

1960

**REAL DECRETO 2643/1985, de 18 de diciembre, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.**

El Reglamento General de Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normativa y Homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre, aprobó en el capítulo 4.1.3 la declaración de obligatoriedad de una norma en razón a su necesidad, que se considera justificada, entre otras razones por la seguridad de los usuarios, la defensa de sus intereses y la conservación de la energía. Asimismo, el Real Decreto 734/1985, de 20 de febrero, que modifica parcialmente aquel Reglamento General, confirma la figura del Reglamento Técnico, cuya observancia es obligatoria y especifica los procedimientos para la homologación de prototipos, tipos y modelos, así como para certificación de conformidad a la producción.

Por su parte, el mismo Reglamento, en el capítulo 5.<sup>o</sup>, apartado 5.1, dispone que la homologación de un prototipo, tipo o modelo, implica el reconocimiento oficial de que cumple con lo establecido en un Reglamento, norma o instrucción técnica complementaria y cuya observancia es exigida en una disposición previa.

La obligación de velar por la seguridad de los usuarios y por la defensa de sus intereses económicos, así como la necesidad de asegurar un uso eficiente de la energía eléctrica, ponen de manifiesto la necesidad de establecer con carácter obligatorio la sujeción a normas de los equipos frigoríficos y bombas de calor, la exigencia de la homologación de sus tipos y modelos y el seguimiento de la producción.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y Energía, y previa deliberación del Consejo de Ministros, en su reunión del día 18 de diciembre de 1985,

#### DISPONGO:

Artículo 1.<sup>o</sup> 1. Se declaran de obligado cumplimiento las normas técnicas relativas a los equipos frigoríficos y bombas de calor, que se detallan en el anexo I. Se exceptúan los frigoríficos y congeladores de uso doméstico que están sujetos a otra normativa.

2. Los aparatos objeto de este Reglamento Técnico deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 8.<sup>o</sup>, apartado 10 del Real Decreto 2000/1966, de 14 de julio, sobre Perturbaciones Parásitas.

Art. 2.<sup>o</sup> 1. Los fabricantes nacionales de equipos frigoríficos y bombas de calor o los representantes legales de los fabricantes extranjeros debidamente autorizados deberán solicitar la homologación de cada uno de los tipos, que fabriquen o importen, en lo que se refiere a las características de construcción, de acuerdo con las normas técnicas contenidas en el anexo como condición previa para que los mismos puedan ser instalados en territorio nacional.

2. Los ensayos previstos en las normas de homologación se harán en laboratorios acreditados por la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, de acuerdo con lo establecido en el punto 2.1.2 del Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en materia de Normalización y Homologación.

Art. 3.<sup>o</sup> 1. Las solicitudes de homologación se dirigirán a la Dirección General de la Energía, siguiendo lo establecido en la sección 2 del capítulo 5 del Reglamento General de Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de normalización y homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre.

2. La documentación que ha de acompañar a la instancia será la señalada en el apartado 5.2.3 del Reglamento General, con las siguientes matizaciones:

a) La instancia irá acompañada de una ficha de características, de acuerdo con el modelo que figura en el apéndice número 1 del anexo I.

b) El dictamen técnico estará recogido en un acta, de cuyos ensayos de homologación de tipo, expedida por el laboratorio acreditado, según lo especificado en el capítulo 13, resultados de ensayo, de los «Métodos Generales de Ensayo», que se incluye como anexo II.

3. Si la resolución de lo solicitado es positiva se devolverá al solicitante un ejemplar de la documentación a que se hace referencia en el párrafo anterior, sellado y firmado por la Dirección General de la Energía, que deberá conservar el fabricante para las posibles inspecciones, de conformidad de la producción.

4. La concesión de la homologación de un tipo de equipo frigorífico o bomba de calor quedará reflejado en un certificado de homologación.

5. Toda modificación al tipo homologado deberá ser puesto en conocimiento de la Dirección General de la Energía, la cual podrá considerar bien que las modificaciones aportadas no tienen una

influencia desfavorable sobre la seguridad del equipo, no sobre la utilización de la energía eléctrica, y que siguen cumpliéndose las normas de homologación, o bien que dichas modificaciones obliguen a obtener una nueva homologación.

Art. 4.<sup>o</sup> La periodicidad a que se refiere el capítulo 6, apartado 6.1.1, del Reglamento General de Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en materia de Normalización y Homologación, será de tres años. No obstante, la Comisión de Vigilancia y Certificación encargada del seguimiento de la producción podrá disponer en todo momento las actuaciones de inspección y ensayo que estime oportunas.

Art. 5.<sup>o</sup> A partir de los diecisésis meses de la publicación de este Real Decreto en el «Boletín Oficial del Estado», todos los equipos frigoríficos y bombas de calor, que se especifican en el artículo 2.<sup>o</sup>, que se fabriquen para el mercado nacional o se importen deberán corresponder a tipos homologados por el Ministerio de Industria y Energía, en base a dichas normas técnicas y de acuerdo con las normas de ensayo que figuran como anexo II.

2. Los equipos en cuestión, conformes al tipo homologado, ostentarán la correspondiente marca de conformidad otorgada por la Comisión de Vigilancia y Certificación del Ministerio de Industria y Energía.

#### Art. 6.<sup>o</sup> Inspecciones, infracciones y sanciones:

1. La vigilancia e inspección de cuanto se establece en el presente Real Decreto y las posteriores normas que lo desarrollan se llevará a efecto por los correspondientes órganos de las Administraciones Públicas en el ámbito de sus competencias, de oficio o a petición de parte.

2. Sin perjuicio de las competencias que corresponde al Ministerio de Industria y Energía dentro del marco de sus atribuciones específicas, el incumplimiento de lo dispuesto en el presente Real Decreto y normas posteriores que lo desarrollen constituirá infracción administrativa en materia de defensa del consumidor conforme a lo previsto en la Ley 26/1984, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y en el Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria.

#### DISPOSICIÓN FINAL

El Ministerio de Industria y Energía queda facultado para modificar, por Orden ministerial, las especificaciones técnicas que figuran en el anexo de este Real Decreto, cuando así lo aconsejen razones de interés general.

Dado en Madrid a 18 de diciembre de 1985.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Industria y Energía.

JUAN MAJO CRUZATE

#### ANEXO I

##### Normas técnicas relativas a equipos frigoríficos y bombas de calor

###### 1. Campo de aplicación.

1.1 El campo de aplicación de las presentes normas se extiende a los equipos frigoríficos y a las bombas de calor accionadas directamente, que utilizan el ciclo de compresión mecánica, con una potencia térmica nominal inferior a 40 kW.

1.2 Estos equipos realizarán, individualmente o en combinación con otros equipos, algunas de las funciones siguientes: Enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, recirculación, renovación y limpieza del aire del local.

1.3 Los equipos dentro del alcance de estas normas pueden ser clasificados como sigue:

###### a) Según la disposición relativa de los elementos:

1. Equipos compactos, incluyendo compresor e intercambiador interior y exterior.

2. Equipos constituidos por una unidad interior, incluyendo compresor e intercambiador interior, y una unidad exterior que incluye el intercambiador exterior.

3. Equipos constituidos por una unidad interior que incluye el intercambiador interior y una unidad exterior, incluyendo compresor e intercambiador exterior.

###### b) Según el fluido en contacto con el intercambiador interior:

1. Aire.

2. Agua.

###### c) Según el fluido en contacto con el intercambiador exterior:

1. Aire.

2. Agua.

###### 2. Definiciones.

2.1 Bomba de calor: Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

2.2 Equipo frigorífico: Máquina frigorífica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

2.3 Intercambiador exterior: Intercambiador de calor que transfiere o absorbe calor de una fuente exterior al espacio acondicionado.

2.4 Intercambiador interior: Intercambiador de calor que transfiere o absorbe calor del espacio acondicionado o de una fuente interior al mismo.

2.5 Potencia calorífica: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga de calefacción del espacio a acondicionar.

2.6 Potencia frigorífica latente: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga latente de refrigeración del espacio a acondicionar.

2.7 Potencia frigorífica sensible: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga sensible de refrigeración del espacio a acondicionar.

2.8 Potencia frigorífica total: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga frigorífica total, sensible más latente, del espacio a acondicionar.

2.9 Sección exterior: Es la parte del equipo que transfiere o absorbe calor de una fuente exterior al espacio acondicionado.

2.10 Sección interior: Es la parte del equipo que transfiere o absorbe calor del espacio acondicionado o de una fuente interior al mismo.

2.11 Unidad compacta: Equipo totalmente montado en fábrica.

2.12 Unidad partida: Equipo suministrado por el fabricante en partes, realizándose su conexión en obra.

2.13 Coeficiente de eficiencia energética, lado evaporador ( $CEE_e$ ): Cociente entre la potencia frigorífica total captada por un fluido en el evaporador del equipo frigorífico y la potencia total absorbida, de tipo convencional, para unas determinadas condiciones de funcionamiento.

2.14 Coeficiente de eficiencia energética, lado condensador ( $CEE_c$ ): Cociente entre la potencia calorífica total captada por un fluido en el condensador de una bomba de calor, y la potencia total absorbida, de tipo convencional, para unas determinadas condiciones de funcionamiento.

2.15 Condiciones nominales de ensayo: Condiciones de ensayo utilizadas como base de comparación del comportamiento de los equipos.

2.16 Condiciones límites de ensayos: Condiciones de ensayo, diferentes a las condiciones nominales, utilizadas para verificar el comportamiento de los equipos en condiciones extremas.

### 3. Rendimientos mínimos.

Los coeficientes de eficiencia energética para los equipos frigoríficos y bomba de calor deben ser como mínimo igual a los presentados en la tabla 1 para las condiciones nominales de funcionamiento definidos en los puntos 4.2 y 5.2 de la norma «Condiciones de ensayo» del anexo 2.

Estos valores podrán ser corregidos al alza por el Ministerio de Industria y Energía cuando las circunstancias lo aconsejen.

**TABLA 1**  
**Valores mínimos  $CEE_e$  y  $CEE_c$**   
**POTENCIAS UTILES**

| Equipos                       | $CEE_e$   |                   |            |   | $CEE_c$           |            |                                 |     |
|-------------------------------|-----------|-------------------|------------|---|-------------------|------------|---------------------------------|-----|
|                               | Pu < 7 Kw | 7 Kw - Pu < 20 Kw | Pu < 20 Kw | Pu < 7 Kw   | 7 Kw - Pu < 20 Kw | Pu > 20 Kw |                                 |     |
| Aire-aire:                    |           |                   |            |   |                   |            |                                 |     |
| Alta temperatura exterior ... | 1,7       | 2,2               | 2,3        | 2,0   | 2,6               | 2,8        |                                 |     |
| Baja temperatura exterior ... | -         | -                 | -          | 1,8   | 2,2               | 2,4        |                                 |     |
| Aire-agua:                    |           |                   |            |   |                   |            |                                 |     |
| Alta temperatura exterior ... | 2,2       | 2,3               | 2,4        | Clase A: 2,0<br>Clase B: 2,7<br>Clase C: -                              | 2,3               | 2,4        | 2,4                             | 2,6 |
|                               |           |                   |            | Clase A: -<br>Clase B: 2,4<br>Clase C: -                                | -                 | -          | 2,5                             |     |
|                               |           |                   |            | Clase A: -<br>Clase B: 2,0<br>Clase C: -                                | 2,0               | -          | -                               | 2,1 |
| Baja temperatura exterior ... | -         | -                 |            | Clase A: -<br>Clase B: 1,8<br>Clase C: -                                | 1,8               | -          | -                               | 1,9 |
| Agua-aire:                    |           |                   |            |   |                   |            |                                 |     |
| Alta temperatura exterior ... | 2,4       | 2,6               | 2,9        | 2,7   | 2,8               | -          | 2,9                             |     |
| Baja temperatura exterior ... | -         | -                 | -          | -   | -                 | -          | -                               |     |
| Agua-agua:                    |           |                   |            |   |                   |            |                                 |     |
| Sin recuperación calor .....  | 3,4       | 3,4               | 3,6        | Clase I: -<br>Clase II: -<br>Clase A: -<br>Clase B: 3,3<br>Clase C: 3,7 | -                 | -          | 2,5<br>2,8<br>3,0<br>3,3<br>4,0 |     |
| Alta temperatura .....        | -         | -                 | 2,0        | -   | -                 | -          | -                               |     |
| Media temperatura .....       | -         | -                 | 2,2        | -   | -                 | -          | -                               |     |
| Recuperación de calor:        |           |                   |            |   |                   |            |                                 |     |
| Baja temperatura .....        | -         | -                 | 3,0        | -   | -                 | -          | -                               |     |

(1) Ventiladores axiales y centrífugados en la unidad exterior.

(2) La potencia útil en frío es la que determinará el escalón de potencia de las bombas de calor reversibles.

(3) La homologación de máquinas en zonas de  $CEE_e$  o  $CEE_c$  no definido en la presente tabla no será posible hasta que éste no se fije por el organismo correspondiente.

**4. Comprobación del funcionamiento en condiciones máximas y/o mínimas**

Los resultados de los ensayos realizados en los Equipos Frigoríficos y Bombas de Calor bajo condiciones máximas de funcionamiento (calor) y máxima y mínima de funcionamiento (frio) cumplirán lo establecido en el apartado 5.3 de la normativa «Condiciones de Ensayo» del anexo II.

**5. Comprobación eficacia aislamiento**

Durante los ensayos realizados en equipos frigoríficos y bombas de calor lado evaporador bajo las «Condiciones de Ensayo» del anexo II, el aislamiento del equipo ha de ser tal que al terminar el período de ensayo fijado por dicha normativa, no aparezcan gotas de condensado sobre la carcasa del equipo.

**6. Evacuación de condensado**

La evacuación de los condensados debe hacerse correctamente y sin provocar problemas en el funcionamiento del equipo.

**7. Acústica**

Las exigencias serán fijadas en el futuro.

Las condiciones de ensayo serán definidas en una norma posterior.

## APENDICE 1

### Ficha de características técnicas

**1. Características generales.**

**1.1 Descripción del equipo:**

Marca comercial:

Fabricante:

Número de serie:

**1.2 Tabla de características**

|                     | Compacto o módulo exterior | Compacto o modulo interior |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Forma</b>        |                            |                            |
| <b>Dimensiones:</b> |                            |                            |
| Profundidad (mm)    |                            |                            |
| Ancho (mm)          |                            |                            |
| Alto (mm)           |                            |                            |
| Diámetro (mm)       |                            |                            |

**1.3 Alimentación eléctrica**

Tensión: (V)  
Frecuencia: (Hz)

**1.4 Tipo:**

|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Fluido en contacto con el evaporador | Fluido en contacto con el condensador |
| Aire:                                | Aire:                                 |
| Aqua:                                | Aqua:                                 |

**1.5 Reversibilidad**

**1.6 Apoyo incorporado**

Tipo:

**1.7 Número de etapas**

- Calefacción
- Refrigeración
- Apoyo

**2. Características nominales.**

| Características nominales | Funcionamiento calefacción | Funcionamiento refrigeración |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Potencia                  | Calorífica ... kW          | Frigorífica ... kW           |
| Potencia total absorbida  | ..... kW                   | ..... kW                     |

| Características nominales   | Funcionamiento calefacción   | Funcionamiento refrigeración   |
|---|--|--|
| Temperatura del aire/agua en el evaporador (a la entrada del equipo)  | Temp. seca ... °C<br>Temp. húm. ... °C                                     | Temp. seca ... °C<br>Temp. húm. ... °C                                     |
| Temperatura del aire/agua en el condensador (a la entrada del equipo para el aire y la salida para el agua) | Temp. seca ... °C<br>Temp. húm. ... °C                                     | Temp. seca ... °C<br>Temp. húm. ... °C                                     |
| Evaporador<br>Caudal nominal<br>Presión disponible o pérdida de carga                                       | aire ... m <sup>3</sup> /s<br>agua ... Kg/s<br>aire ... Pa<br>agua ... KPa | aire ... m <sup>3</sup> /s<br>agua ... Kg/s<br>aire ... Pa<br>agua ... KPa |
| Condensador<br>Caudal nominal<br>Presión disponible o pérdida de carga                                      | aire ... m <sup>3</sup> /s<br>agua ... Kg/s<br>aire ... Pa<br>agua ... KPa | aire ... m <sup>3</sup> /s<br>agua ... Kg/s<br>..... Pa<br>..... KPa       |

**3. Condiciones límites de empleo.**

Temperatura máxima salida condensador (BdC):

**4. Características físicas.**

**4.1 De los principales componentes del equipo**

- Compresor

Marca:

Tensión nominal:

Cantidad:

Modelo:

Frecuencia:

- Evaporador-condensador

Interc. Int. Interc. Ext.

