

## INSTRUCCIÓN IF-11

### CÁMARAS FRIGORÍFICAS, CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL Y LOCALES REFRIGERADOS PARA PROCESOS

#### ÍNDICE

1. Cámaras frigoríficas.
  - 1.1. Prescripciones generales.
  - 1.2. Aislamiento.
  - 1.3 Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.
  - 1.4 Puertas isotermas.
  - 1.5 Recuperación de los gases espumantes.
  - 1.6 Sistema equilibrador de presión.
  - 1.7 Situación de los dispositivos de regulación y control.
  - 1.8 Cámaras de baja temperatura.
- 2. Cámaras de atmósfera artificial.**
  - 2.1. Prescripciones generales.
  - 2.2. Prescripciones específicas.
  - 2.3. Generadores de atmósfera (reductores de oxígeno).
- 3. Locales refrigerados para procesos.**
  - 3.1 Prescripciones generales.
  - 3.2 Aislamiento.
  - 3.3 Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.
  - 3.4 Puertas isotermas.
  - 3.5 Recuperación de los gases espumantes.
- 4. Registro de temperatura.**

#### **1. Cámaras frigoríficas.**

- 1.1 Prescripciones generales.

Las cámaras frigoríficas deberán ser diseñadas para mantener en condiciones adecuadas el producto que contienen desde el punto de vista higiénico sanitario. Asimismo, su diseño deberá preservar a la propia cámara del deterioro que pudiera producirse debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la misma, garantizar la seguridad de las personas ante desprendimientos bruscos de las paredes, techos y puertas por la influencia de las

sobrepresiones y depresiones, de las descargas eléctricas por derivaciones en las instalaciones y componentes eléctricos; así como evitar la formación de suelos resbaladizos como consecuencia del agua procedente de condensaciones superficiales y aparición de hielo e el interior de las cámaras y en zonas de tránsito de las personas y vehículos. El consumo energético para mantener la cámara en las condiciones interiores prefijadas deberá ser lo más bajo posible, dentro de límites razonables.

## 1.2 Aislamiento.

Las cámaras se aislarán térmicamente con materiales que, en su caso, cumplan con el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, y disposiciones que lo desarrollan, en consecuencia deberán ostentar el marcado CE y el fabricante deberá emitir la correspondiente declaración CE de conformidad.

En particular y para los productos siguientes serán de aplicación las normas:

- UNE-EN 13163 para aislamientos a base de poliestireno expandido.
- UNE-EN 13164 para aislamientos a base de poliestireno extruido.
- UNE-EN 13165 para aislamientos a base de espuma rígida de poliuretano.
- UNE-EN 13166 para aislamientos a base de espumas fenólicas.
- UNE-EN 13167 para aislamientos a base de vidrio celular.
- UNE-EN 13170 para aislamientos a base de corcho expandido.
- UNE-EN 14509 para paneles sándwich aislante con recubrimiento metálico.
- UNE 41950 para paneles sándwich de poliuretano inyectado.
- ETAC 021 partes 1 y 2 para cámaras frigoríficas.
- ETAG 016 para paneles autoportantes ligeros.

Las cámaras dispondrán de una barrera antivapor construida sobre la cara caliente del aislante, excepto en el suelo de aquellas cámaras de conservación de productos en estado refrigerado donde no sea requerido aislamiento. La barrera antivapor será dimensionada para impedir la presencia de condensación intersticial. En cualquier caso el valor de la permeabilidad de la barrera de vapor para las cámaras proyectadas para funcionar a temperaturas negativas deberá ser inferior a 0,002 g/m<sup>2</sup>.h.mmHg.

En los suelos de las cámaras con temperatura inferior a 0°C se adoptarán las medidas adecuadas para evitar las deformaciones del solado motivadas por la congelación del terreno.

El aislamiento se seleccionará y dimensionará procurando optimizar los costes de inversión y funcionamiento, minimizando el impacto ambiental (PAO del aislante, efecto invernadero directo e indirecto del conjunto de la instalación frigorífica y aislamiento). Para garantizar la minimización del impacto ambiental, la densidad del flujo térmico será inferior a 8 W/m<sup>2</sup> para servicios positivos y de 6 W/m<sup>2</sup> para cámaras con temperatura negativa. Para el cálculo se tendrá en cuenta la media de las temperaturas medias establecidas en la tabla H.2 del Código Técnico de la Edificación, en su documento básico Ahorro de Energía, salvo cuando la temperatura exterior sea una prefijada y controlada por condiciones de diseño y uso.

