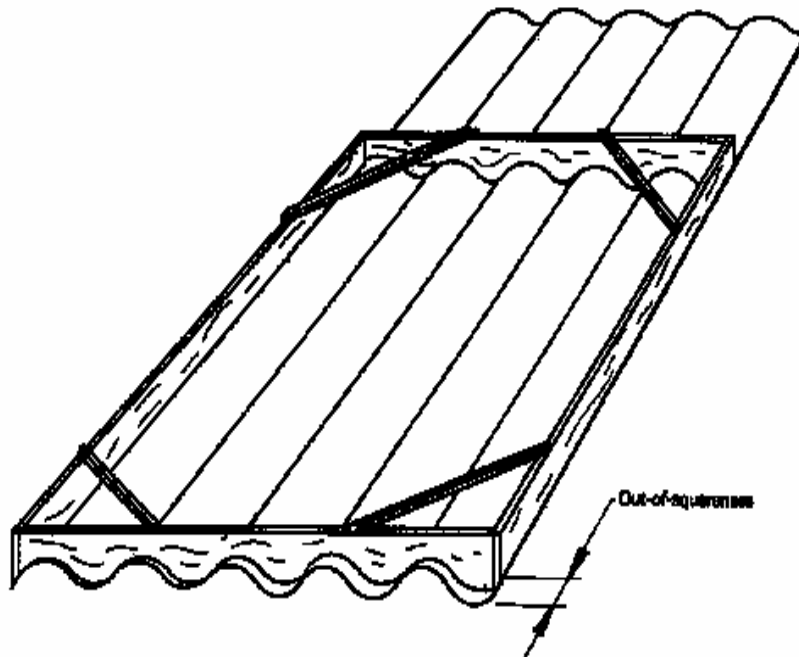


Figura 10 — Medición de la rectangularidad

## 2) Altura de los extremos

### a) Dispositivo de medición

- dispositivo para medir altura de los extremos en monta estándar (ver Figura 11)

### b) Procedimiento

En cualquier punto de los bordes extremos de la lámina la altura medida deberá ser conforme con lo establecido en la Tabla 1.

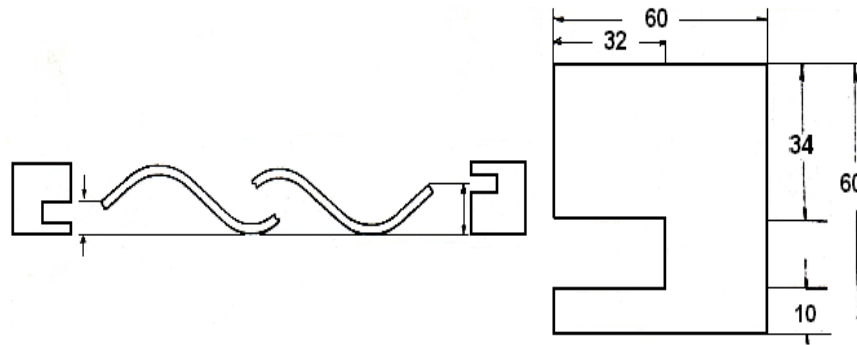


Figura 11 — Medición de la altura de los extremos

## 5.6.2 Características mecánicas. Métodos de ensayos

### 5.6.2.1 Ensayo de resistencia a la flexión

#### a) Dispositivo de medición

Se utiliza una máquina de ensayo consistente en 2 soportes paralelos fijos y rígidos, situados perpendicularmente a las ondas o canales, que tendrán 50 mm de ancho y longitud mayor que el ancho de la lámina a ensayar, dispuestos con una separación entre ellos de 1 100 mm.

La barra de aplicación de la carga deberá tener un ancho de  $(230 \pm 10)$  mm y una longitud mayor que el ancho de la lámina con no menos de 50 mm, estará situada paralela a los apoyos garantizando una distribución uniforme de la carga a aplicar.

Una banda de fieltro o de goma de espesor no mayor de  $(10 \pm 1)$  mm. De utilizar banda de goma la misma deberá tener una dureza de  $(65 \pm 5)$  Shore A, ésta se interpondrá entre la lámina y el soporte y bajo la barra de carga (ver Figura 12).

#### b) Procedimiento

El ensayo se realizará en una atmósfera normal partiendo de láminas que tengan no menos de 7 días de fabricadas. Antes de ensayarlas estas láminas se sumergirán en agua a temperatura ambiente por 24 h.

Se ensayarán láminas enteras de un largo mínimo de 1 200 mm, que se deberán colocar sobre los 2 soportes paralelos (cara superior en compresión) y se aplicará la carga con incremento de fuerza uniforme, aproximadamente de 50 N/s hasta la rotura.

Se podrán utilizar equipos manuales garantizando siempre que el tiempo de rotura de la lámina esté entre 30 s y 1 min.

La resistencia a la flexión se calculará por la fórmula

$$Rf = \frac{F}{A} \times 10^3$$

El resultado deberá ser conforme con la especificación indicada en la Tabla 1.