Refrigerante-Aire

Longitud aletada (mm):

Superficie frontal (m<sup>2</sup>):

Número de filas:

Número de aletas/pulgadas:

Diámetro de tubo (mm):

Material utilizado:

Presión máxima trabajo:

Número intercamb.: -

Refrigerante-Agua

Longitud carmisa (mm):

Modelo:

Volumen lado agua:

Volumen lado refreg.:

Presión máx. lado agua:

Presión máx. lado réfrig.:

Número de intercamb.: -

- Sistema de expansión:

Marca:

Modelo:

Tipo:

**4.2**

Sección interior

Sección exterior

**Ventilador**

- Marca

- Tipo

- Modelo

- r.p.m.

- Potencia

- Tensión

- Número Fases

|   | Sección interior | Sección exterior |
|---|------------------|------------------|
| Bomba circulación                                     |                  |                  |
| - Marca   |                  |                  |
| - Tipo  |                  |                  |
| - Modelo  |                  |                  |
| - r.p.m.  |                  |                  |
| - Pontecia  |                  |                  |
| - Tensión   |                  |                  |
| - Número Fases  |                  |                  |
| 4.3 Del fluido frigorífico                            |                  |                  |
| - Refrigerante:                                       |                  |                  |
| Tipo:   |                  |                  |
| Carga nominal:  |                  |                  |
| - Aceite lubricante:                                  |                  |                  |
| Tipo:   |                  |                  |
| Carga nominal:  |                  |                  |
| 4.4 De los órganos necesarios para desescarche        |                  |                  |
| - Desescarche:  |                  |                  |
| Modelo:   |                  |                  |
| Medio de detección:                                   |                  |                  |
| - Descripción del Sistema:                            |                  |                  |
| 4.5 De los órganos de seguridad                       |                  |                  |
| - Resistencia del carter:                             |                  | Tensión nominal: |
| Potencia:   |                  |                  |
| - Presostato BP:                                      |                  | Modelo:          |
| Marca:  |                  |                  |
| Reglajes nominales:                                   |                  |                  |
| - Presostato AP:                                      |                  | Modelo:          |
| Marca:  |                  |                  |
| Reglajes nominales:                                   |                  |                  |
| Tarado:   |                  |                  |
| - Limitador de temperatura de descarga:               |                  |                  |
| Descripción:  |                  |                  |
| - Limitador de arrancadas:                            |                  |                  |
| Válvula de seguridad:                                 |                  |                  |
| Termostato de agua:                                   |                  |                  |
| Temporizadores:                                       |                  |                  |
| Preostato de aceite:                                  |                  |                  |
| Fusibles:   |                  |                  |
| - Termostato anti-hielo:                              |                  | Modelo:          |
| Marca:  |                  |                  |
| - Protección de los compresores:                      |                  | Modelo:          |
| Marca:  |                  |                  |
| Ajuste:   |                  |                  |
| 4.6 Otros órganos de seguridad incorporados al equipo |                  |                  |
| 4.7 De los equipos auxiliares                         |                  |                  |
| - Descripción del sistema de apoyo                    |                  |                  |
| - Filtro deshidratador:                               |                  |                  |
| Marca:  |                  |                  |
| - Válvula antirretorno:                               |                  | Número:          |
| Marca:  |                  |                  |
| - Intercambiador de calor:                            |                  |                  |
| Marca:  |                  |                  |
| - Manómetros:   |                  | Número:          |
| Marca:  |                  |                  |
| - Termómetros:  |                  | Número:          |
| Marca:  |                  |                  |

#### 4.8 De los dispositivos de arranque

- Interruptor:

    Marca: \_\_\_\_\_ Modello: \_\_\_\_\_  
    Temporización: \_\_\_\_\_

- Descripción del sistema:

#### 4.9 Otros dispositivos.

#### 5. Circuito eléctrico, regulación y seguridad.

Suministrar un esquema unifilar de principio del circuito eléctrico, respetando las normas en vigor sobre símbolos gráficos para esquemas eléctricos, dispositivos de protección, etc.; situar sobre el esquema de principio los órganos de regulación y seguridad.

#### 6. Características de funcionamiento, mantenimiento e instalación.

##### 6.1 Descripción sucinta de:

- Procesos de calefacción y refrigeración.
- Funcionamiento del desescarche.
- Procesos de regulación y seguridad.

##### 6.2 Funcionamiento con caudales distintos de los nominales.

- Límites de estas variaciones.
- Factores.
- Corrección de potencia suministrada y absorbida.

##### 6.3 Mantenimiento. Indicar:

- Naturaleza y frecuencia de las operaciones de mantenimiento a realizar por el usuario.
- Naturaleza y frecuencia de las operaciones de mantenimiento a realizar por un especialista.

##### 6.4 Características de la instalación.

Suministrar condiciones de instalación del equipo. Precisando en particular:

- Condiciones de espacio y peso de cada elemento por separado.
- Condiciones requeridas de ambiente (material instalado en el exterior o al abrigo de la intemperie, el hielo o el espacio calefactado).
- Condiciones de implantación y precauciones, esfuerzo de tensión de acceso y de desprendimiento.
- Características de los acoplamientos eléctricos, hidráulicos, de ventilación y de fluido termodinámico, para asegurar su colocación.
- Localización de los elementos de señalización o de intervención.

Precauciones a tomar en la instalación para asegurar especialmente:

- La circulación correcta de los fluidos.
- La evacuación de los condensados.
- La superficie de intercambio.
- La ausencia de nocividad sonora o de otras.

#### 7. Características de funcionamiento.

##### 7.1 Características de arranque.

Indicar la intensidad máxima de arranque del aparato, incluidos elementos auxiliares y resistencias.

##### 7.2 Características térmicas en régimen permanente (o pseudo permanente en caso de desescarche cíclico):

7.2.1 Con caudales nominales en el evaporador y en el condensador.

Dar las curvas de potencia según cuadro adjunto:

| Tipo de bomba de calor | Ordenada         | Abcisa                         | Parámetro                   |
|------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Agua/agua.             | Pu, Pa (t evap). | t <sub>s</sub> condensador.    | t <sub>e</sub> evaporador.  |
| Agua/aire.             | Pu, Pa (t evap). | t <sub>s</sub> condensador.    | t <sub>e</sub> evaporador.  |
| Aire/aire.             | Pu, Pa.          | t <sub>e</sub> evaporador (1). | t <sub>e</sub> condensador. |
| Aire/agua.             | Pu, Pa.          | t <sub>e</sub> evaporador (1). | t <sub>s</sub> condensador. |

Pu = potencia calorífica.

t<sub>s</sub> = temperatura de salida.

Pa = potencia absorbida en vatios.

t<sub>e</sub> = temperatura de entrada en grados Celsio.

(1) Es preciso que la humedad relativa esté alrededor del 85 por 100.

7.2.2 Para caudales diferentes de los nominales.  
Dar, además, para las bombas de calor, admitiendo variaciones de caudal:  
- Los límites de estas variaciones.  
- Los elementos de corrección de potencia suministrada y absorbida para los caudales del condensador y del evaporador, distintos de los nominales.

Estos elementos pueden ser expresados como potencias o factores correctivos y presentarse como curvas, tablas o fórmulas, en función de los caudales y temperaturas.

Se deberá precisar la incidencia de variaciones de caudal sobre las temperaturas límite de uso.

## A N E X O II

### Propuesta de normativa de ensayo de equipos frigoríficos y bombas de calor

#### METODOS GENERALES DE ENSAYO

##### INDICE

1. *Objeto y campo de aplicación.*
  - 1.1 Objeto.
  - 1.2 Campo de aplicación.
  - 1.3 Utilización de la norma.
2. *Definiciones.*
3. *Unidades de medida.*
4. *Condiciones de ensayo.*
5. *Métodos de ensayo.*
  - 5.1 Descripción general.
  - 5.2 Aplicabilidad de los métodos de ensayo.
  - 5.3 Método entálpico-A.
  - 5.4 Método entálpico-W.
  - 5.5 Método calorimétrico.
6. *Cámara de ensayo.*
7. *Cálculo de la potencia frigorífica.*
  - 7.1 Método entálpico-A.
  - 7.2 Método entálpico-W.
  - 7.3 Método calorimétrico
8. *Cálculo de la potencia calorífica.*
  - 8.1 Método entálpico-A.
  - 8.2 Método entálpico-W.
  - 8.3 Método calorimétrico
9. *Magnitudes a medir.*
10. *Realización de mediciones.*
  - 10.1 Medición de temperaturas.
  - 10.2 Medición de caudales.
  - 10.3 Medición de la presión estática
11. *Instrumentación.*
  - 11.1 Instrumentos para medir temperaturas.
  - 11.2 Instrumentos para medir presiones.
  - 11.3 Instrumentos para medir caudales.
  - 11.4 Instrumentos para efectuar medidas eléctricas.
  - 11.5 Otros instrumentos.
12. *Preparación del ensayo y realización.*
  - 12.1 Instalación del equipo.
  - 12.2 Realización del ensayo.
  - 12.3 Tolerancias del ensayo.
13. *Resultados del ensayo.*
14. *Nomenclatura.*
  - Tabla 1. Datos a registrar.
  - Tabla 2. Tolerancias del ensayo.

#### METODOS GENERALES DE ENSAYO

##### 1. Objeto y campo de aplicación

###### 1.1 Objeto.

1.1.1 Esta norma tiene por objeto establecer métodos de ensayo que permitan determinar las características térmicas de funcionamiento de los equipos frigoríficos y bombas de calor contemplados en el apartado 1.2.

1.1.2 Fundamentalmente, se determinarán las magnitudes siguientes:

- Potencia frigorífica y calorífica suministrada por el equipo bajo las condiciones de operación que se establezcan.
- Potencias absorbidas por los diferentes órganos, medidos individualmente.
- Duración de los diferentes ciclos de funcionamiento.

##### 1.2 Campo de aplicación.

1.2.1 Esta norma se aplicará a los equipos frigoríficos y bombas de calor accionados eléctricamente, que utilicen el ciclo de compresión mecánica.

1.2.2 Estos equipos realizarán, individualmente o en combinación con otros equipos, algunas de las funciones siguientes: Enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, recirculación, renovación y limpieza del aire del local.

1.2.3 Los equipos dentro del alcance de esta norma pueden ser clasificados como sigue:

- a) Según la disposición relativa de los elementos:

1. Equipos compactos, incluyendo compresor e intercambiadores interior y exterior.

2. Equipos constituidos por una unidad interior, incluyendo compresor e intercambiador interior, y una unidad exterior que incluye el intercambiador exterior.

3. Equipos constituidos por una unidad interior que incluye el intercambiador interior, y una unidad exterior, incluyendo compresor e intercambiador exterior.

- b) Según el fluido en contacto con el intercambiador interior:

1. Aire.

2. Agua.

- c) Según el fluido en contacto con el intercambiador exterior:

1. Aire.

2. Agua.

##### 1.3 Utilización de la norma.

1.3.1 Se recomienda la siguiente metodología para una correcta utilización de la norma:

a) Comprobar si se puede aplicar esta norma, revisando el apartado 1.2.

b) Fijar las condiciones de ensayo, de acuerdo con la normativa específica del equipo a ensayar.

c) Seleccionar el método de ensayo, según el apartado 5.

d) Elegir la instrumentación necesaria, según el apartado 10.

e) Realizar el ensayo de acuerdo con el apartado 12.

f) Calcular los resultados del ensayo, según los apartados 7, 8 y 13.

##### 2. Definiciones

2.1 Bomba de calor: Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

2.2 Dispositivo: Conjunto de elementos utilizados para medir una magnitud.

2.3 Equipo: Elemento objeto del ensayo.

2.4 Equipo frigorífico: Máquina frigorífica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

2.5 Intercambiador exterior: Intercambiador de calor que transfiere o absorbe calor de una fuente exterior al espacio acondicionado.

2.6 Intercambiador interior: Intercambiador de calor que transfiere o absorbe calor del espacio acondicionado o de una fuente interior al mismo.

2.7 Potencia calorífica: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga de calefacción del espacio a acondicionar.

2.8 Potencia frigorífica latente: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga latente de refrigeración del espacio a acondicionar.

2.9 Potencia frigorífica sensible: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga sensible de refrigeración del espacio a acondicionar.

2.10 Potencia frigorífica total: Es la potencia térmica del equipo que se emplea en combatir la carga frigorífica total, sensible más latente, del espacio a acondicionar.

2.11 Presión atmosférica estándar: 101 KPa.

2.12 Sección exterior: Es la parte del equipo que transfiere o absorbe calor de una fuente exterior al espacio acondicionado.

2.13 Sección interior: Es la parte del equipo que transfiere o absorbe calor del espacio acondicionado o de una fuente interior al mismo.

2.14 Unidad de tratamiento: Conjunto de elementos que permite mantener el aire o el agua en unas condiciones previamente establecidas.

2.15 Unidad compacta: Equipo totalmente montado en fábrica.

2.16 Unidad partida: Equipo suministrado por el fabricante en partes, realizándose su conexión en obra.

### 3. Unidades de medida

3.1 Se utilizarán las unidades del Sistema Internacional.

### 4. Condiciones de ensayo

4.1 Los métodos de ensayo descritos en esta norma pueden ser usados para determinar la potencia frigorífica y calorífica de los equipos frigoríficos y bombas de calor bajo unas condiciones de ensayo definidas en la normativa específica del equipo a ensayar.

4.2 Durante la duración del ensayo, las condiciones de ensayo serán mantenidas dentro de las tolerancias especificadas en el apartado 12.3.

## 5. Métodos de ensayo

### 5.1 Descripción general.

5.1.1 Se adoptarán como métodos generales de ensayo, el método entálpico y el método calorimétrico.

5.1.2 En el método entálpico, las potencias térmicas del equipo se calcularán a partir del caudal mísco y las temperaturas del fluido a la entrada y salida de la sección correspondiente.

5.1.3 En el método calorimétrico, las potencias térmicas del equipo se calcularán a través de un balance de energía realizado en el módulo de ensayo.

### 5.2 Aplicabilidad de los métodos de ensayo.

5.2.1 El método entálpico se podrá aplicar a la sección interior y exterior del equipo. Cuando se aplique a un equipo o sección del mismo, que utilice aire como fuente o sumidero de calor, se denominará método entálpico-A. Cuando se utilice agua como fuente o sumidero de calor, se denominará método entálpico-W.