En todo caso la dimensión del aislamiento y la ejecución del mismo evitará la formación de condensaciones superficiales no esporádicas, teniendo en cuenta las condiciones establecidas en los apartados H.2.1 y H.2.3 del

Código Técnico de la Edificación en su documento básico Ahorro de Energía, salvo cuando la temperatura exterior sea una prefijada y controlada por condiciones de diseño y uso.

### 1.3 Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.

En la construcción de las cámaras frigoríficas la estructura de soportación del aislamiento y los elementos que constituyen el propio aislamiento, deberán dimensionarse para resistir como mínimo depresiones o sobrepresiones de 300 Pa sin que se produzcan deformaciones permanentes. En techos autoportantes no deberá instalarse ningún sobrepeso sin una justificación técnica de la idoneidad de la estructura de soportación.

### 1.4 Puertas isotermas.

Todas las puertas isotermas llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave, aunque desde el exterior se puedan cerrar con llave.

En el interior de toda cámara frigorífica, y en los túneles convencionales discontinuos, que puedan funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera controlada (véase el apartado 2.1.) se dispondrá, junto a cada una de las puertas, un hacha tipo bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800 mm.

Cuando la temperatura interna sea inferior a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  las puertas incorporarán dispositivos de calentamiento, los cuales se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara correspondiente por debajo de dicha temperatura, sin interponer interruptores que puedan impedirlo. El dispositivo de calentamiento estará protegido mediante un diferencial sensible al contacto de las personas.

El aislamiento de la puerta se seleccionará en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de la pared salvo si la diferencia entre el interior de la cámara y el exterior de la puerta es igual o inferior a 10 K, en cuyo caso será del 50%.

### 1.5 Recuperación de los gases espumantes.

Se recuperarán y destruirán los CFC de las espumas empleadas en aislamiento, al final de su vida útil. En los casos que se hayan empleado otros compuestos fluorados de elevado PAO o PCA, se recuperarán asimismo si esto fuera viable.

### 1.6 Sistema equilibrador de presión.

En todas las cámaras con volumen superior a los 20 m<sup>3</sup> se dispondrá un sistema con una o varias válvulas equilibradoras de presión, cuya selección se deberá justificar.

El sistema equilibrador de presión instalado tendrá una capacidad total de intercambio (extracción o introducción, generalmente de aire o de fluido gaseoso, este último en el caso de cámaras de atmósfera artificial), tal que impida una sobrepresión o depresión interna superior a 300 Pa (30 mm.c.d.a.), debida a las variaciones de temperatura del aire interior de la cámara (producidas por los desescarches, entradas de género a temperatura diferente de la del aire de la cámara, apertura de puertas, puesta en régimen de frío, etc.). La capacidad mínima de intercambio del sistema de equilibrado de presión interna instalado se determinará mediante la fórmula:

$$Q_{fg} = k \cdot \frac{V_i}{T_i^2} \cdot T_e \cdot \frac{dT_i}{dt}$$

donde:

$Q_{fg}$  = Caudal de fluido gaseoso intercambiado (usualmente aire), en metros cúbicos por segundo.

k = Factor de corrección en función del volumen interior ( $V_i$ ) de la cámara, siendo:

k=1 en el caso de cámaras con volumen interior ( $V_i$ ) en vacío (sin producto) inferior a 1000 m<sup>3</sup>.

k=0,75 en el caso de cámaras con volumen interior ( $V_i$ ) comprendido entre 1000 y 5000 m<sup>3</sup>.

k=0,50 en el caso de cámaras con volumen interior ( $V_i$ ) superior a 5000 m<sup>3</sup>.

$V_i$  = Volumen interior de la cámara en vacío (sin producto), en metros cúbicos.

$T_i$  = Temperatura absoluta interior de la cámara (la mínima posible), en grado Kelvin.

$T_e$  = Temperatura absoluta en el exterior del sistema equilibrador, en grado Kelvin.

$\frac{dT_i}{dt}$  = Variación máxima de la temperatura del aire interior en función del tiempo en grado Kelvin por segundo  
(velocidad máxima de descenso o aumento de la temperatura).

Para estimar la velocidad de descenso de la temperatura de la cámara, se deberá considerar como caso más desfavorable, el mayor descenso que puede tener lugar con la cámara vacía de producto durante el proceso de enfriamiento hasta que se alcanza la temperatura de régimen. Deberá también preverse, que en el momento de alcanzarse la temperatura de régimen, si arrancan los motores de accionamiento de los ventiladores de los evaporadores con la puerta cerrada, podría alcanzarse la máxima depresión.