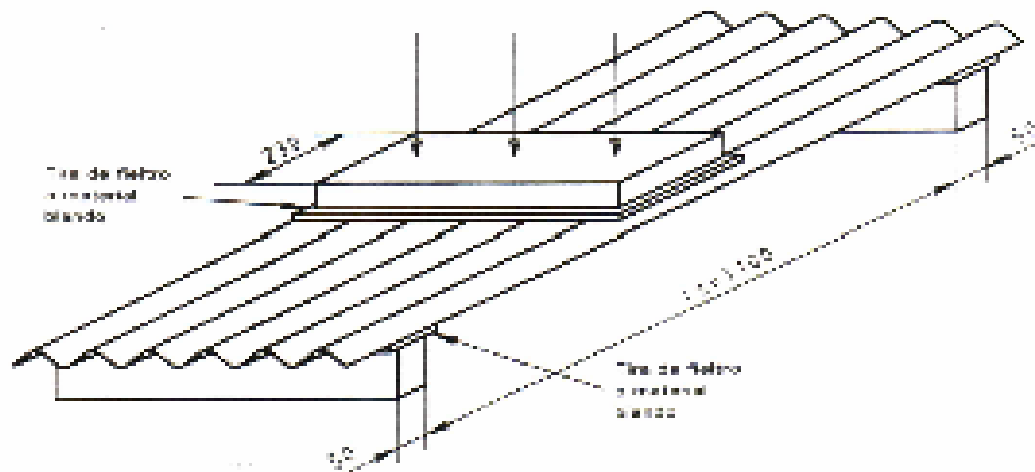


Figura 12 — Ensayo resistencia a la flexión

### 5.6.3 Características físicas. Métodos de ensayo

#### 5.6.3.1 Determinación de la impermeabilidad

##### a) Dispositivo de medición

- 2 soportes nivelados
- marco de forma y dimensión definida en la Figura 13 y la Tabla 3 respectivamente.

##### b) Procedimiento

El ensayo se efectuará a láminas enteras o láminas cortadas de una longitud mínima de 1 200 mm, las cuales se mantendrán durante un mínimo de 5 días en ambiente seco y ventilado, debiendo guardar una separación entre ellas de 50 mm.

La muestra a ensayar se apoyará sobre 2 soportes y el marco de madera u otro material se sellará sobre la muestra empleando masilla u otro material similar que asegura la hermeticidad del depósito.

Se llenará de agua hasta un nivel de 40 mm por encima de las crestas de las canales.

Se examinará la superficie inferior después de transcurridas 24 h y se verificará si está conforme con la especificación indicada en 5.4.3.1.

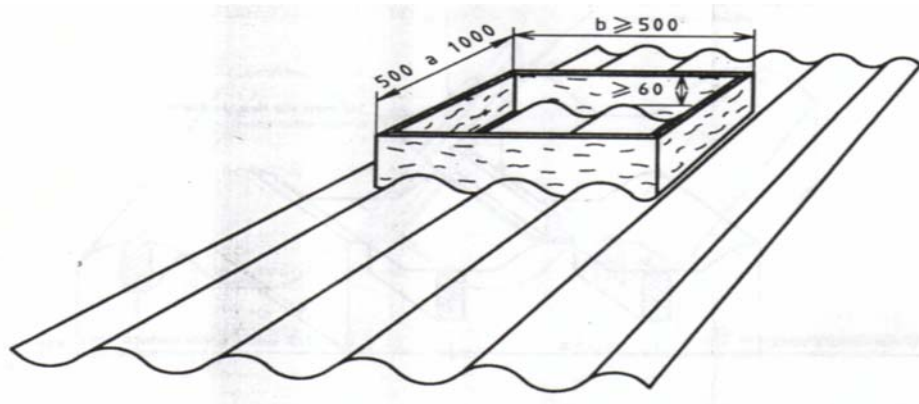


Figura 13 — Determinación de la impermeabilidad

Tabla 3 — Dimensiones de b

Categoría	Número de ondas (b)
Mediana	4
Profunda	3

### 5.6.3.2 Determinación de la masa volumétrica

#### a) Dispositivos de medición

- estufa con estantes perforados y con control termostático de temperatura.
- termómetro con escala de (0 °C a 200 °C y precisión de 0,2 °C).
- balanza con valor de división de 0,02 g acondicionado para la pesada hidrostática.
- desecadora con plato de porcelana y llave de vidrio.
- disco abrasivo o lima.
- recipiente de agua (con dimensiones apropiadas por el ensayo).

#### b) Procedimiento

De cada lámina empleada en el ensayo de resistencia a la flexión se cortarán las muestras con una dimensión de 40 mm x 40 mm cada una.

Se garantizará que los bordes de dichas muestras sean lisos y uniformes.

Las muestras se colocarán en la estufa con una separación entre ellas y las paredes de 30 mm.