5.2.2 El método calorimétrico se aplicará sólo al equipo que utilice aire como fuente o sumidero de calor.

5.2.3 En el ensayo de los equipos se utilizarán simultáneamente dos métodos, que se denominarán directo e indirecto. Como método directo se utilizará sólo el método entálpico realizado en la sección interior del equipo, exceptuando los ensayos incluidos en el apartado 5.2.4. Como método indirecto se utilizará el método entálpico realizado en la sección exterior, o el método calorimétrico. El ensayo será considerado válido cuando los resultados obtenidos por ambos métodos no difieran en más de un 5 por 100.

5.2.4 En el ensayo de equipos cuya potencia sea inferior a 12 Kw térmicos, se podrá utilizar como método directo el método calorimétrico en la sección interior.

### 5.3 Método entálpico-A.

5.3.1 En este método, la potencia térmica del equipo se determinará a partir del caudal mísco y de la temperatura seca o de las temperaturas seca y húmeda del aire a la entrada y salida de la sección correspondiente.

5.3.2 Este método se aplicará a la sección interior del equipo de acuerdo con los esquemas descritos en el apartado 5.3.3. Los esquemas anteriores podrán aplicarse asimismo a la sección exterior, siempre que se verifiquen las restricciones contempladas en el apartado 5.3.5.

5.3.3 Se recomienda que la disposición relativa del equipo a ensayar y de los equipos auxiliares se ajuste a uno de los esquemas siguientes:

a) Configuración en paralelo, representada esquemáticamente en la figura 1. El equipo a ensayar se situará en el módulo de ensayo (ver apartado 12.1). A la salida del equipo, se acoplará un dispositivo de medición de caudal de aire, que descargará directamente en el módulo de ensayo. Una unidad de tratamiento de aire mantendrá el aire del módulo en las condiciones establecidas de temperatura seca y húmeda. En esta configuración, el equipo y la unidad de tratamiento están en paralelo en relación con el aire del módulo. La temperatura seca y/o húmeda del aire a la entrada y salida del equipo, el caudal de aire, la presión estática disponible y el consumo de energía se medirán con la instrumentación adecuada.

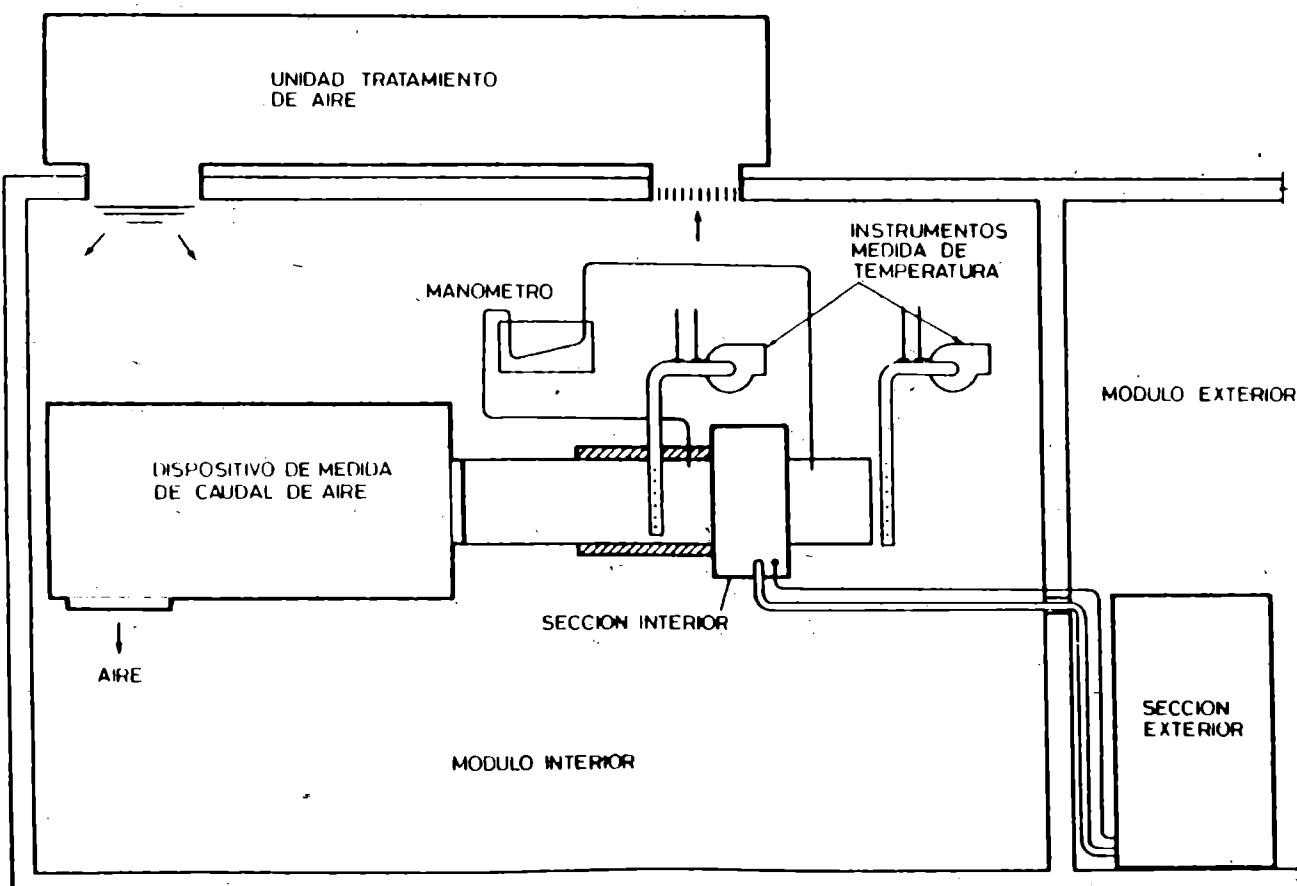


Fig. 1. Método entálpico - A: Configuración en paralelo.

b) Configuración en serie, esquematizada en la figura 2. El equipo se situará en el módulo de ensayo. El dispositivo de medición de caudal aire se acoplará a la salida del equipo e irá conectado directamente con la unidad de tratamiento de aire. La descarga de aire de la unidad de tratamiento mantendrá en el módulo la temperatura seca y húmeda del aire previamente establecidas. En esta configuración, el equipo y la unidad de tratamiento están en serie en relación con el aire del módulo. La instrumentación adecuada medirá las temperaturas, caudales, presión estática y consumo de energía.

c) Al ensayar equipos en los cuales el compresor no es refrigerado por el aire exterior, se tendrá en cuenta la energía

radiante procedente del mismo. Para ello, independientemente de la configuración adoptada, se situará el equipo, o la sección correspondiente del equipo a ensayar, en el interior de un recinto tal como se indica en la figura 3. El recinto se construirá con un material no poroso, con juntas estancas al aire y a la humedad y, preferentemente, aislado térmicamente. Sus dimensiones permitirán al aire circular libremente entre el equipo y las paredes del recinto, y en ningún caso la separación entre ambos será inferior a 15 centímetros. La entrada de aire al recinto se situará lo más lejos posible de la aspiración del equipo, de tal forma que el aire circule a través de todo el recinto. La conexión del equipo con el dispositivo de medición de caudal de aire se aislará adecuadamente en su recorrido por el interior del recinto.

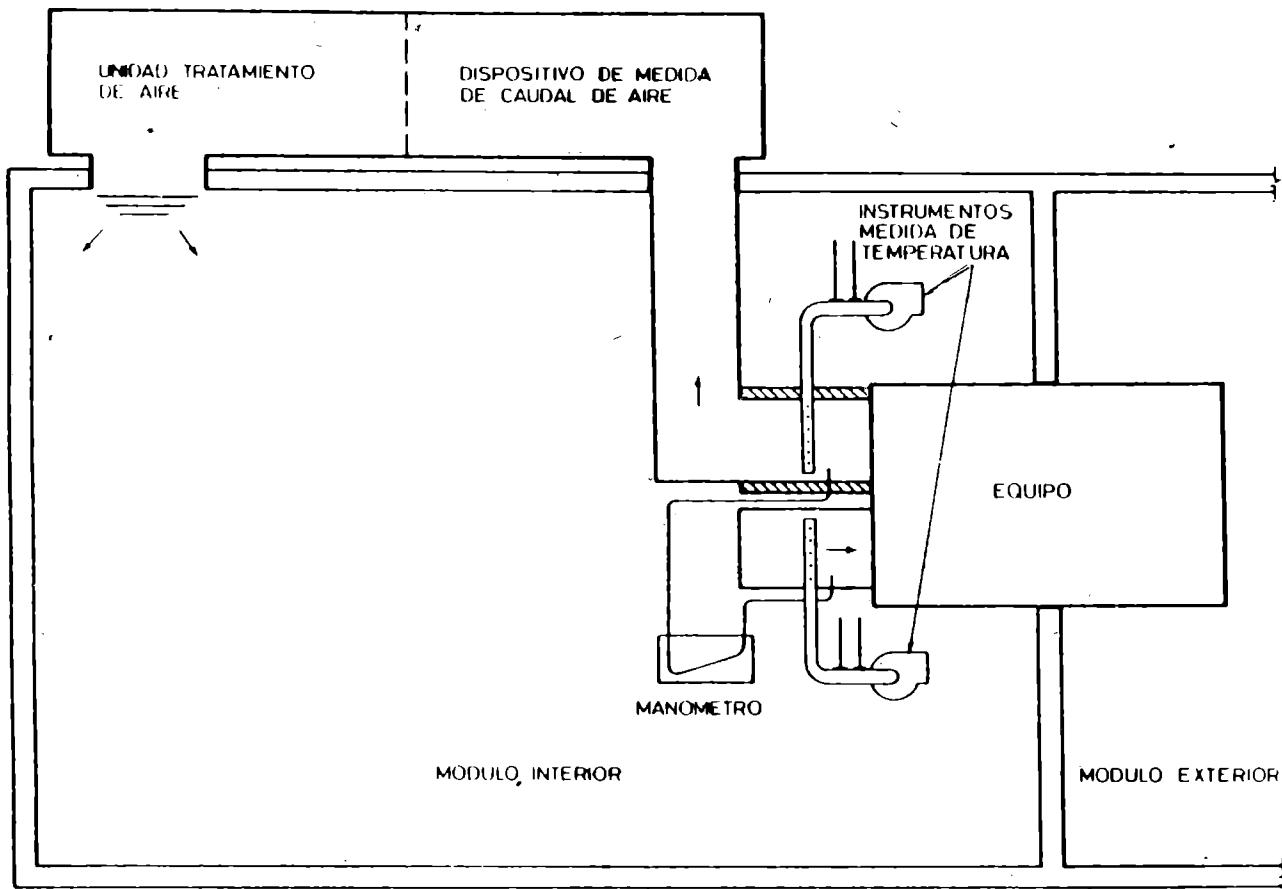


Fig. 2. Método entálpico - A : Configuración en serie.

d) Los esquemas representados en las figuras 1 y 2 tendrán un carácter ilustrativo de las diferentes posibilidades existentes y no estarán limitados a los equipos mostrados en las mismas. No obstante, se utilizará un recinto interior semejante al de la figura 3, siempre que el compresor esté en la unidad interior y no esté refrigerado por el aire exterior.

5.3.4. Cuando se utilice una configuración diferente de las descritas en el apartado anterior, se procurará no crear condiciones anormales de funcionamiento en los alrededores del equipo a ensayar.

5.3.5. Cuando se realice el método entálpico en la sección exterior del equipo, se comprobará que el acoplamiento del dispositivo de medida del caudal de aire no modifique el funcionamiento del equipo ensayado, y en caso de que lo modifique se corregirá esta variación.

Para realizar esta corrección, se soldarán sendos termopares en la sección media del intercambiador interior y exterior del equipo, aproximadamente. Alternativamente, se podrán situar sondas de presión, inatacables por el refrigerante, en las líneas de aspiración y desarga del compresor. El equipo se pondrá en marcha en las condiciones del ensayo, sólo con el dispositivo de medida del caudal de aire interior conectado. Se registrarán los datos necesarios en intervalos de diez minutos, durante un periodo no inferior a una hora, una vez alcanzado el régimen permanente. A continuación, se acoplará el dispositivo de medida de caudal de aire exterior

y se registrarán las medidas de temperatura y presión correspondientes. Si el valor medio de estos valores, una vez alcanzado el equilibrio, no se encuentra dentro de un  $\pm 0,5$  C o su equivalente en presión, en relación con los valores medios observados durante el ensayo preliminar, se ajustará el caudal de aire exterior hasta que se alcance la diferencia anterior. El ensayo continuará durante una hora con el dispositivo de medida de caudal exterior conectado, una vez que se haya alcanzado el régimen permanente y que los resultados obtenidos con el ensayo en la unidad interior durante este intervalo concuerden en un más o menos 2 por 100, con los obtenidos en el ensayo preliminar.

El caudal de aire exterior ajustado por el procedimiento anterior, se utilizará en el cálculo de la potencia térmica del equipo. No obstante, se utilizará en los cálculos el consumo del ventilador exterior durante el ensayo preliminar.

#### 5.4 Método entálpico-W.

5.4.1 En este método, la potencia térmica del equipo se determinará a partir del caudal mísico y temperatura del agua, medidos a la entrada y salida de la sección correspondiente.

5.4.2 Este método podrá aplicarse a la sección interior y exterior del equipo, según el esquema descrito en el apartado 5.4.3. En cualquier caso, el intercambiador correspondiente del equipo estará aislado con un espesor no inferior a 25 milímetros de fibra de vidrio o equivalente.

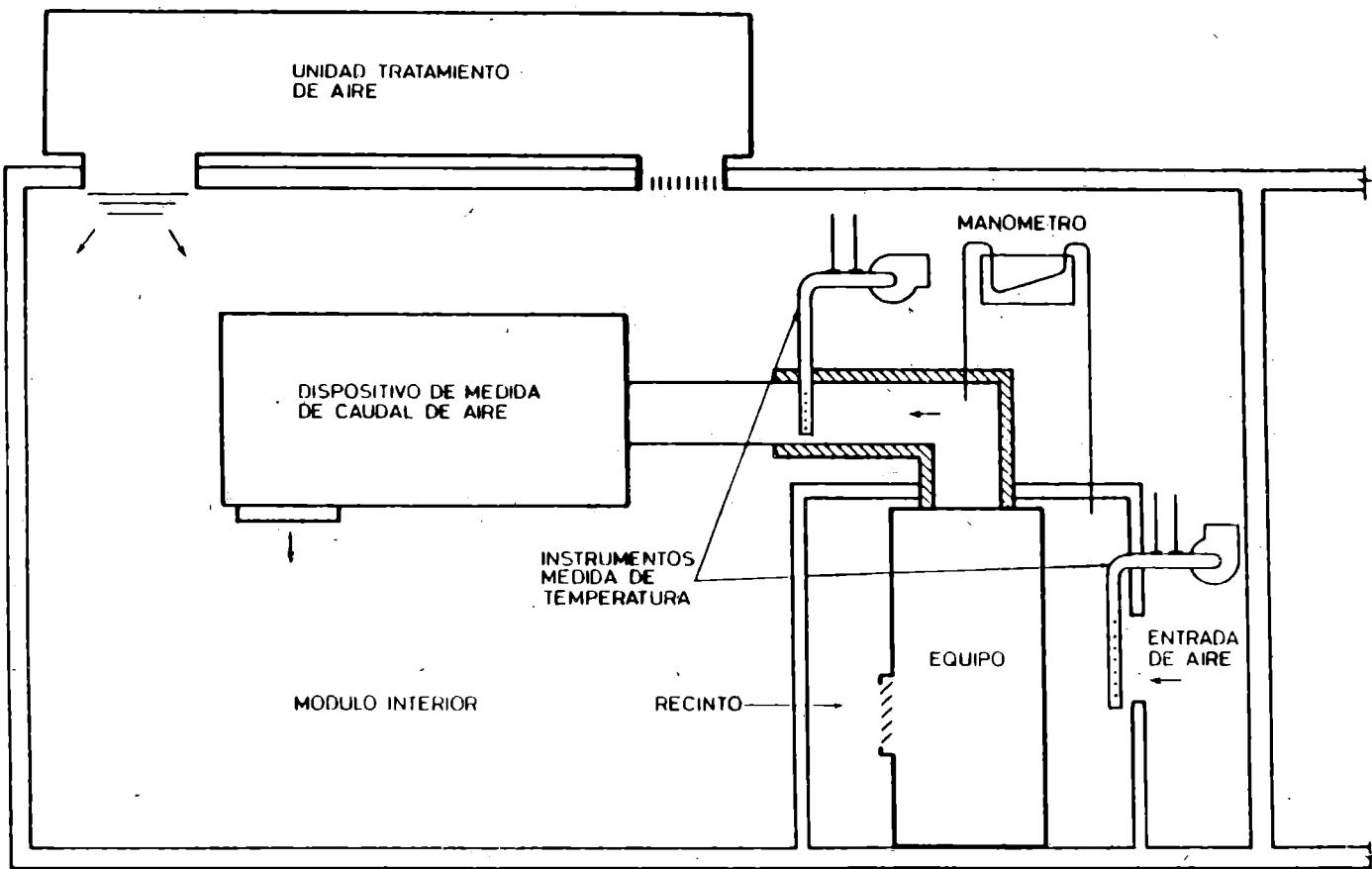


Fig. 3. Método entálpico - A : Módulo con recinto interior.