Para el cálculo de la potencia frigorífica nominal del evaporador o evaporadores se deberá deducir el calor disipado por los motores de los ventiladores y las pérdidas por transmisión previstas (ya que estas últimas son el único factor que podría contribuir, en el caso más desfavorable, al arranque de los evaporadores). La potencia frigorífica restante será la que ocasionará la disminución de temperatura en la cámara; dividiendo dicha potencia por el volumen del recinto, la densidad interior del aire y su calor específico, se estimará el descenso de temperatura en grados Kelvin por hora.

A falta de indicaciones contractuales sobre el particular, se podrán considerar velocidades máximas de enfriamiento del aire que oscilen entre:

- 1 K cada 15 minutos (0,0011 K/s), cuando se trate de velocidades máximas muy reducidas, y
- de hasta 6 K/min (0,10 K/s) cuando se trate de velocidades máximas de enfriamiento del aire interior muy elevadas.

Es necesario resaltar que el cálculo efectuado de esta forma tendrá sólo carácter orientativo. Habrá que tener, además, en consideración los efectos producidos por diferencias hidrostáticas de presiones, presión del aire impulsado por los ventiladores, duración de la apertura de puertas, influencias debidas al género introducido, secuencia de desescarches, hermeticidad de la cámara en cuestión, etc.

Además, habrá que determinar la secuencia de puesta en servicio de evaporadores, ventiladores y tiempos de reposo después de desescarches, puesto que esto reviste la mayor importancia para asegurar, aún con un número adecuado de válvulas equilibradoras, un funcionamiento exento de problemas.

Partiendo de una sobrepresión o depresión de 300 Pa (30 mm.c.d.a.), el caudal estimado deberá compararse con el caudal nominal de la válvula para esta diferencia de presión de 300 Pa.

El sistema de equilibrado deberá comenzar a actuar cuando la diferencia de presión entre el interior y el exterior supere los 100 Pa como máximo.

Cuando este sistema funcione a base de válvulas hidráulicas de nivel de agua, ésta llevará anticongelante. Si el sistema de equilibrado mecánico se monta en un recinto de baja temperatura, incorporará un dispositivo de calentamiento que evite su obstrucción o bloqueo por hielo.

Se verificará periódicamente el buen estado y el buen funcionamiento del sistema de equilibrado así como la ausencia de hielo o de escarcha en el mismo.

Para evitar las sobrepresiones al finalizar los desescarches, el único medio eficaz será proceder a realizar la nueva puesta en servicio de los evaporadores cuidadosamente estudiada y probada.

Cuando se seleccionen válvulas que únicamente puedan evacuar en un solo sentido, el sistema de equilibrado deberá comprender dos juegos opuestos de válvulas para asegurar la protección del recinto contra sobrepresiones y depresiones.

#### 1.7 Situación de los dispositivos de regulación y control.

Los dispositivos de regulación y control, así como la valvulería, se situarán, si es posible (y siempre en el caso de las cámaras de atmósfera controlada) en el exterior de las cámaras, o bien se dispondrán accesos de carácter permanente que permitan llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y sustitución de forma segura.

#### 1.8 Cámaras de baja temperatura.

En las cámaras de baja temperatura, el descenso de temperatura deberá efectuarse con la puerta entreabierta, trabándola con el fin de impedir su cierre, hasta haber alcanzado la temperatura normal de régimen, a fin de evitar la depresión provocada en esta operación de enfriamiento. La duración del descenso dependerá de la masa total de la construcción debiendo oscilar entre tres y diez días.

Dispondrán en su interior de las medidas de seguridad prescritas en la IF-12.

Se deberá evitar la entrada de aire caliente y húmedo exterior a través de las puertas durante su apertura. Para cámaras con volumen interno superior a 500 m<sup>3</sup> se preverá una antecámara climatizada o sistema equivalente.

## 2 Cámaras de atmósfera artificial.

### 2.1 Prescripciones generales.

Será de aplicación todo lo expuesto para el caso de cámaras frigoríficas en el apartado 1 de esta instrucción.

En todas las cámaras se dispondrá un rótulo en la puerta de las mismas, con la indicación "Peligro, atmósfera artificial", prohibiéndose la entrada en ella hasta la previa ventilación y recuperación de las condiciones normales. En caso necesario se entrará provisto de equipo autónomo de aire comprimido.

Si existen en la cámara lámparas de rayos ultravioletas, éstas deberán apagarse automáticamente al abrirse la puerta de acceso a la misma.

También será de obligado cumplimiento lo dispuesto para estas cámaras en la Instrucción IF-12 (Instalaciones eléctricas).