Se mantendrá una temperatura de (105 a 110) °C por espacio de 24 h.

Se permite el secado de las muestras en lámparas de rayos infrarrojos, donde las muestras se mantendrán durante 10 min. con la parte pulida hacia la lámpara, luego se invertirán con ayuda de una pinza manteniéndola así durante 10 min.

Las muestras se enfriarán en una desecadora durante 2 h y se pesarán.

Posteriormente se realiza la saturación de la muestra durante 30 min. sumergidas en agua destilada ó 24 h en agua potable. El nivel de agua será de 30 mm por encima de las muestras.

Se realizará el pesaje de las muestras saturadas.

Luego se realizará un nuevo pesaje de las muestras las que estarán sumergidas y no tocarán las paredes del recipiente.

La masa volumétrica se calculará por la formula:

$$\tau = \frac{q_0}{q_1 - q_2} \left( g / cm^3 \right)$$

donde:

$q_0$  es la masa de la muestra seca ( g )

$q_1$  es la masa de la muestra saturada en agua ( g )

$q_2$  es la masa de la muestra saturada y sumergida en agua ( g )

**NOTA** La diferencia de masa  $q_1 - q_2$  en g es igual al empuje que el líquido ejerce sobre la muestra y al ser la densidad del líquido de 1 g / cm<sup>3</sup>, será numéricamente igual al volumen aparente de la muestra en cm<sup>3</sup>.

La masa volumétrica así calculada deberá ser conforme con la especificación indicada en 5.4.3.2.