5.4.3. Se recomienda que la disposición relativa del equipo a ensayar y de los equipos auxiliares se ajuste al esquema representado en la figura 4. El equipo se situará en el módulo de ensayo y la entrada y salida del mismo se conectarán directamente con una unidad de tratamiento de agua, que mantendrá la temperatura del agua a la entrada y/o salida del equipo, en las condiciones de ensayo. Entre ambos se situará un dispositivo de medida de caudal. Una unidad de tratamiento de aire mantendrá en el módulo la temperatura marcada por las condiciones de ensayo. La instrumentación adecuada medirá las temperaturas, caudal, presión estática disponible y consumos de energía.

#### 5.5. Método calorímetro.

5.5.1 En este método, la potencia térmica del equipo se determinará a partir de la energía aportada o extraída por la unidad de tratamiento de aire y de las pérdidas o ganancias de calor en el módulo de ensayo, realizando un balance de energía en el mismo.

5.5.2 Este método se aplicará de acuerdo con los esquemas descritos en el apartado 5.3.3.

#### 6. Cámara de ensayo

6.1. La cámara de ensayo constará de dos módulos, uno para la sección interior y otro para la sección exterior del equipo a ensayar, con una pared de separación entre ambos. En ellos se mantendrán las condiciones de ensayo dentro de las tolerancias establecidas.

6.2. Las superficies internas de cada módulo se construirán con materiales no porosos y con juntas estancas al aire y a la humedad. Las puertas de acceso irán provistas de juntas que las hagan también estancas al aire y a la humedad. Las paredes, incluso la separación entre módulos, estarán aisladas de forma que las pérdidas de calor, incluso por radiación, sean inferior al 5 por 100 de la potencia térmica del equipo. Como método alternativo se puede disponer un espacio alrededor de la cámara de ensayo, de anchura no inferior a 30 centímetros, en el que se mantendrán las

condiciones del módulo correspondiente. En cualquier caso, se recomienda disponer debajo de la cámara de un espacio libre que permita la circulación de aire.

6.3. El módulo interior será siempre necesario para la realización del ensayo. Se recomienda que la velocidad del aire en las proximidades del equipo a ensayar no sea superior a 2,5 metros por segundo.

6.4. El módulo exterior se utilizará para la realización de ensayos indirectos, de acuerdo con el apartado 5.2.

6.5. Las dimensiones de los módulos serán suficientes para evitar cualquier perturbación en las proximidades del equipo. En ningún caso la distancia desde una superficie del módulo a la superficie del equipo será inferior a un metro, a excepción de las distancias requeridas para una instalación normal del equipo.

6.6. Los dos módulos dispondrán de las unidades de tratamiento de aire y de agua que requiera la modalidad de ensayo adoptada y el equipo a ensayar. Cada unidad de tratamiento de aire dispondrá de un ventilador que proporcionará un caudal de aire no inferior a quince veces el volumen del módulo de ensayo correspondiente, cada hora. Esta unidad tomará el aire de la dirección en la que descarga el equipo y lo impulsará de nuevo al módulo a una velocidad máxima de 1,5 metros por segundo en la boca de salida, en las condiciones establecidas.

6.7. En la pared de separación de ambos módulos se instalará un dispositivo para equilibrar las presiones de los mismos.

El dispositivo constará de una o varias toberas, una cámara de descarga con un ventilador de evacuación y manómetros para medir la presión dinámica en la tobera (figura 5). Las tomas de aire de los manómetros se dispondrán de forma que no estén influidas por el aire procedente del equipo o del dispositivo para equilibrar presiones. El ventilador de evacuación de aire permitirá variar el caudal del mismo, modificando su velocidad o mediante una compuerta. Detalles de construcción de la tobera y los cálculos necesarios se desarrollan en el apartado 10.2.

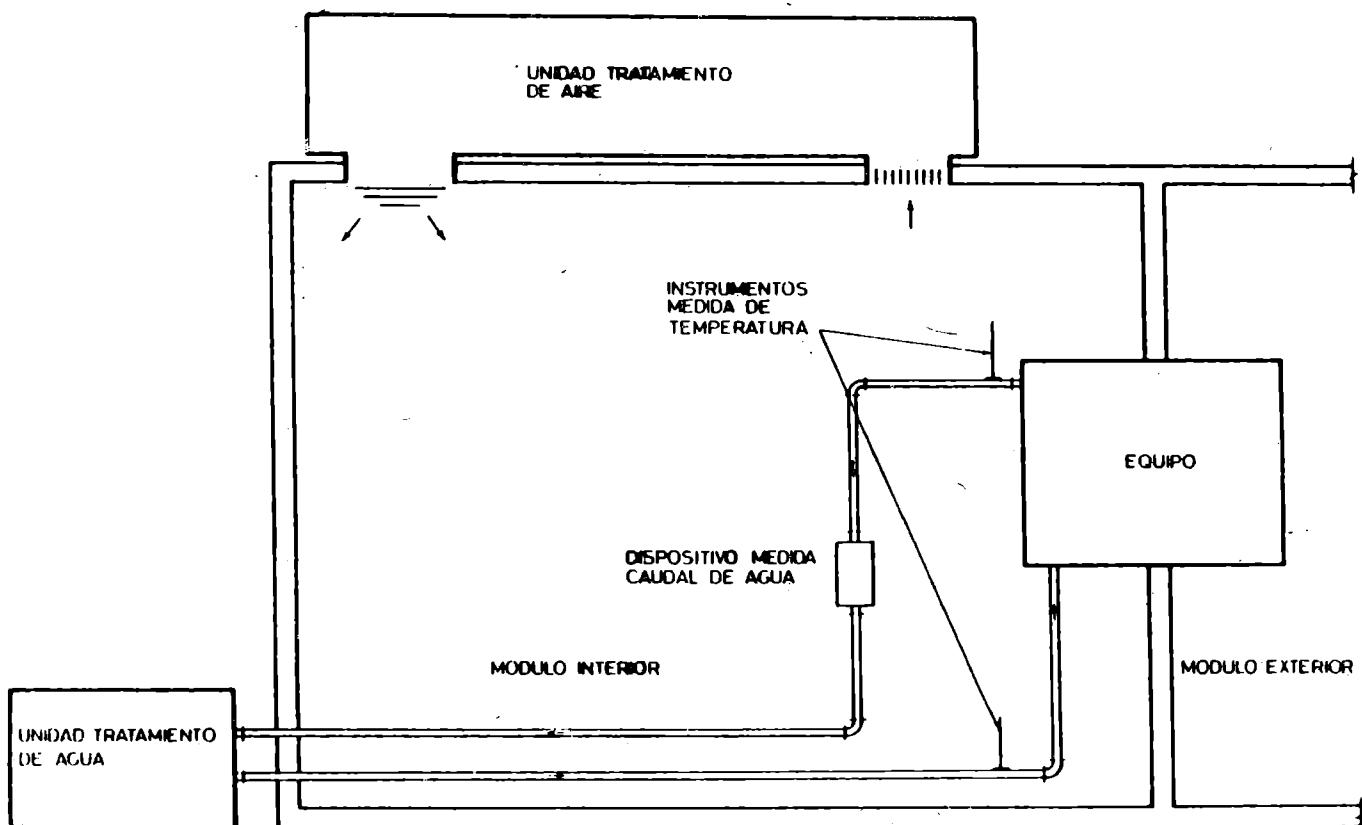


Fig. 4. Método entálpico - W.

Este dispositivo no permitirá que la diferencia de presiones estáticas en los dos módulos sea superior a 1,5 Pa.

6.8 Las pérdidas de calor de un módulo se pueden medir de la forma siguiente: Se cierran todas las aberturas; se mantiene la temperatura ambiente constante con una tolerancia de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ; se calienta el módulo con resistencias eléctricas hasta que su temperatura esté, al menos, a  $10^\circ\text{C}$  por encima de la temperatura ambiente. Si la separación entre los módulos está hecha con idénticos materiales que el resto de las paredes, las fugas se reparten proporcionalmente a las superficies de las paredes.

Para medir las pérdidas a través de la separación de los módulos se realiza un ensayo similar, pero elevando por igual la temperatura

de ambos. La diferencia con las pérdidas del ensayo anterior corresponde a la pared de separación.

Las ganancias de calor del módulo se miden con el mismo sistema, pero enfriando hasta  $10^\circ\text{C}$ , por lo menos, por debajo de la temperatura ambiente.

## 7. Cálculo de la potencia frigorífica

### 7.1 Método entálpico-A.

7.1.1 La potencia frigorífica total, sensible y latente del equipo, basadas en el ensayo realizado en la sección interior, se calculará a partir de las ecuaciones:

$$q_{fle} = Q_{mi} (h_{a1} - h_{a2})/v_m$$

$$q_{fsl} = Q_{mi} C_{pa} (t_{a1} - t_{a2})/v_m$$

$$q_{fls} = 2,46 \cdot 10^6 Q_{mi} (W_1 - W_2)/v_m$$

$$C_{pa} = 1.005 + 1.859 W_m$$

*Nota:* Las expresiones anteriores no tienen en cuenta la transferencia de calor a través de las superficies del equipo, que normalmente son inferiores al 2 por 100 de la potencia frigorífica total, ni el aporte de calor del motor del ventilador interior cuando no es suministrado con el equipo. Cuando se estime necesario, la transferencia de calor se puede evaluar a través de la temperatura de la superficie del equipo.

7.1.2 La potencia frigorífica total del equipo, basada en un ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{fle} = Q_{me} (h_{a4} - h_{a3})/v_m - E_t$$

o en equipos que no revaporigen en el condensador,

$$q_{fle} = Q_{me} C_{pa} (t_{a4} - t_{a3})/v_m - E_t$$

7.1.3 Si en equipos partidos es necesario tener en cuenta las pérdidas en líneas de refrigerante, para obtener el 5 por 100 especificado en el apartado 13.2, se sumará algebraicamente a la potencia frigorífica total  $q_{fle}$  las cantidades obtenidas a partir de las ecuaciones siguientes:

a) Tubería de cobre sin aislar:

$$q_l = (0,606 + 0,945 (D)^{0,75} (\Delta t)^{1,25} + 79,8 D \Delta t) L$$

b) Tuberías aisladas:

$$q_l = (0,617 + 0,564 (a)^{-0,33} (D)^{0,75} (\Delta t)^{1,25}) L$$

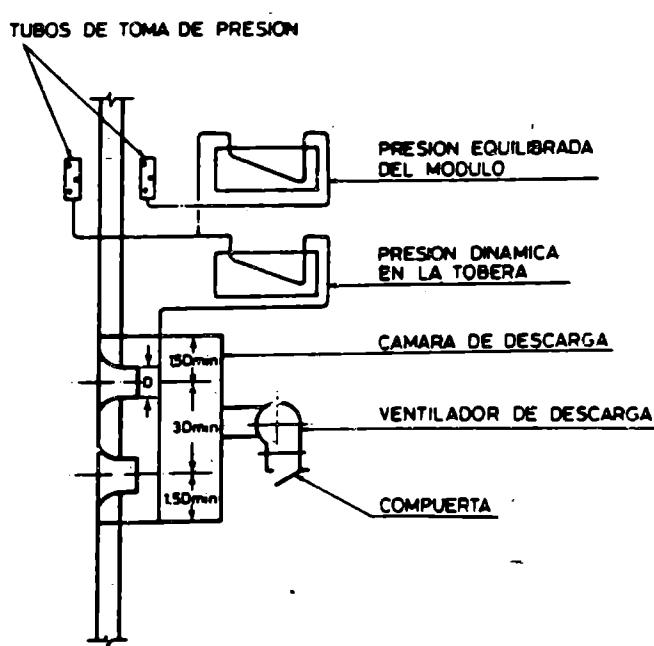


Fig. 5. Dispositivo para equilibrar presiones.

### 7.2 Método entálpico-W.

7.2.1 La potencia frigorífica total del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección interior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{fti} = m_{wi} C_{pw} (t_{w1} - t_{w2})$$

(sigue siendo válida la nota del apartado 7.1.1).

7.2.2 La potencia frigorífica total del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{fse} = m_{we} C_{pw} (t_{w4} - t_{w3}) - E_l$$

7.2.3 Si en equipos partidos es necesario tener en cuenta las pérdidas en líneas de refrigerante, se realizará de acuerdo con el apartado 7.1.3.

### 7.3 Método calorimétrico.

7.3.1 La potencia frigorífica total, sensible y latente del equipo, basadas en el ensayo realizado en la sección interior se calculará a partir de las ecuaciones

$$q_{fti} = E_r + m_{wc} (h_{w1} - h_{w2}) - q_{pl} - q_{ps}$$

$$q_{fse} = q_{fti} - q_{li}$$

$$q_{li} = 2,46 \cdot 10^6 m_{wc}$$

*Nota:* La expresión de la potencia frigorífica total es válida si las unidades de tratamiento de aire se sitúan en el interior de los módulos de ensayo y el vapor de agua condensado en el equipo o en la unidad de tratamiento se evacúa al exterior.

7.3.2 La potencia frigorífica total del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación

$$q_{fse} = q_{ut} + q_{ps} + q_{pl} + m_{wu} (h_{w3} - h_{w1}) - E_r - E_l$$

Notas:

- Sigue siendo válida la nota del apartado 7.3.1.
- El término  $q_{ps}$  será numéricamente igual al correspondiente del apartado 7.3.1, sólo si las superficies exterior e interior de la pared de separación son iguales.

## 8. Cálculo de la potencia calorífica

### 8.1 Método entálpico-A.

8.1.1 La potencia calorífica del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección interior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cti} = Q_{mi} C_{pa} (t_{a2} - t_{a1})/v_m$$

(sigue siendo válida la nota del apartado 7.1.1).

8.1.2 La potencia calorífica total del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cte} = Q_{me} (h_{a3} - h_{a4})/v_m + E_l$$

8.1.3 Si en equipos partidos es necesario tener en cuenta las pérdidas en líneas de refrigerante, se realizará de acuerdo con el apartado 7.1.3.