## 2.2 Prescripciones específicas.

Se prohíbe el uso industrial de atmósferas sobreoxigenadas para maduración acelerada o desverdización, así como de cualquier gas estimulante que sea combustible, inflamable o que puede formar con el aire mezclas explosivas. A este respecto, se prohíbe el empleo de etileno no mezclado con nitrógeno, acetileno, carburo de calcio, petróleo y combustibles derivados del mismo como medios para conseguir la aceleración de la maduración y de la desverdización.

Las cámaras de atmósfera artificial, exceptuando las de maduración acelerada y desverdización, deberán ser estancas, efectuándose una prueba de estanqueidad de las mismas antes de su puesta en marcha.

Esta prueba se llevará a cabo de común acuerdo entre el usuario y el instalador. A falta de un valor definido por ambas partes, se someterá a las cámaras a una sobrepresión de 200 Pa (20 mm.c.d.a.), considerándose la estanqueidad suficiente si al cabo de 30 minutos la presión se ha reducido en un 50 % como máximo.

Una vez realizada la prueba satisfactoriamente, se extenderá el correspondiente certificado suscrito por el técnico competente director de la instalación, que se unirá al certificado de la instalación establecido en el capítulo IV, artículos 20 y 21 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y en la Instrucción IF-15.

Antes de entrar en las cámaras se comprobará mediante analizadores adecuados que la atmósfera es respirable y que se han eliminado los gases estimulantes (bioactivos), interrumpiéndose su alimentación. Mientras haya personal trabajando en las mismas la puerta deberá permanecer abierta mediante dispositivos de fijación.

## 2.3 Generadores de atmósfera (reductores de oxígeno).

Cumplirán lo dispuesto en el vigente Reglamento técnico de distribución y de utilización de combustibles gaseosos, aprobado por Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, cuando empleen este tipo de tecnología y combustible.

Quedan prohibidos los aparatos que produzcan monóxido de carbono en cantidades superiores a diez partes por millón en los recintos tratados con los mismos (cámaras).

## 3. Locales refrigerados para procesos.

### 3.1 Prescripciones generales.

Estos locales deberán ser diseñados para mantener las condiciones adecuadas del proceso, entre otras, desde el punto de vista higiénico sanitario cuando se trate de productos alimentarios o farmacéuticos. Asimismo, su diseño deberá garantizar la seguridad de las personas que trabajen en su interior protegiéndolas de las descargas eléctricas por derivaciones de las instalaciones y componentes, además evitará la formación de suelos resbaladizos originados por el agua procedente de condensaciones superficiales.

El consumo energético para mantener el recinto de trabajo en las condiciones interiores prefijadas del proceso deberá ser lo más bajo posible, dentro de los límites razonables.

### 3.2 Aislamiento.

Dado que la temperatura del proceso será, generalmente, inferior a la del ambiente, el local deberá estar aislado con criterios de optimizar los costes de inversión (aislamiento, maquinaria frigorífica) y funcionamiento (consumo eléctrico)

minimizando el impacto ambiental (PAO del aislante, efecto invernadero directo o indirecto del conjunto de la instalación frigorífica y aislamiento).

Los locales refrigerados se aislarán térmicamente con los materiales descritos en el apartado 1.2 de esta instrucción y les será de aplicación las normas que en la misma se relacionan.

El aislamiento se seleccionará y dimensionará para evitar las condensaciones intersticiales y superficiales de carácter no esporádico, y conseguir un flujo térmico inferior a  $15 \text{ W/m}^2$  para temperaturas de diseño entre  $7$  y  $20^\circ\text{C}$ . Para el cálculo se tendrá en cuenta las temperaturas medias establecidas en el apartado 1.2 de esta instrucción.

### 3.3 Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.

En la construcción de los locales refrigerados de procesos, la estructura de soportación del aislamiento y los elementos que constituyen el propio aislamiento, deberán dimensionarse para resistir su propia carga y las sobrecargas fijas y de uso.

En los techos autoportantes no deberá instalarse ningún sobrepeso sin una justificación técnica de la idoneidad de la estructura de soportación.

### 3.4 Puerta isoterma.

Todas las puertas isotermas llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave.

El aislamiento de la puerta se seleccionará en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de las paredes salvo si la diferencia entre el interior de la cámara y el exterior de la puerta es igual o inferior a  $10 \text{ K}$  en cuyo caso será del 50%.

### 3.5 Recuperación de los gases espumantes.

Se estará a lo dispuesto en el apartado 1.5 de esta instrucción.

## 4. Registro de temperatura.

En las cámaras frigoríficas destinadas al almacenamiento de productos perecederos, que por reglamentación requieran el registro de la temperatura, se instalarán registradores de temperatura que cumplirán en cuanto a documentación, mantenimiento y control con la normativa vigente.