6 Especificaciones para las piezas accesorias

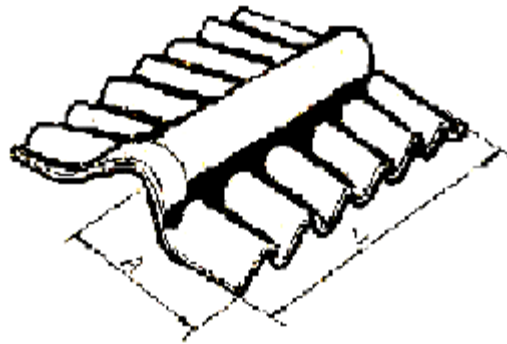


Figura 14 a — Caballete articulado

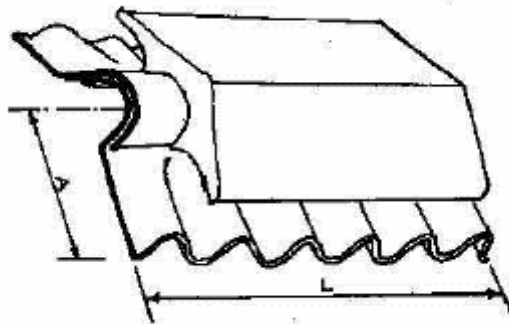


Figura 14 b — Caballete ventilado articulado



Figura 14 c — Caballete rígido



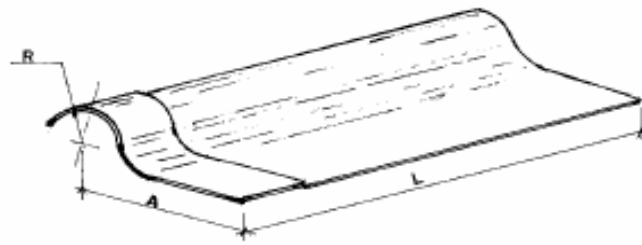


Figura 14 d — Caballete plano articulado

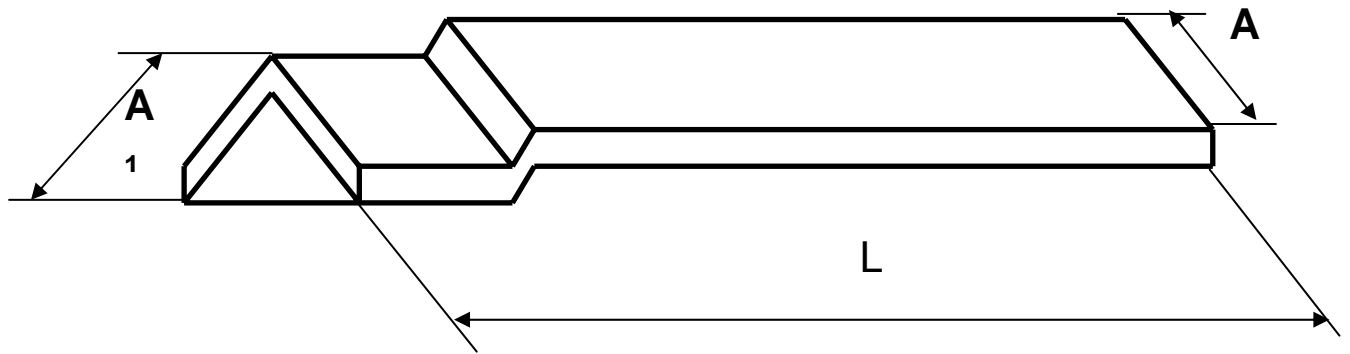


Figura 14 e — Esquinero

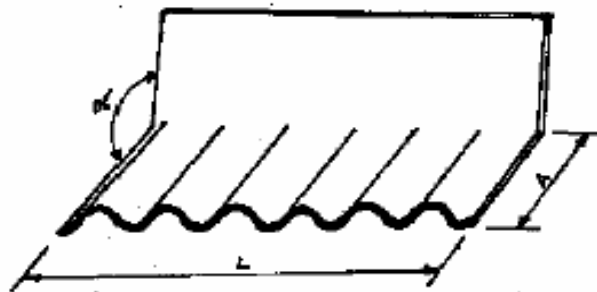


Figura 14 f — Bota - aguas

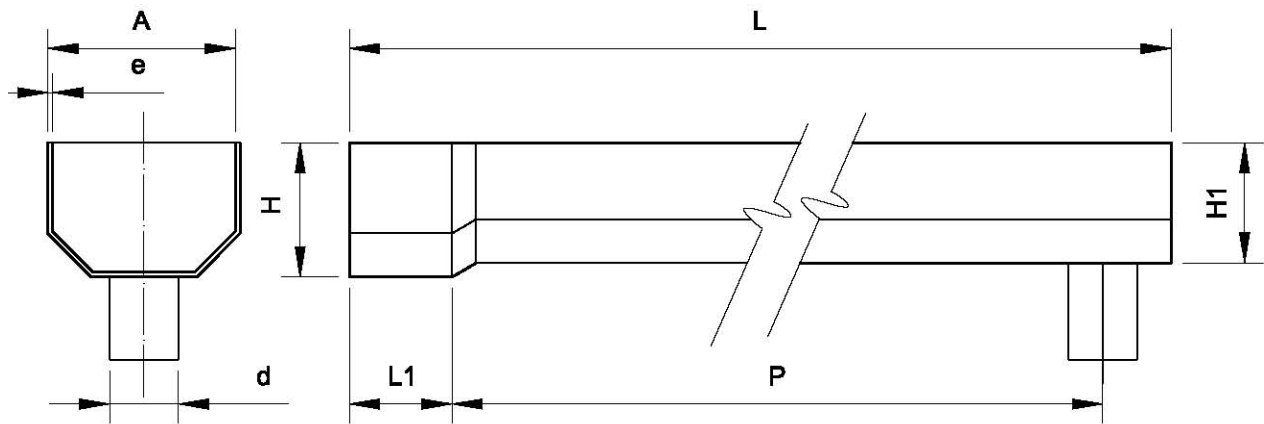


Figura 14 g — Canal cerrada por un extremo con bajante

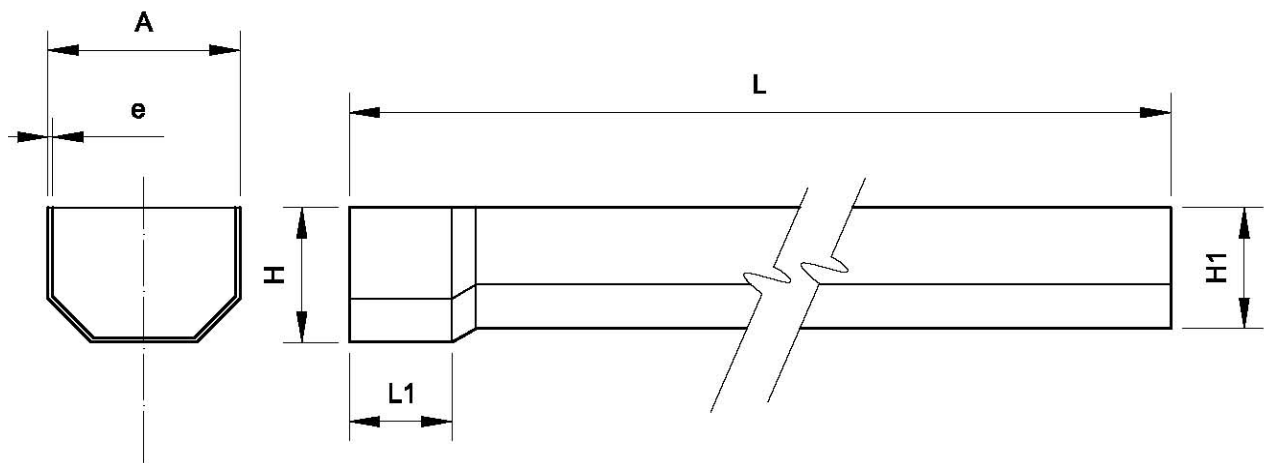


Figura 14 h — Canal cerrada por un extremo sin bajante

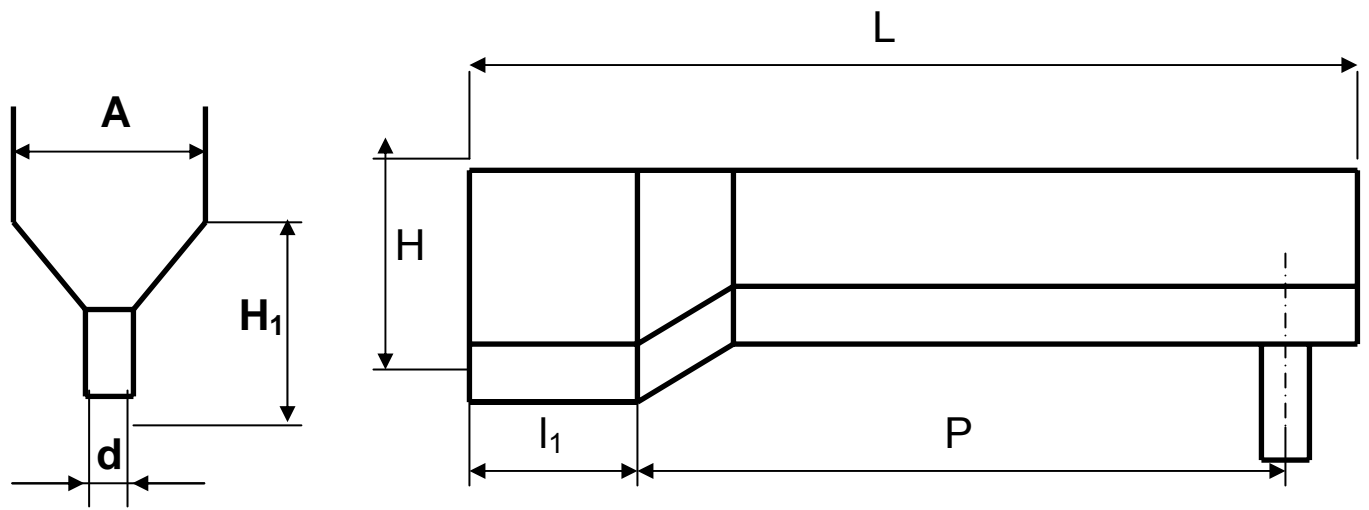


Figura 14 i — canal abierta con bajante

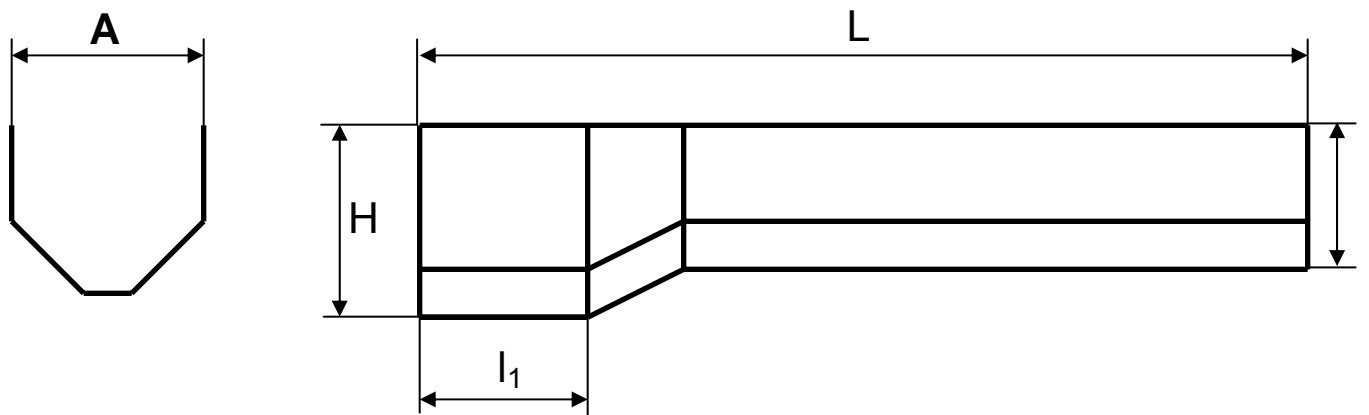


Figura 14 j — Canal abierta sin bajante

## 6.1 Composición

Las piezas accesorias deberán ser de composición similar a las láminas, según 5.1.

## 6.2 Aspecto general y acabado

Las piezas accesorias deberán tener los bordes rectos y limpios y su aspecto general y acabado compatibles con las láminas con las que serán utilizadas.

## 6.3 Tipos de piezas accesorias

Las piezas accesorias principales son las siguientes:

- caballetes: articulado, ventilado articulado, rígido y plano articulado
- bota-aguas
- esquinero
- canales: cerrada por un extremo con bajante, cerrada por un extremo sin bajante, abierta con bajante y abierta sin bajante.

## 6.4 Características

### 6.4.1 Características geométricas

#### 6.4.1.1 Dimensiones nominales

Las piezas accesorias deberán poseer características dimensionales y categorías adecuadas a las láminas con la que serán empleadas y tendrán las medidas nominales dadas en las Tablas 4 y 5.