### 8.2 Método entálpico-W.

8.2.1 La potencia calorífica del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección interior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cti} = m_{ni} C_{pw} (t_{w2} - t_{w1})$$

(sigue siendo válida la nota del apartado 7.1.1).

8.2.2 La potencia calorífica del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cte} = m_{we} C_{pw} (t_{w3} - t_{w4}) + E_l$$

8.2.3 Si en equipos partidos es necesario tener en cuenta las pérdidas en líneas de refrigerante, se realizará de acuerdo con el apartado 7.1.3.

### 8.3 Método calorimétrico.

8.3.1 La potencia calorífica del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección interior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cti} = q_{ut} + q_{ps} + q_{pl} + m_{wu} (h_{w3} - h_{w1}) - E_r$$

(sigue siendo válida la nota del apartado 7.3.1).

8.3.2 La potencia calorífica del equipo, basada en el ensayo realizado en la sección exterior, se calculará a partir de la ecuación:

$$q_{cti} = E_r + m_{wc} (h_{w1} - h_{w2}) - q_{pl} - q_{ps} + E_l$$

(siguen siendo válidas las notas del apartado 7.3.2).

### 9. Magnitudes a medir

9.1 Durante el ensayo se medirán las variables recogidas en la tabla 1. Para cada método de ensayo en particular, se medirán las magnitudes marcadas con un «x» bajo la columna correspondiente.

### 10. Realización de mediciones

#### 10.1 Medición de temperaturas.

10.1.1 La medida de temperatura del aire en el interior de conductos se realizará al menos en tres puntos, en el centro de tres segmentos iguales de la sección recta del conducto o mediante la utilización de dispositivos de mezcla o de toma de muestras de aire. Esquemas tipos de estos dispositivos se representan en la figura 6. La conexión entre el equipo y la sección de medida se aislará de forma que las pérdidas de calor a través del conducto sean inferiores al 1 por 100 de la potencia térmica del equipo.

El diámetro interior de los tubos del dispositivo de toma de muestras no será inferior a 80 milímetros y la velocidad de circulación del aire estará comprendida entre 3 y 10 metros por segundo (con preferencia 5 metros por segundo). Deberá cuidarse la estanqueidad y el aislamiento de los tubos, para evitar pérdidas o ganancias de calor o de aire. Los termómetros estarán situados en el tramo de aspiración de los tubos de toma de muestra.

10.1.2 La temperatura del aire a la entrada de la sección interior se medirá al menos en tres posiciones igualmente espaciadas sobre el equipo, o se utilizarán dispositivos de toma de muestra. Si la aspiración del equipo es libre, los instrumentos de medición o el dispositivo correspondiente se situarán a 15 centímetros aproximadamente de la sección de entrada.

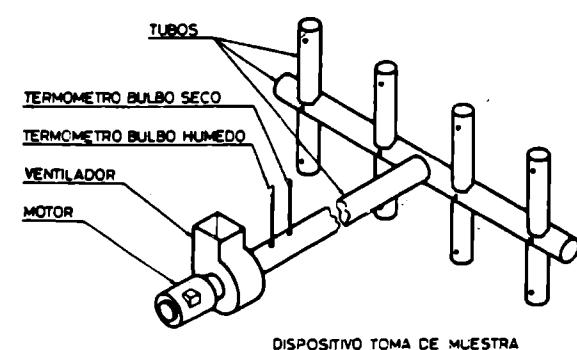
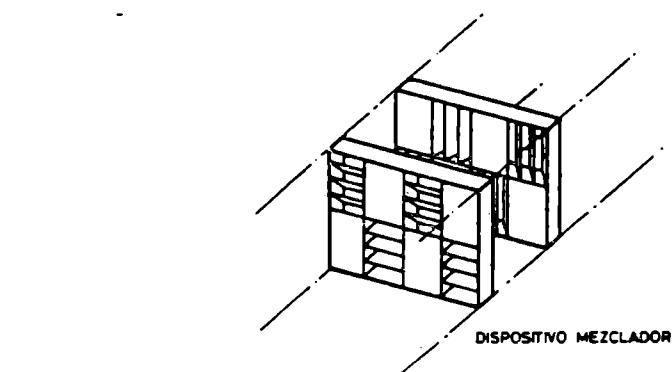


Fig. 6. Dispositivos de mezcla y de toma de muestras de aire.

10.1.3 La temperatura del aire a la entrada de la sección exterior se medirá al menos en tres posiciones representativas alrededor del equipo. En los puntos de medida, la temperatura del aire no se verá afectada por la descarga de aire de la sección exterior. Todas las medidas se tomarán a una distancia de 60 centímetros de la superficie más próxima del equipo, y si no coinciden, la temperatura menor se tomará igual a la temperatura ambiente exterior.

10.1.4 La temperatura húmeda del aire se medirá bajo condiciones que aseguren un tiempo suficiente para que el equilibrio de evaporación se haya alcanzado. La velocidad del aire en el instrumento de medida será aproximadamente de 5 metros por segundo. Para medir temperatura húmeda del aire por debajo del punto de congelación, se recomienda producir una capa de hielo de 0,5 milímetros de espesor directamente en el bulbo del termómetro o sensor de temperatura húmeda correspondiente.

10.1.5 La medición de temperatura de un fluido en el interior de una tubería se realizará introduciendo el sensor de temperatura directamente en el fluido o en el interior de un pozo de temperatura en contacto con el fluido. Las pérdidas de calor entre la sección de medida y la conexión al equipo serán inferiores al 1 por 100 de la potencia térmica del mismo.

10.1.6 En general, los sensores de medición de temperatura se protegerán mediante las correspondientes pantallas, de la radiación procedente de cualquier fuente de calor próxima.

## 10.2 Medición de caudales.

10.2.1 El caudal de aire se medirá mediante el dispositivo de toberas representado en la figura 7. Básicamente, este dispositivo constará de una cámara receptora y una cámara de descarga, separadas por una zona en la que se sitúan una o más toberas. El aire es conducido a la cámara receptora, pasa a través de las toberas y es descargado en el módulo de ensayo o en el mismo conducto de entrada al equipo.

El dispositivo de toberas y su conexión no permitirán una pérdida de aire superior al 1 por 100 del caudal medido.

La distancia entre ejes de las toberas no será inferior a tres veces el diámetro del cuello de la tobera. La distancia desde el centro de una cualquiera de las toberas a la pared de la cámara más próximo no será inferior a una vez y media el diámetro del cuello de la tobera.

Se instalarán difusores en la cámara receptora, a una distancia de la entrada a la tobera, no inferior a una vez y media el diámetro.

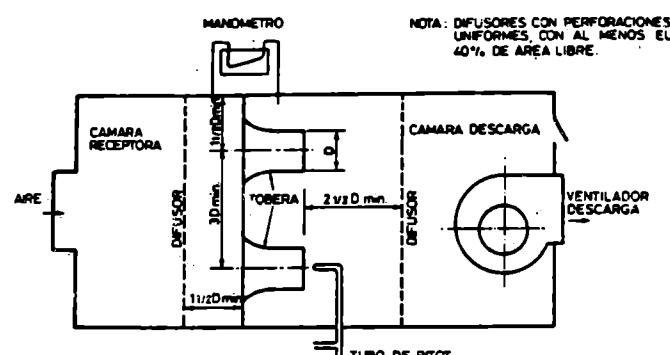


Fig. 7. Dispositivo para medición de caudales de aire.

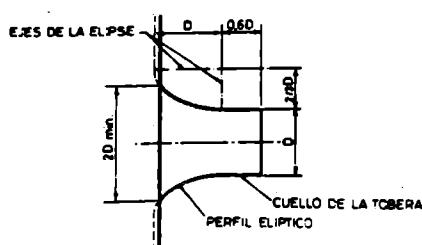


Fig. 8. Tubería.

del cuello, y en la cámara se descarga a una distancia al menos de dos y media el diámetro del cuello. Si las toberas fueran de tamaños diferentes, las distancias anteriores se tomarán con base al diámetro medio de las mismas.

Se instalará un ventilador de descarga en una de las paredes de la cámara de descarga, capaz de vencer la pérdida de carga a través del dispositivo. El ventilador será de caudal variable o se podrá ajustar su caudal mediante una compuerta.

La caída de presión estática a través de las toberas se medirá con manómetros con una precisión de  $\pm 1$  por 100 de la lectura. Un extremo del manómetro se conectará a una o varias tomas de presión estática, atravesando la pared de la cámara de descarga. Opcionalmente se podrá instalar en paralelo varios manómetros conectados cada uno a dos tomas de presión estática.

Alternativamente, se podrá medir la presión dinámica del aire a la salida de la tobera por medio de un tubo de Pitot. En este caso, se dispondrá un tubo de Pitot por cada tobera.

Se dispondrán los medios necesarios para determinar la densidad del aire en el cuello de la tobera.

La velocidad del aire en el cuello de cualquier tobera no será inferior a 15 metros por segundo, ni mayor que 35 metros por segundo.

Si las toberas son construidas de acuerdo con la figura 8 e instaladas de acuerdo con las instrucciones anteriores, no necesitarán ser calibradas. Si el diámetro del cuello es igual o mayor que 13 centímetros, el coeficiente de descarga de la tobera puede tomarse igual a 0,99. Se calibrarán las toberas cuando el diámetro del cuello sea inferior a 13 centímetros o se precisen coeficientes de descarga de mayor exactitud. Opcionalmente se podrán utilizar los valores siguientes:

| Número de Reynolds $Re_D$ | Coeficiente de descarga $C_d$ |
|---------------------------|-------------------------------|
| 50.000                    | 0,97                          |
| 100.000                   | 0,98                          |
| 150.000                   | 0,99                          |
| 200.000                   | 0,99                          |
| 250.000                   | 0,99                          |
| 300.000                   | 0,99                          |
| 400.000                   | 0,99                          |
| 500.000                   | 0,99                          |

siendo  $Re_D = f \cdot V_t \cdot D_t$

El factor  $f$  es función de la temperatura del aire, según los valores:

| Temperatura (C) T | Factor f |
|-------------------|----------|
| - 6,7             | 78,2     |
| 4,4               | 72,0     |
| 15,6              | 67,4     |
| 26,7              | 62,8     |
| 37,8              | 58,1     |
| 48,9              | 55,0     |
| 60,0              | 51,9     |
| 71,1              | 48,8     |

El caudal de aire a través de una tobera se calculará a través de la ecuación:

$$Q_{mt} = C_d A_t (1.000 P_v v'_n)^{0.5}$$

$$v'_n = 101 v_n / [P_n (1 + W_n)]$$

Cuando se utilice más de una tobera, el caudal de aire total será la suma de los caudales de cada tobera, calculados por la ecuación anterior.

10.2.2 Cuando no sea posible la instalación del dispositivo de toberas descrito en el apartado 10.2.1 se utilizará el dispositivo de medida representado en la figura 9.

El caudal de aire se calculará a través de la ecuación siguiente:

$$Q_c = q_{sr} \cdot v_a / [C_{pa} (t_{a6} - t_{a5})]$$

10.2.3 Si el caudal se expresa en volumen, deberá ir acompañado de las condiciones de presión, temperatura y humedad en que se ha determinado.

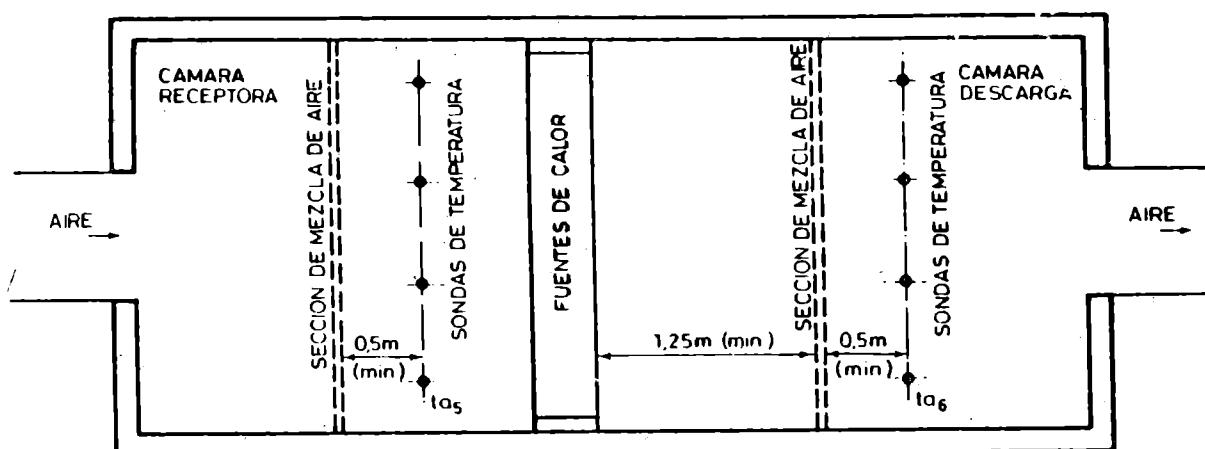
10.2.4 El caudal de agua se medirá con la instrumentación descrita en 11.3, conectada directamente a la tubería por la que circula el fluido. Se instalará en un tramo recto de la tubería, de tal forma que no se introduzcan perturbaciones en la medición.

## 10.3 Medición de la presión estática.

10.3.1 En unidades con un ventilador y una salida, se acoplará un plenum a la descarga de la unidad donde se precise medir la

presión estática disponible, tal como se muestra en la figura 10. El plenum descargará en el dispositivo de medición de caudal de aire o en un regulador de caudal cuando no se utilice el dispositivo de medida.

Las dimensiones de la sección recta del plenum serán iguales a las dimensiones de la sección de salida de la unidad.



- NOTAS : 1. Las pérdidas de calor a través del dispositivo, serán inferiores al 5% de la potencia de la fuente de calor.  
2. El incremento mínimo de temperatura del aire a través de la fuente de calor, será de 10 C.

Fig. 9. Dispositivo alternativo de medida de caudales de aire.

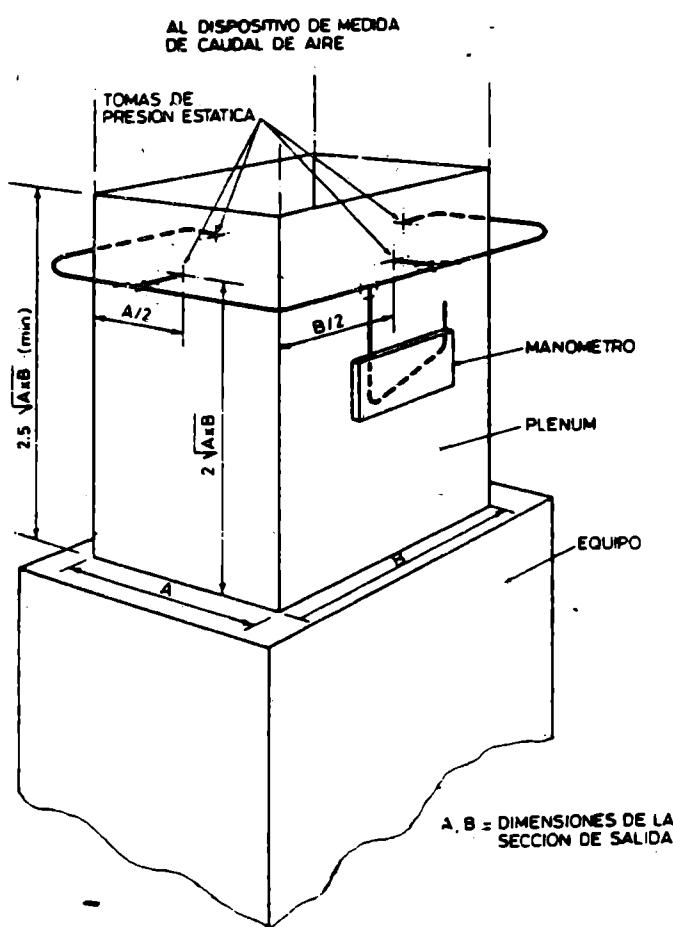


Fig. 10. Dispositivo para medida de la presión estática disponible.