#### 6.4.1.2 Tolerancias de las dimensiones

- a) en la longitud y ancho:  $\pm 10$  mm
- b) en el espesor:  $+ 1,0$  mm  
 $- 0,5$  mm
- c) en el paso de onda a:  $\pm 4$  mm
- d) en la altura de la onda:  $\pm 4$  mm

Tabla 4 — Piezas accesorias (dimensiones en mm)

Denominación de la característica	Denominación de las Piezas Accesorias									
	Caballete Articulado		Caballete Ventilado Articulado		Caballete Rígido		Bota-aguas		Caballete Plano Articulado	Esquinero
	OP	OM	OP	OM	OP	OM	OP	OM		
Longitud (L)	1013	1130	1013	1130	1013	1130	1013	1130	1130	1220
	920		920		920		920		1013	1750
									920	1830
										2440
Ancho (A)	350	350	350	350	350	350	100		400	255
							250			
							300			
							350			
							400			
						500				
Ancho (A <sub>1</sub> )	-	-	-	-	-	-	-		-	250
Espesor (e)	6	6	6	6	6	6	6		6	6
Paso de la Onda (a)	177	150	177	150	177	150	177	150	--	-
Altura de la Onda (h)	51	40	51	40	51	40	51	40	--	--
Grado de Abertura ( $\alpha$ )°	--	--	--	--	150	150	104	104	--	90
	--	--	--	--	140	140	90	90	--	--
	--	--	--	--	130	130	--	--	--	--

**NOTA** Otros tipos de piezas accesorias u otras dimensiones pueden ser fabricadas según proyecto específico.

Tabla 5 — Canales

Dimensiones en milímetros

Canales	L	L <sub>1</sub>	A	H	H <sub>1</sub>	d	P	e
Canal cerrada por extremo con bajante	1830	125	205	135	115	100	1730	7,0
			280	195	175	100		
			280	195	175	150		
Canal cerrada por un extremo sin bajante		150	280	195	175	-	-	
			205	135	115	-		
Canal abierta con bajante		125	205	135	115	100	1730	
			280	195	175	100		
			280	195	175	150		
Canal abierta sin bajante		150	280	195	175	-	-	
	205		135	115	-			

## 6.4.2 Características físicas

### 6.4.2.1 Impermeabilidad al agua

Al ensayar las piezas accesorias como se establece en 6.5.5.1 pueden aparecer trazos de humedad sobre la superficie inferior de las piezas pero no deberá existir formación de gotas.

## 6.5 Métodos de ensayo para las piezas accesorias

### 6.5.1 Ensayos de aceptación

Solamente conciernen a las características geométricas: longitud, anchura, espesor, paso de onda, altura de la onda y el acabado.

### 6.5.2 Ensayo de tipo

El ensayo de tipo para las piezas accesorias es la impermeabilidad al agua.

6.5.3 La muestra de ensayo deberá ser una pieza accesorio completa.

### 6.5.4 Características geométricas. Métodos de ensayo

#### 6.5.4.1 Medición del largo y el ancho

##### a) Dispositivo de medición

- cinta métrica de 3 m graduada en milímetros

**b) Procedimiento**

Para cada dimensión, se deberán efectuar 2 mediciones (una en cada extremo). Calcular para cada dimensión la media aritmética que deberá ser conforme con la tolerancia establecida según 6.4.1.2 a.

**6.5.4.2 Determinación del espesor****a) Dispositivo de medición**

- pie de rey de 0 mm a 150 mm, con exactitud de  $\pm 0,1$  mm.

**b) Procedimiento**

La medición debe hacerse:

- sobre 3 crestas y 3 valles de la parte ondulada aproximadamente a 15 mm del borde
- sobre 2 puntos extremos de las partes planas aproximadamente a 15 mm del borde.

Calcular la media aritmética de las 6 mediciones tomadas sobre las partes onduladas o la media aritmética de las 2 mediciones tomadas sobre las partes planas.

Las medias deberán ser conformes con la tolerancia establecida según 6.4.1.2 b.

**6.5.4.3 Medición del paso de onda a****a) Dispositivo de medición**

- (ver 5.6.1.1).

**b) Procedimiento**

La muestra deberá situarse sobre una superficie plana y horizontal. Sobre la parte acanalada, se deberá colocar sobre 3 valles consecutivos los rodillos con el punto cónico de éstos ligeramente fuera de la pieza.

Con la regla graduada se debe medir la distancia entre 2 puntos cónicos consecutivos con aproximación de 0,5 mm.

Cada medición del paso de onda deberá estar conforme con la tolerancia establecida según 6.4.1.2 c.

**6.5.4.4 Medición de la altura de onda h****a) Dispositivo de medición**

- (ver 5.6.1.2)

**b) Procedimiento**

La muestra deberá situarse sobre una superficie plana y horizontal se elegirán 3 canales, efectuándose con el pie de rey una medición en cada canal, con la precisión de 0,1 mm.

Calcular la media aritmética la cual deberá estar conforme con la tolerancia especificada según 6.4.1.2 d.

### **6.5.5 Características físicas. Métodos de ensayo**

#### **6.5.5.1 Determinación de la impermeabilidad al agua**

##### **a) Dispositivo de medición**

- 2 soportes adecuados que garanticen la posición nivelada y horizontal de la superficie de ensayo.
- dispositivo de forma y dimensiones adecuadas a la pieza a ensayar.

##### **b) Procedimiento**

La muestra se mantendrá durante 7 días en ambiente seco y ventilado.

El ensayo se efectuará sellando convenientemente el dispositivo sobre la pieza a ensayar empleando masilla u otro material similar que asegure la hermeticidad del depósito.

Se llenará de agua hasta un nivel de 40 mm por encima de la superficie superior de la pieza.

Se examinará la superficie inferior después de transcurrida 24 h y se verificará si está conforme con la especificación indicada en 6.4.2.1.

## **7 Marcado, etiquetado y embalaje**

Cada paquete de 100 láminas o piezas accesorias se deberán marcar de forma legible e indeleble con los datos siguientes:

##### **a) Para las láminas:**

- marca comercial;
- turno y fecha de fabricación;
- categoría y grado de calidad;
- identificación del controlador de calidad que inspeccionó el producto.

Los paquetes de 100 láminas se entregarán preferentemente paletizados y flejados.

##### **b) Para las piezas accesorias:**

- marca comercial;
- fecha de fabricación;
- tipo y categoría (cuando corresponda);
- identificación del controlador de calidad que inspeccionó el producto.

## **8 Manipulación, transportación y almacenamiento**

### **8.1 Manipulación**

La manipulación de las láminas y piezas accesorias se puede realizar de forma manual o mecanizada mediante grúa o montacargas, siendo esta última la manera óptima de manipulación (ver Figura 15).



La carga y descarga manual de las láminas deberá ser realizada por 4 hombres (2 sobre el transporte y 2 en el acarreo). Sólo se permite manipular por los extremos ondulados. Se deberá evitar su flexión, golpes e impactos contra las partes metálicas del vehículo (ver Figura 16).

Para la manipulación de las láminas y sus piezas accesorias por medio de montacargas se deberá cumplir lo siguiente:

- se tendrá cuidado de no dañar el producto con las horquillas del montacargas;
- se manipularán con cuidado, evitando que reciban golpes;
- no se permite levantar o bajar la carga mientras el montacargas esté en movimiento.

Se admite sólo el izaje de paquetes de láminas mediante grúas, si las mismas están en un guacal apropiado o si se dispone de un aditamento específicamente diseñado con éste fin, de manera que no se rompan o se marquen las láminas al izarlas.

Se prohíbe la colocación en obras de paquetes completos sobre el techo. Las láminas se izarán una a una.

## **8.2 Transportación**

La transportación de las láminas y sus piezas accesorias se realizará sobre vehículos cuya cama tenga una superficie razonablemente nivelada y libre de sustancias tales como grasa y/o gravilla que pudieran hacer patinar el paquete.

Se transportarán paquetes de 100 láminas flejados o no, acompañado de las piezas accesorias y los elementos de fijación solicitados por el cliente.

Los paquetes de láminas se colocarán para su transportación sobre pallets, o calzos de madera u otro material de 100 mm × 100 mm, cuya longitud sobresalga 50 mm de la longitud del paquete y situados aproximadamente a 200 mm de los extremos (ver Figura 17).

Se recomienda asegurar la carga por medio de sogas, cuidando que los amarres coincidan con los calzos que sirven de apoyo al paquete.

Las láminas durante su transportación no pueden estar en contacto con las partes metálicas y barandas de los vehículos de transporte.

## **8.3 Almacenamiento**

Las láminas se almacenarán en paquetes de 100 unidades, bajo techo o a la intemperie, pero sobre un terreno nivelado y descansando en posición horizontal sobre calzos de características iguales a los empleados para su transportación o cualquier otro apoyo que garantice las condiciones óptimas de almacenamiento, que no dañe al producto y permita la manipulación rápida y cómoda con montacargas.

Se admite almacenamiento en estibas de hasta 2 paquetes de 100 láminas cada uno interponiendo calzos de madera u otro material, de las dimensiones antes descritas (ver Figura 18).

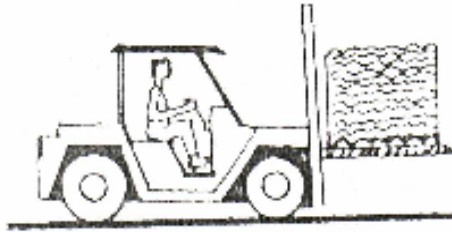
En los países tropicales con una alta humedad relativa en los paquetes de láminas almacenados a la intemperie se producen condensaciones y evaporaciones sucesivas del agua entre lámina y lámina que pueden dar lugar a la formación de sedimentos de sales que llegan a endurecerse, pudiendo pegar las láminas entre sí.