La presión estática se medirá con un manómetro. Un extremo del manómetro se conectaría a cuatro tomas de presión en el plenum de descarga, centradas en cada superficie del plenum, a una distancia de la sección de salida igual al doble de la dimensión media geométrica de dicha sección. Si se utiliza un conducto de entrada a la unidad, el otro extremo del manómetro se conectaría

a cuatro tomas de presión en el conducto de entrada. Las dimensiones del conducto de entrada y la situación de las tomas de presión se indican en la figura 11. Si no existe el conducto de entrada, el otro extremo del manómetro se conectaría a la atmósfera alrededor de la unidad.

10.3.2 En unidades con varios ventiladores y salidas se acoplará un plenum a cada salida de la unidad, de acuerdo con la figura 10. Cada plenum descargará en un conducto común, que se conectaría a su vez con el dispositivo de medida de caudal de aire o con un regulador de caudal cuando no se utilice el dispositivo de medida. Cada plenum dispondrá de un regulador de caudal, localizado en la sección de contacto con el conducto común, para igualar la presión estática en cada plenum.

10.3.3 En unidades con varios ventiladores y una salida se acoplará un único plenum, de acuerdo con el apartado 10.3.1.

10.3.4 En unidades sin ventilador incorporado, los conductos de entrada y salida tendrán unas dimensiones iguales a las secciones correspondientes de la unidad. La pérdida de presión a través de la unidad se medirá con un manómetro, como se muestra en la figura 11.

10.3.5 Se recomienda que las tomas de presión consistan en boquillas de 6,35 milímetros, soldadas a las superficies del plenum y centradas sobre orificios de 1 milímetros de diámetro a través del plenum. Los extremos de los orificios estarán desprovistos de rebabas y de cualquier otra irregularidad.

10.3.6 El plenum y los conductos no permitirán fugas de aire, especialmente en las conexiones con el equipo y con el dispositivo de medida de caudal de aire. Se aislarán adecuadamente para prevenir las pérdidas o ganancias de calor entre la salida del equipo y la sección donde se sitúen los instrumentos de medición de temperatura.

## 11. Instrumentación

### 11.1 Instrumentos para medir temperaturas.

11.1.1 Las temperaturas se medirán con uno o varios de los instrumentos siguientes:

- Termómetros de mercurio.
- Termopares.
- Termómetros eléctricos de resistencia.

11.1.2 La exactitud de los instrumentos anteriores se encontrará dentro de los siguientes límites:

- Temperatura seca y húmeda del aire:  $\pm 0,1$  C.
- Temperatura del agua:  $\pm 0,1$  C.
- Otras temperaturas:  $\pm 0,3$  C.

11.1.3 En ningún caso la división más pequeña de la escala de la instrumentación excederá de la exactitud especificada.

11.1.4 Cuando se exija una exactitud de  $\pm 0,1$  C, el instrumento será calibrado comparándolo con un termómetro certificado por una entidad reconocida.

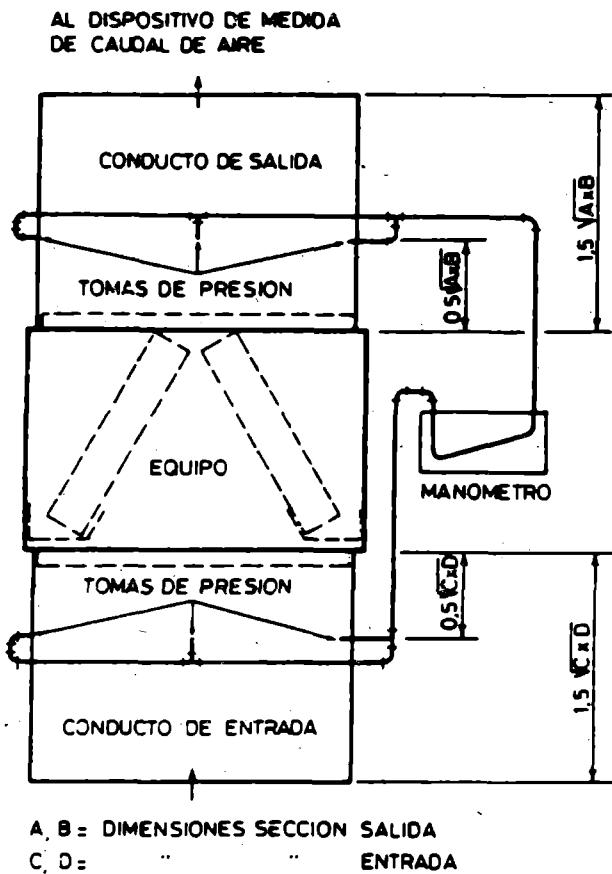


Fig. 11. Dispositivo de medida de presión estática disponible, en unidades sin ventilador incorporado.

#### 11.2 Instrumentos para medir presiones.

11.2.1 Las medidas de presión se realizarán con uno o más de los instrumentos siguientes:

- Columna de mercurio.
- Manómetro de tubo de Bourdon.
- Transductores electrónicos de presión.

11.2.2 La exactitud de los instrumentos para medir presiones, excepto barómetros, será función de la magnitud de la presión medida, de acuerdo con el siguiente rango:

| Rango (Pa)   | Exactitud (Pa) |
|--------------|----------------|
| 1,25 - 25    | 0,5            |
| 25,1 - 500   | 2,5            |
| Mayor de 500 | 25,0           |

11.2.3 La división más pequeña de la escala de la instrumentación no excederá, en ningún caso, del doble de la exactitud indicada.

11.2.4 La presión atmosférica se medirá con barómetros, con una escala que permita obtener una exactitud de  $\pm 0,1$  por 100.

#### 11.3 Instrumentos para medir caudales.

11.3.1 Para calcular el caudal de aire, la sección de la tobera se determinará midiendo su diámetro con una exactitud de  $\pm 0,20$  por 100, en cuatro puntos separados  $45^\circ$  alrededor de la tobera. Esta medición se realizará en el cuello de la tobera, en dos planos normales al eje de la misma.

11.3.2 Los caudales de agua se medirán con contadores de caudal o de cantidad de líquido con una exactitud de  $\pm 1$  por 100 de la cantidad medida.

#### 11.4 Instrumentos para efectuar medidas eléctricas.

11.4.1 Se utilizarán aparatos indicadores o integradores con una exactitud de  $\pm 0,5$  por 100 del fondo de escala.

11.4.2 La tensión se medirá en los terminales del equipo.

#### 11.5 Otros instrumentos.

11.5.1 La medida de velocidad se realizará con un contador de revoluciones, un tacómetro, un estroboscopio o un osciloscopio, con una exactitud de  $\pm 1$  por 100 de la cantidad medida.

11.5.2 El tiempo se medirá con instrumentos que tengan una exactitud de  $\pm 0,20$  por 100 de la cantidad medida.

11.5.3 La medida de masas se realizará con aparatos que tengan una exactitud de  $\pm 1$  por 100 de la cantidad medida.

11.5.4 En general, se podrá utilizar cualquier otra instrumentación no recogida en la presente norma, siempre que se mantenga la exactitud exigida para la magnitud a medir.

#### 12. Preparación del ensayo y realización

##### 12.1 Instalación del equipo.

12.1.1 El equipo a ensayar se instalará en la cámara de ensayo de acuerdo con las instrucciones del fabricante, utilizando los accesorios y procedimientos de instalación recomendados por el mismo.

La unidad compacta que utilice en la sección exterior, agua como fuente o sumidero de calor, se situará en el módulo interior. Si utiliza aire como fuente o sumidero se instalará en una abertura en la pared de separación de los módulos. Si la unidad es partida se situará la sección interior en el módulo interior y la exterior en el módulo exterior. Si el equipo está especialmente preparado para trabajar en el exterior se situará en el módulo exterior.

12.1.2 No se realizarán modificaciones en el equipo, a excepción del acoplamiento a los dispositivos de medida. El montaje se hará lo más parecido posible a lo que se considere un montaje normal, sin hacer nada que mejore dichas condiciones, con objeto de obtener resultados lo más parecido posible a la realidad.

12.1.3 Si es necesario, el equipo será vaciado y cargado con el tipo y cantidad de refrigerante especificado por el fabricante.

12.1.4 En unidades partidas en las que la tubería de interconexión no sea suministrada por el fabricante como parte integral del equipo, o no sea posible por diseño, la longitud de las tuberías de interconexión no será inferior a 7,5 metros, de los cuales al menos 3 metros se situarán en el módulo exterior.

12.1.5 Las correcciones necesarias por variaciones en la presión atmosférica se realizarán de forma que no se modifiquen la velocidad del ventilador ni la pérdida de carga del sistema.

##### 12.2 Realización del ensayo.

12.2.1 Antes de proceder al registro de datos se pondrá en funcionamiento el equipo a ensayar y las unidades auxiliares hasta que se alcance el régimen permanente. La duración de este periodo no será nunca inferior a una hora.

12.2.2 Los datos serán entonces registrados cada diez minutos hasta que siete lecturas consecutivas estén dentro de las tolerancias establecidas en el apartado 12.3.

12.2.3 Cuando se utilice el método entálpico-A, realizado en la sección exterior, las prescripciones anteriores se aplicarán tanto al ensayo preliminar (apartado 5.3.5) como al ensayo final.

12.2.4 En calefacción, bajo ciertas condiciones de funcionamiento, una pequeña cantidad de hielo puede llegar a acumularse en la sección exterior del equipo. Se distinguirá entonces entre período normal de funcionamiento y período de desescarche del equipo.

En esta norma se considerará que el funcionamiento corresponde al período normal cuando las temperaturas de salida de las secciones interior y exterior del equipo permanecen dentro de las tolerancias de funcionamiento normal especificadas en la tabla 2, aunque se haya formado hielo en la sección exterior. En este caso serán válidos los apartados 12.2.1 a 12.2.3.

Cuando las tolerancias de las temperaturas anteriores, debido a la formación de hielo, excedan el rango establecido se realizará el ensayo de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 12.2.5.

12.2.5 Durante el período ciclico de desescarche no se podrá realizar el método de ensayo en la sección exterior del equipo. En estas condiciones sólo se podrá utilizar el método entálpico realizado en la sección interior.

Durante este ensayo no se acoplará a la sección exterior ningún dispositivo que modifique el caudal de aire nominal en dicha sección. El caudal del fluido en la sección interior se mantendrá en las mismas condiciones que durante el ensayo normal, a no ser que el sistema de desescarche del equipo prevea la parada del ventilador o bomba de circulación de la sección interior. En este caso se dispondrán los medios necesarios para que durante este período no circule el fluido a través de dicha sección.

Para realizar el ensayo se pondrán en funcionamiento el equipo y las unidades auxiliares hasta que las condiciones de equilibrio se hayan alcanzado durante un período de tiempo no inferior a una hora, a no ser que se produzcan las variaciones normales debido

al funcionamiento del sistema de desescarche. En estas condiciones, el funcionamiento de las unidades auxiliares puede ser perturbado, por lo que se amplían las tolerancias permitidas de acuerdo con los valores recogidos en la tabla 2.

El ensayo se realiza entonces durante un período de tres horas. Si al final de este período el equipo está desescarchando se continuará hasta terminar el ciclo. Los datos se registrarán cada dos minutos, excepto en el período de desescarche, en que serán registrados cada treinta segundos para establecer exactamente el inicio y el final del ciclo de desescarche, la variación de temperatura en el fluido de la sección interior caso de que circule y el consumo de energía eléctrica en el equipo. Se anotará la duración de ambos ciclos.

### 12.3 Tolerancias del ensayo.

12.3.1 Todos los datos medidos durante la realización del ensayo estarán dentro de las tolerancias establecidas en la tabla 2, según la modalidad de ensayo y equipo a ensayar.

12.3.2 La máxima variación permitida a un medición durante la realización del ensayo se denomina en la tabla «Tolerancia máxima», y representa la mayor diferencia permitida durante el ensayo entre los valores máximo y mínimo de la magnitud correspondiente. Cuanto esté expresada en porcentaje, la variación máxima permitida será el porcentaje establecido de la media aritmética de las observaciones.

12.3.3 La máxima variación permitida del valor medio de las observaciones frente a las condiciones de ensayo se indican en la tabla 2 como «Tolerancia media».

12.3.4 El ensayo no será válido si no se verifican las tolerancias anteriores.

## 13. Resultados del ensayo

13.1 Para unas condiciones de ensayo dada, los resultados del ensayo cuantificarán las magnitudes siguientes, según el tipo de equipo y el régimen de funcionamiento del mismo:

- a) Potencia calorífica (W).
- b) Potencia frigorífica total (W).
- c) Potencia frigorífica sensible (W).
- d) Potencia frigorífica latente (W).
- e) Caudal del fluido (aire) en la sección interior ( $m^3/s$ ).
- f) Caudal del fluido (agua) en la sección interior ( $kg/s$ ).
- g) Presión estática disponible en la sección interior ( $P_a$ ).
- h) Consumo total del equipo o consumos de cada uno de los componentes (W).

13.2 La potencia total frigorífica o calorífica se calculará a partir del ensayo directo, siempre que los resultados obtenidos con los dos ensayos simultáneamente concuerden en un 5 por 100.

13.3 Las potencias frigoríficas sensible y latente del equipo se determinarán a partir del ensayo directo.

13.4 La capacidad calorífica del equipo bajo condiciones cíclicas de desescarche se calculará a partir del método de ensayo realizado en la sección interior, midiendo la variación de temperatura (aumento o disminución) y el caudal del fluido en dicha sección, promediados durante el tiempo total del ensayo. Si el fluido interior no circula durante el período de desescarche, la capacidad calorífica durante este intervalo será nula, pero el período de tiempo correspondiente será incluido en la duración total del ensayo al obtener la variación media de temperatura del fluido interior.

El resultado neto si no se produce desescarche es la potencia calorífica integrada durante el tiempo total del ensayo. Si tiene lugar desescarche, el resultado neto es la potencia calorífica integrada para el número de ciclos completos durante el tiempo del ensayo. Un ciclo completo consiste en un período de calentamiento y un período de desescarche.

El consumo de energía eléctrica del equipo estará basado en el consumo de energía total durante el período completo del ensayo.

13.5 Los resultados obtenidos en el ensayo no serán corregidos para tener en cuenta las toleraciones admitidas en las condiciones de ensayo.

13.6 Únicamente se realizarán correcciones para tener en cuenta las desviaciones de la presión atmosférica frente a la presión atmosférica normal. En este sentido, las potencias térmicas serán incrementadas en un 0,8 por 100 por cada 3,5  $KPa$  por debajo de la presión atmosférica normal, en las condiciones de ensayo.

13.7 La entalpía del aire se corregirá para desviaciones de la temperatura de saturación y presión atmosférica normal.

## 14. Nomenclatura

$A_t$  = Sección de la tobera ( $m^2$ ).

$a$  = Espesor del aislamiento de la tubería de refrigerante (milímetros).

$C_d$  = Coeficiente de descarga de la tobera.

$C_{pa}$  = Calor específico del aire (J/Kg aire seco C).

$C_{pw}$  = Calor específico del agua (J/Kg C).

$D$  = Diámetro exterior de la tubería de refrigerante (milímetros).