Por tal motivo si el almacenamiento va a ser por un tiempo prolongado, se recomienda almacenar bajo techo o cubiertas con un nylon para evitar la afectación de los agentes atmosféricos.

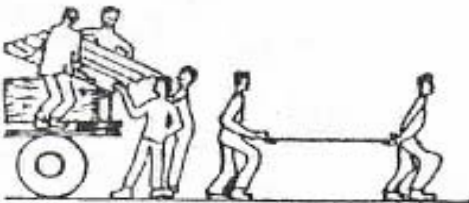
Se recomienda que el paquete de 100 láminas esté flejado con al menos 2 flejes plásticos de 16 mm de ancho situados transversalmente a una distancia aproximada de 250 mm de los extremos.

La cantidad de piezas accesorias a almacenar en cada estiba se establece a continuación:

- caballetes articulados.	60 unidades.
- caballetes ventilados articulados.	60 unidades.
- gorros para caballetes ventilados articulados.	10 unidades en forma piramidal.
- caballetes rígidos.	30 unidades.
- caballetes planos articulados.	30 unidades.
- esquineros.	10 unidades.
- bota –aguas .	30 unidades.
- canales	3 camadas alternando la dirección perpendicularmente



**Figura 15 — Manipulación mecanizada**



**Figura 16 — Manipulación manual**

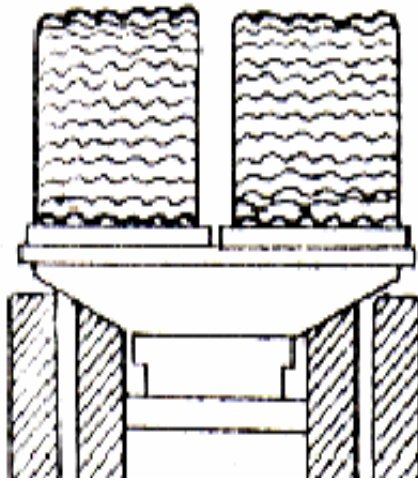


Figura 17 — Transportación

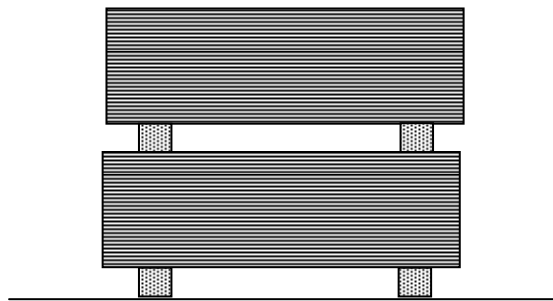


Figura 18 — Almacenamiento vertical de paquetes de láminas

**Anexo A**  
(normativo)

**Inspección de aceptación. Planes de muestreo**

**A.1 Inspección de aceptación**

La inspección de aceptación será efectuada por el productor, cliente o cualquier otro órgano autorizado.

**A.2 Planes de muestreo**

**A.2.1 Inspección por atributos**

El nivel de calidad aceptable para los defectos:

- longitud
- ancho
- espesor
- rectangularidad
- altura de los extremos
- paso de onda
- altura de onda
- impermeabilidad
- acabado

se establecen en la Tabla A.1

**Tabla A.1 — Nivel de calidad aceptable**

<b>N C A</b>
Clase única 6,5%

Para la inspección por atributos se establece:

- a) Plan de muestreo simple en el nivel especial S-4 para una clase única de calidad dado en la Tabla A.2.
- b) El muestreo para el ensayo opcional de Impermeabilidad al agua, se corresponde con un muestreo simple en el nivel especial S-1 dado en la Tabla A.3.

Estos muestreos se establecen en la NC ISO 2859-1 en su anexo Tablas de Muestreo.

Tabla A.2 — Plan de muestreo simple para inspección normal

Tamaño del Lote	Tamaño de la muestra	NCA	
		6,5 %	
		Ac	Re
Hasta 150	8	1	2
151 a 500	13	2	3
501 a 1 200	20	3	4
1 201 a 10 000	32	5	6
10 001 a 35 000	50	7	8

**A.2.3** Para el ensayo de impermeabilidad se realizará un plan de muestreo simple, y el número mínimo de probetas a ensayar será 3.

**A.2.4** Para la inspección por variable el número mínimo de probetas a ensayar será de 3.

**Bibliografía**

- [1] CEN, EN 494:2004 Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y sus piezas complementarias. Especificaciones de producto y métodos de ensayo.
- [2] México, NOM -C -27:1982 Norma Oficial Mexicana. Asbesto Cemento. Láminas Acanaladas. Especificaciones.
- [3] Colombia, ICONTEC 160:1983 Norma Colombiana. Ingeniería Civil y Arquitectura. Placas onduladas de asbesto cemento para cubiertas y revestimientos.