$D_t$  = Diámetro del cuello de la tobera (milímetros).

$E_r$  = Consumo total de energía eléctrica de los elementos auxiliares situados en el interior del módulo de ensayo (W).

$E_t$  = Consumo total de energía eléctrica del equipo (W).

$f$  = Factor dependiente de la temperatura, en Rep.

$h_{a1}$  = Entalpía del aire a la entrada de la sección interior (J/Kg aire seco).

$h_{a2}$  = Entalpía del aire a la salida de la sección interior (J/Kg aire seco).

$h_{a3}$  = Entalpía del aire a la entrada de la sección exterior (J/Kg aire seco).

$h_{a4}$  = Entalpía del aire a la salida de la sección exterior (J/Kg aire seco).

$h_{w1}$  = Entalpía del agua o del vapor suministrado para mantener la humedad. Si durante la realización del ensayo no se ha introducido agua, se tomará  $h_{w1}$  a la temperatura del agua contenida en el depósito del humidificador (J/Kg).

$h_{w2}$  = Entalpía del agua condensada en el equipo. Si no es posible medir su temperatura, se tomará  $h_{w2}$  a la temperatura húmeda del aire a la salida del equipo (J/Kg).

$h_{w3}$  = Entalpía del agua condensada en la batería de frío de la unidad de tratamiento. Si no es posible medir su temperatura, se tomará  $h_{w3}$  a la temperatura húmeda del aire a la salida de la batería (J/Kg).

$L$  = Longitud de las tuberías de refrigerante (m).

$m_{wc}$  = Caudal de agua condensada en el equipo. Se puede medir a través de la unidad de tratamiento de la sección correspondiente, por la cantidad de agua evaporada necesaria para mantener la humedad requerida en el módulo (Kg/s).

$m_{we}$  = Caudal de agua en la sección exterior (Kg/s).

$m_{wi}$  = Caudal de agua en la sección interior (Kg/s).

$m_{wu}$  = Caudal de agua condensada en la batería de frío de la unidad de tratamiento, igual al caudal de agua aportado en el humidificador de la misma unidad (Kg/s).

$P_n$  = Presión en el cuello de la tobera (KPa).

$P_v$  = Presión dinámica en el cuello de la tobera o diferencia de presión estática a través de la misma ( $P_a$ ).

$Q_c$  = Caudal de aire calculado ( $m^3/s$ ).

$Q_{me}$  = Caudal de aire medido, en la sección exterior ( $m^3/s$ ).

$Q_{mi}$  = Caudal de aire medio, en la sección interior ( $m^3/s$ ).

$Q_{mt}$  = Caudal de aire medido a través de una tobera ( $m^3/s$ ).

$q_{cte}$  = Potencia calorífica total del equipo (ensayo sección exterior) (W).

$q_{cti}$  = Potencia calorífica total del equipo (ensayo sección interior) (W).

$q_{fc}$  = Potencia frigorífica total del equipo (ensayo sección exterior) (W).

$q_{fl}$  = Potencia frigorífica latente del equipo (ensayo sección interior) (W).

$q_{fsi}$  = Potencia frigorífica sensible del equipo (ensayo sección interior) (W).

$q_{fti}$  = Potencia frigorífica total del equipo (ensayo sección interior) (W).

$q_i$  = Pérdidas de calor de la tubería de refrigerante (W).

$q_{pl}$  = Pérdidas de calor del módulo de ensayo a través de todas las paredes (excepto la pared de separación) (W).

$q_{ps}$  = Pérdidas de calor del módulo de ensayo a través de la pared de separación (W).

$q_{sr}$  = Potencia sensible de recalentamiento del aire en el dispositivo de medida (W).

$q_{ui}$  = Potencia extraída en la batería de frío de la unidad de tratamiento (W).

$Re_D$  = Número de Reynolds.

$t_{a1}$  = Temperatura seca del aire a la entrada de la sección interior (C).

$t_{a2}$  = Temperatura seca del aire a la salida de la sección interior (C).

$t_{a3}$  = Temperatura seca del aire a la entrada de la sección exterior (C).

$t_{a4}$  = Temperatura seca del aire a la salida de la sección exterior (C).

$t_{as}$  = Temperatura seca del aire a la entrada del dispositivo de medida (C).

$t_{a6}$  = Temperatura seca del aire a la salida del dispositivo de medida (C).

$t_{w1}$  = Temperatura del agua a la entrada de la sección interior (C).

$t_{w2}$  = Temperatura del agua a la salida de la sección interior (C).

$t_{w3}$  = Temperatura del agua a la entrada de la sección exterior (C).

$t_{w4}$  = Temperatura del agua a la salida de la sección exterior (C).

$V_t$  = Velocidad del aire en la tobera (m/s).

$v_a$  = Volumen específico del aire a la entrada del dispositivo de medida ( $m^3/Kg$  aire seco).

$v_m$  = Volumen específico del aire en el lugar de medición ( $m^3/Kg$  aire seco).

$v_n$  = Volumen específico del aire en las condiciones de temperatura y humedad existentes a la entrada de la tobera a la presión atmosférica de referencia ( $m^3/Kg$  aire seco).

$v'_n$  = Volumen específico del aire a la entrada de la tobera ( $m^3/Kg$  aire húmedo).

$W_1$  = Humedad absoluta del aire a la entrada de la sección interior ( $Kg/Kg$  aire seco).

$W_2$  = Humedad absoluta del aire a la salida de la sección interior ( $Kg/Kg$  aire seco).

$W_m$  = Humedad absoluta del aire en el lugar de la medición ( $Kg/Kg$  aire seco).

$W_n$  = Humedad absoluta del aire a la entrada de la tobera ( $Kg/Kg$  aire seco).

$\Delta$  = Diferencia media de temperatura entre el refrigerante y el ambiente.

TABLA 1. DATOS A REGISTRAR

| Magnitud   | Unidades | M. entálico-A<br>sección interior | M. entálico-A<br>sección exterior | M. entálico-W<br>sección interior | M. entálico-W<br>sección exterior |
|--|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Fecha .....  | -        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Operador .....   | -        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Presión atmosférica .....                                  | KPa      | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Fabricante y modelo .....                                  | -        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Hora .....   | -        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Consumo eléctrico del equipo (a) .....                     | W        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Tensión de alimentación .....                              | v        | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Frecuencia .....   | Hz       | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Presión estática disponible .....                          | Pa       | x                                 | x                                 | x                                 | x                                 |
| Velocidad ventilador .....                                 | rpm      | x                                 | x                                 | -                                 | -                                 |
| Velocidad bomba circulación .....                          | rpm      | -                                 | -                                 | x                                 | x                                 |
| Temperatura seca del aire a la entrada del equipo .....    | C        | x                                 | x                                 | -                                 | -                                 |
| Temperatura húmeda del aire a la entrada del equipo .....  | C        | x                                 | x                                 | -                                 | -                                 |
| Temperatura seca del aire a la salida del equipo .....     | C        | x                                 | x                                 | -                                 | -                                 |
| Temperatura húmeda del aire a la salida del equipo .....   | C        | (b)                               | (c)                               | -                                 | -                                 |
| Temperatura del agua a la entrada del equipo .....         | C        | -                                 | -                                 | x                                 | x                                 |
| Temperatura del agua a la salida del equipo .....          | C        | -                                 | -                                 | x                                 | x                                 |
| Diámetro del cuello de la(s) tobera(s) .....               | mm       | (d)                               | (d)                               | -                                 | -                                 |
| Diferencia de presión estática a través de la tobera ..... | Pa       | (d)                               | (d)                               | -                                 | -                                 |
| Temperatura del aire en el cuello de la tobera .....       | C        | (d)                               | (d)                               | -                                 | -                                 |
| Presión en el cuello de la tobera .....                    | KPa      | (d)                               | (d)                               | -                                 | -                                 |
| Caudal de agua .....                                       | Kg/s     | -                                 | -                                 | x                                 | x                                 |
| Temperatura refrigerante líquido (sección interior) .....  | C        | -                                 | (e)                               | -                                 | (e)                               |
| Temperatura refrigerante líquido (sección exterior) .....  | C        | -                                 | (e)                               | -                                 | (e)                               |

## Notas:

(a) Consumo eléctrico total o de cada elemento, si es necesario.

(b) Únicamente para el cálculo de la potencia frigorífica.

(c) No es necesario en equipos frigoríficos que no revaporen en el condensador.

(d) Si se utiliza el método indirecto para medir el caudal de aire (apartado 10.2.2), se sustituirán estos datos por la potencia sensible cedida al aire y la temperatura seca del aire a la entrada y salida del elemento calefactor.

(e) Necesarios para el ajuste debido a pérdidas en líneas de refrigerante.

| Magnitud  | Unidades | M. entálico-A<br>sección interior | M. entálico-A<br>sección exterior | M. entálico-W<br>sección interior | M. entálico-W<br>sección exterior |
|---|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Temperatura refrigerante vapor (sección interior) ..... | C        | -                                 | (e)                               | -                                 | (e)                               |
| Temperatura refrigerante vapor (sección exterior) ..... | C        | -                                 | (e)                               | -                                 | (e)                               |

## Notas:

(e) Necesarios para el ajuste debido a pérdidas de refrigerante.

| Magnitud  | Unidades | M. calorímetrico<br>sección interior | M. calorímetrico<br>sección exterior |
|---|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Fecha .....   | -        | x                                    | x                                    |
| Operador .....  | -        | x                                    | x                                    |
| Presión atmosférica .....   | KPa      | x                                    | x                                    |
| Fabricante y modelo .....   | -        | x                                    | x                                    |
| Hora .....  | -        | x                                    | x                                    |
| Consumo eléctrico total del equipo .....  | w        | x                                    | x                                    |
| Consumo eléctrico total de elementos auxiliares en el módulo .....                                      | w        | x                                    | x                                    |
| Tensión de alimentación .....   | v        | x                                    | x                                    |
| Frecuencia .....  | Hz       | x                                    | x                                    |
| Presión estática disponible .....   | Pa       | x                                    | x                                    |
| Velocidad ventilador .....  | rpm      | x                                    | x                                    |
| Diferencia de presiones estáticas del aire a ambos lados de la pared de separación de los módulos ..... | Pa       | x                                    | x                                    |
| Caudal de aire a través del dispositivo para equilibrar presiones .....                                 | $m^3$    | x                                    | x                                    |
| Temperatura seca del aire en el módulo interior .....   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura húmeda del aire en el módulo interior .....   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura seca del aire en el módulo exterior .....   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura húmeda del aire en el módulo exterior .....   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura seca del aire en el exterior de los módulos .....   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura del agua condensada en el equipo .....  | C        | (a) (c)                              | (b) (c)                              |
| Temperatura del agua condensada en la batería de frío de la unidad de tratamiento .....                 | C        | (b) (c)                              | (a) (c)                              |
| Temperatura del agua a la entrada del humidificador de la unidad de tratamiento .....                   | C        | x                                    | x                                    |
| Temperatura del agua a la entrada de la batería de frío de la unidad de tratamiento .....               | C        | (b)                                  | (a)                                  |
| Temperatura del agua a la salida de la batería de frío de la unidad de tratamiento .....                | C        | (b)                                  | (a)                                  |
| Caudal de agua a través de la batería de frío de la unidad de tratamiento .....                         | Kg/s     | (b)                                  | (a)                                  |
| Caudal de agua condensada en el equipo .....  | Kg/s     | (a) (d)                              | (b) (d)                              |
| Caudal de agua condensada en la batería de frío de la unidad de tratamiento .....                       | Kg/s     | (b) (d)                              | (a) (d)                              |

## Notas:

(a) Chimenea para el cálculo de la potencia frigorífica.

(b) Chimenea para el cálculo de la potencia calorífica.

(c) Si no es posible su medición se tomará igual a la temperatura húmeda del aire a la salida del equipo o de la batería de frío.

(d) Si no es posible su medición se calculará mediante un balance de masa en la sección de humectación de la unidad de tratamiento.

TABLA 2. TOLERANCIAS DEL ENSAYO

| MAGNITUD  | Tolerancia máxima                               |                               |                   | Tolerancia media                                |                               |                   |
|---|---|-------------------------------|-------------------|---|-------------------------------|-------------------|
|   | Refrigeración y calentamiento (sin desescarche) | Calentamiento con desescarche |                   | Refrigeración y calentamiento (sin desescarche) | Calentamiento con desescarche |                   |
|   |   | Ciclo calentamiento           | Ciclo desescarche |   | Ciclo calentamiento           | Ciclo desescarche |
| Temperatura seca aire interior (C)                  |   |                               |                   |   |                               |                   |
| Entrada .....                                       | 1,0   | 1,5                           | 2,0 (a)           | 0,3   | 0,5                           | (b)               |
| Salida .....  | 1,0   | -                             | -                 | -   | -                             | -                 |
| Temperatura húmeda aire interior (C)                |   |                               |                   |   |                               |                   |
| Entrada .....                                       | 0,5   | -                             | -                 | 0,2   | -                             | -                 |
| Salida .....  | 0,5   | -                             | -                 | 0,2   | -                             | -                 |
| Temperatura seca aire exterior (C)                  |   |                               |                   |   |                               |                   |
| Entrada .....                                       | 1,0   | 1,5                           | 5,0 (a)           | 0,3   | 0,5                           | (b)               |
| Salida .....  | 1,0   | -                             | -                 | -   | -                             | -                 |
| Temperatura húmeda aire exterior (C)                |   |                               |                   |   |                               |                   |
| Entrada .....                                       | 0,5   | 1,0                           | -                 | 0,2   | 0,3                           | -                 |
| Salida .....  | 0,5   | -                             | -                 | 0,2   | -                             | -                 |
| Temperatura agua (C)                                |   |                               |                   |   |                               |                   |
| Entrada .....                                       | 0,3   | 0,5                           | 1 (a)             | 0,1   | 0,3                           | (b)               |
| Salida .....  | 0,3   | -                             | -                 | -   | -                             | -                 |
| Temperatura refrigerante (C) .....                  | 1,5   | -                             | -                 | 0,3   | -                             | -                 |
| Caudal agua (%) .....                               | 2,0   | -                             | -                 | 2,0   | -                             | -                 |
| Caída de presión en toberas (% de la lectura) ..... | 2,0   | -                             | -                 | 2,0   | -                             | -                 |
| Presión estática disponible ( $P_a$ ) .....         | 12,5  | -                             | -                 | 5,0   | -                             | -                 |
| Tensión eléctrica (%) .....                         | 2   | 2                             | -                 | 2   | 2                             | -                 |

Notas:

(a) Sólo si el ventilador o la bomba de circulación están funcionando.

(b) Los datos serán excluidos al calcular la temperatura media durante el ensayo.

## Propuesta de normativa de ensayo de equipos frigoríficos y bombas de calor

### CONDICIONES DE ENSAYO

#### ÍNDICE

1. Objeto.
2. Alcance.
3. Definiciones.
4. Realización de ensayo.
5. Condiciones de ensayo:
  - 5.1 Descripción general.
  - 5.2 Condiciones nominales de ensayo.
  - 5.3 Condiciones límites de funcionamiento.

### CONDICIONES DE ENSAYO

#### 1. Objeto

1.1 El objeto de esta norma es establecer las condiciones de ensayo de los equipos frigoríficos y bombas de calor contemplados en el apartado 2.1.

1.2 Esta norma está sujeta a revisión y mejora para incorporar los avances de la técnica.

#### 2. Alcance

2.1 Esta norma se aplicará a los equipos frigoríficos y bombas de calor accionados eléctricamente, que utilicen el ciclo de compresión mecánica.

2.2 Estos equipos se utilizarán en los sistemas de climatización, en la producción de agua caliente sanitaria y en procesos industriales de calentamiento.

#### 3. Definiciones

3.1 Aire standar: Aire con una densidad de 1,20 kilogramos por metro cúbico a una temperatura seca de 21°C y una presión de 101 KPa.

3.2 Bomba de calor: Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

3.3 Coeficiente de eficiencia energética lado evaporador (CEE<sub>e</sub>): Cociente entre la potencia frigorífica total captada por un fluido en el evaporador del equipo frigorífico y la potencia total absorbida, de tipo convencional, para unas determinadas condiciones de funcionamiento.

3.4 Coeficiente de eficiencia energética lado condensador (CEE<sub>c</sub>): Cociente entre la potencia frigorífica total captada por un fluido en el condensador de una bomba de calor y la potencia total absorbida, de tipo convencional, para unas determinadas condiciones de funcionamiento.

3.5 Condiciones nominales de ensayo: Condiciones de ensayo utilizadas como base de comparación del comportamiento de los equipos.

3.6 Condiciones límites de ensayo: Condiciones de ensayo, diferentes a las condiciones nominales, utilizadas para verificar el comportamiento de los equipos en condiciones extremas.

3.7 Equipo frigorífico: Máquina que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

#### 4. Realización de ensayo

4.1 El ensayo del equipo se realizará en las condiciones definidas en el apartado 5, de acuerdo con la norma «Métodos generales de ensayo de equipos frigoríficos y bombas de calor».

4.2 El ensayo se efectuará a la tensión nominal del equipo y a una frecuencia de 50 Hz. Si el equipo tiene más de una tensión nominal, se ensayarán a la tensión que fije el fabricante.

4.3 Todos los caudales de aire se expresarán en l/s de aire estándar.

4.4 Las potencias frigorífica y calorífica del equipo serán valores netos, incluyendo el efecto del posible ventilador o bomba de circulación interior, pero no el aporte de energía auxiliar.

4.5 En equipos que posean bomba de circulación en la sección interior y/o sección exterior, no se contabilizará el consumo de energía de las mismas en el consumo total de energía del equipo.

4.6 Las potencias frigorífica y calorífica se expresarán de acuerdo con la norma UNE 86-602.

4.7 Los valores de los diferentes rendimientos calculados (CEE<sub>e</sub> y CEE<sub>c</sub>), se expresarán de acuerdo con la norma UNE 86-602.

## 5. Condiciones de ensayo

### 5.1 Descripción general.

5.1.1 El equipo se someterá a las condiciones de ensayo indicadas en las tablas 2 y 3, según la naturaleza del equipo a ensayar.

5.1.2 Se cuantificarán las prestaciones del equipo en las condiciones nominales de ensayo, y se comprobará el comportamiento del mismo en las condiciones límites de funcionamiento.

5.1.3 La temperatura seca del aire que rodea el equipo durante el ensayo será la del aire a la entrada de la sección correspondiente de acuerdo con las instrucciones de instalación del equipo de la norma «Métodos generales de ensayo de equipos frigoríficos y bombas de calor». Si en una sección se utiliza agua como fluido de trabajo, la temperatura seca del aire que rodea al equipo se tomará igual a 25 °C.

### 5.2 Condiciones nominales de ensayo.

#### 5.2.1 Incluye las condiciones de ensayo siguiente:

- Condiciones nominales en frío.
- Condiciones nominales en calefacción.
- Condiciones nominales a carga parcial, de acuerdo con los valores reflejados en la tabla 2.

5.2.2 Los equipos frigoríficos que utilicen agua en la sección exterior se ensayarán bajo condiciones de alta o baja temperatura exterior, según indicaciones del fabricante.

5.2.3 Los equipos frigoríficos con recuperación de calor se ensayarán en condiciones de alta, media o baja temperatura exterior, según indicaciones del fabricante.

5.2.4 Los equipos de bomba de calor que utilicen agua en la sección interior se clasificarán en cinco categorías (clase I, II, A, B o C). Cada categoría se ensayarán en las condiciones marcadas en la tabla 2.

A cada equipo se le asignará la clase cuya temperatura nominal de ensayo del agua a la salida del condensador esté más próxima al 85 por 100 de la misma temperatura en condiciones máximas de funcionamiento en calefacción (apartado 5.3.2).

5.2.5 En el ensayo a carga parcial se probarán todas las parcializaciones que indique el fabricante, en las condiciones correspondientes a las condiciones nominales de ensayo, excepto aquellas que se hayan de modificar para que se produzca la parcialización correspondiente. Se comprobará el grado de parcialización del equipo.

5.2.6 El caudal nominal de agua en la sección exterior será fijado por las condiciones de ensayo del equipo en frío. Si la bomba de calor no es reversible será fijado por el fabricante.

5.2.7 El caudal nominal de agua en la sección interior será fijado por las condiciones de ensayo del equipo en frío. Si la bomba de calor no es reversible será el correspondiente a una diferencia de temperatura de cinco °C en el condensador, a excepción de la bomba de calor de clase I, que será fijado por el fabricante.

5.2.8 El caudal nominal de aire en las secciones correspondientes será fijado por el fabricante.

5.2.9 Los caudales de aire se referirán a la cantidad de aire que circula cuando el equipo está enfriando y deshumidificando bajo las condiciones nominales de ensayo. Si la bomba de calor no es reversible, se referirán a las condiciones nominales de ensayo con alta temperatura exterior.

5.2.10 En equipos que utilicen aire en la sección interior y no estén acoplados a una distribución de conductos se realizará el ensayo a una presión externa de 0 Pa.

Si el equipo está preparado para acoplarse a una red de conductos, deberá suministrarse, al menos, la presión estática disponible indicada en la tabla 1, cuando circula el caudal nominal de ensayo.

Si no se verifica la condición anterior, se ensayarán el equipo con el caudal de aire máximo que garantice la presión estática disponible exigida.

La presión estática disponible se medirá instalando en el equipo los filtros, baterías de calentamiento y otros elementos recomendados como opcionales y representará la presión estática disponible para la red exterior de conductos.

5.2.11 Una vez establecidos los caudales anteriores, se mantendrán constantes en todos los ensayos contemplados en los apartados 5.2 y 5.3.

|             | Potencia (Kw) (*) | Presión estática disponible (Pa) |
|-------------|-------------------|----------------------------------|
| Menor de    | 10                | 30                               |
| 10.1 .....  | 20                | 50                               |
| 20.1 .....  | 30                | 63                               |
| 30.1 .....  | 40                | 75                               |
| 40.1 .....  | 60                | 85                               |
| 60.1 .....  | 80                | 95                               |
| 80.1 .....  | 100               | 110                              |
| 100.1 ..... | 120               | 135                              |
| 120.1 ..... | 140               | 160                              |
| Mayor de    | 140               | 185                              |

(\*) Potencia frigorífica en equipos reversibles y potencia calorífica para alta temperatura exterior, si no lo es.

TABLA 1: Presión estática disponible mínima

### 5.3 Condiciones límites de funcionamiento.

#### 5.3.1 Incluye las condiciones de ensayo siguientes:

- Condiciones máximas de funcionamiento en frío.
- Condiciones máximas de funcionamiento en calefacción.
- Condiciones mínimas de funcionamiento en frío.
- Comprobación de la eficacia de aislamiento térmico.
- Comprobación de la evacuación del condensado de acuerdo con los valores reflejados en la tabla 3.

5.3.2 Las condiciones máximas de funcionamiento en calefacción para los equipos que utilicen agua en la sección interior serán fijados por el fabricante y determinarán la clase a la que pertenecerá la bomba de calor.

5.3.3 Durante el ensayo correspondiente a las condiciones máximas de funcionamiento se comprobará, una vez alcanzado el régimen permanente, que el equipo funciona sin interrupción durante una hora.

5.3.4 Durante el ensayo en condiciones mínimas de funcionamiento en frío se mantendrán las condiciones de alta, media o baja temperatura exterior de la tabla 3, de acuerdo con la opción elegida en los apartados 5.2.2 y 5.2.3.

5.3.5 Durante el ensayo correspondiente a las condiciones mínimas de funcionamiento de los equipos que utilicen aire se favorecerá la tendencia a la formación de escarcha o hielo en la sección correspondiente, posicionando adecuadamente los controles y compuertas sin contradecir las instrucciones de utilización del fabricante.

El ensayo se realizará de una forma continua durante no menos de cuatro horas, una vez alcanzadas las condiciones de ensayo, comprobándose que el equipo funciona sin averías.

El caudal de aire no será nunca inferior al 75 por 100 del caudal nominal, siempre y cuando no esté previsto durante el periodo de desescarche una parada de ventilador de la sección correspondiente.

Se comprobará asimismo que durante el ensayo y durante el periodo de desescarche, después de realizado el ensayo, todo hielo o escarcha formado puede ser evacuado por el equipo por los medios previstos para esta función.

5.3.6 Los ensayos correspondientes a la comprobación de la eficiencia de aislamiento térmico y evacuación de condensado se realizará únicamente para el equipo funcionando en frío.

5.3.7 Durante el ensayo correspondiente a la comprobación de la eficiencia del aislamiento térmico se favorecerá la formación de gotas en la carcasa del equipo, posicionando adecuadamente los controles y compuertas sin contradecir las instrucciones de utilización del fabricante.

El ensayo se realizará de una forma continua durante cuatro horas, una vez alcanzadas las condiciones de ensayo.

Se comprobará que durante el ensayo no se formará o goteará condensado de la superficie exterior de la carcasa del equipo.

5.3.8 Durante el ensayo correspondiente a la comprobación de la evacuación de condensado, se favorecerá la formación del mismo, posicionando adecuadamente los controles y compuertas sin contradecir las instrucciones de utilización del fabricante.

El ensayo se realizará durante cuatro horas, una vez alcanzadas las condiciones de ensayo y conseguido el equilibrio del nivel de condensado. Previo a la realización del ensayo se llenará la bandeja de condensado del equipo.

Se comprobará que durante el ensayo se evaca correctamente el condensado.

TABLA 2: CONDICIONES NOMINALES DE ENSAYO

|   | Intercambiador interior |                |                            |                | Intercambiador exterior |                |                       |                |
|---|-------------------------|----------------|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-----------------------|----------------|
|   | Agua                    |                | Aire de entrada            |                | Agua                    |                | Aire de entrada       |                |
|   | T <sub>e</sub>          | T <sub>s</sub> | T <sub>seca</sub>          | T <sub>h</sub> | T <sub>e</sub>          | T <sub>s</sub> | T <sub>seca</sub>     | T <sub>h</sub> |
| I. Condiciones nominales funcionamiento (frío):                                 |                         |                |                            |                |                         |                |                       |                |
| 1. Alta temperatura exterior .....  | 12                      | 7              | 27                         | 19             | 29                      | 35             | 35                    | 24             |
| 2. Baja temperatura exterior .....  | 12                      | 7              | 27                         | 19             | 18                      | 28             | -                     | -              |
| 3. En recuperación de calor:  |                         |                |                            |                |                         |                |                       |                |
| a) Agua alta temperatura .....  | 12                      | 7              | 27                         | 19             | 55                      | 60             | -                     | -              |
| b) Agua media temperatura .....   | 12                      | 7              | 27                         | 19             | 45                      | 50             | -                     | -              |
| c) Agua baja temperatura .....  | 12                      | 7              | 27                         | 19             | 35                      | 40             | -                     | -              |
| II. Condiciones nominales funcionamiento (calor):                               |                         |                |                            |                |                         |                |                       |                |
| 1. Alta temperatura exterior .....  | -                       | -              | 21                         | 15             | 16                      | -              | 8                     | 6              |
| - Clase I .....   | -                       | 85             | -                          | -              | 45                      | -              | -                     | -              |
| - Clase II .....  | -                       | 70             | -                          | -              | 30                      | -              | -                     | -              |
| - Clase A .....   | -                       | 60             | -                          | -              | 20                      | -              | 8                     | 6              |
| - Clase B .....   | -                       | 50             | -                          | -              | 16                      | -              | 8                     | 6              |
| - Clase C .....   | -                       | 40             | -                          | -              | 10                      | -              | 8                     | 6              |
| 2. Baja temperatura exterior .....  | -                       | -              | 21                         | 15             | -                       | -              | -2                    | -3             |
| - Clase A .....   | -                       | 60             | -                          | -              | -                       | -              | -2                    | -3             |
| - Clase B .....   | -                       | 50             | -                          | -              | -                       | -              | -2                    | -3             |
| - Clase C .....   | -                       | 40             | -                          | -              | -                       | -              | -2                    | -3             |
| III. Condiciones nominales funcionamiento unidades motocondensadoras (frío):    |                         |                |                            |                |                         |                |                       |                |
| 1. Alta temperatura exterior .....  |                         |                | T. evaporación: 7 C        |                | 29                      | 35             | 35                    | 24             |
| 2. Baja temperatura exterior .....  |                         |                | T. gas retorno comp.: 15 C |                | 18                      | 28             | -                     | -              |
| IV. Condiciones nominales funcionamiento unidades motoevaporadoras (frío) ..... | 12                      | 7              | 27                         | 19             |                         |                | T. condensación: 41 C |                |
|   |                         |                |                            |                |                         |                | T. líquido: 35 C      |                |

T<sub>e</sub>: Temperatura de entrada.T<sub>h</sub>: Temperatura húmeda.T<sub>s</sub>: Temperatura de salida.T<sub>seca</sub>: Temperatura seca.

\* Todas las temperaturas expresadas en C.

TABLA 3: CONDICIONES LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO

|   | Intercambiador interior |                |                   |                | Intercambiador exterior |                |                   |                |
|---|-------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------|----------------|
|   | Agua                    |                | Aire de entrada   |                | Agua                    |                | Aire de entrada   |                |
|   | T <sub>e</sub>          | T <sub>s</sub> | T <sub>seca</sub> | T <sub>h</sub> | T <sub>e</sub>          | T <sub>s</sub> | T <sub>seca</sub> | T <sub>h</sub> |
| I. Condiciones máximas de funcionamiento (frío) .....   | -                       | 10             | 35                | 21             | 32                      | -              | 43                | 26             |
| II. Condiciones máximas de funcionamiento (calor) ..... | -                       | (a)            | 27                | 19             | 24                      | -              | 21 (b)            | 15 (b)         |
| III. Condiciones mínimas de funcionamiento (frío):      |                         |                |                   |                |                         |                |                   |                |
| 1. Alta temperatura exterior .....                      | -                       | 5              | 19                | 14             | 18                      | -              | 19                | 14             |
| 2. Baja temperatura exterior .....                      | -                       | 5              | 19                | 14             | 10                      | -              | -                 | -              |
| 3. En recuperación de calor:                            |                         |                |                   |                |                         |                |                   |                |
| a) Agua alta temperatura .....                          | -                       | 5              | 19                | 14             | -                       | 60             | -                 | -              |
| b) Agua media temperatura .....                         | -                       | 5              | 19                | 14             | -                       | 50             | -                 | -              |
| c) Agua baja temperatura .....                          | -                       | 5              | 19                | 14             | -                       | 40             | -                 | -              |
| IV. Comprobación eficiencia aislamiento (frío) .....    | -                       | -              | 26                | 16             | 27                      | -              | 27                | 24             |
| V. Comprobación evacuación condensado (frío) .....      | -                       | -              | 27                | 24             | 27                      | -              | 27                | 24             |

(a) Condición de ensayo fijada por el fabricante.

(b) En bombas de calor para producción de agua caliente sanitaria, sustituir estas condiciones por T<sub>seca</sub> = 43 C, T<sub>h</sub> = 26 C.

\* Todas las temperaturas expresadas en C.