

### **T.2.1.3c.- Cámaras Frigoríficas**

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

**Departamento:** Ingeniería Eléctrica y Energética  
**Area:** Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO [renedoc@unican.es](mailto:renedoc@unican.es)

Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28

<http://www.diee.unican.es/cjre.htm>

Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

### **T.2.1.3c.- Cámaras Frigoríficas**

- 1.- Introducción**
- 2.- Cámaras Frigoríficas**
- 3.- Almacenamiento de Productos**
- 4.- Equipos Autónomos**
- 5.- Túneles de Enfriamiento Rápido**

#### **1.- Introducción (I)**

La producción de frío para la conservación de productos es empleada en:

- Industria agroalimentaria
- Industria farmacéutica / sanitaria
- Industria química
- ...

Las instalaciones frigoríficas son esenciales para el mantenimiento de las condiciones de temperatura, humedad y composición gaseosa

**1.- Introducción (II)**

Los materiales aislantes empleados en el sector frigorífico deben:

- Tener baja conductividad térmica
- Ser muy poco higroscópicos
- Inatacables por los roedores
- Inodoros y ausencia de fijación de olores
- Incombustibles
- Neutro químicamente
- ...

Existen dos tipos de cámaras:

- Refrigeración ( $T > 0^{\circ}\text{C}$ )
  - Congelación ( $T < 0^{\circ}\text{C}$ )
- |   |   |
|---|---|
| { | <ul style="list-style-type: none"> <li>- A T<sup>a</sup> (-4°C)</li> <li>- A T<sup>a</sup> (-10°C)</li> <li>- A T<sup>a</sup> (-18°C)</li> <li>- A T<sup>a</sup> (-70°C)</li> </ul> |
|---|---|

**1.- Introducción (III)**

**Alimentos  
Ultracongelados (I)**

**Disposiciones comunitarias de directa aplicación**

Reglamento N° 37/2005, de 12 de Enero de 2005, de la Comisión, relativo al control de las temperaturas en los medios de transporte y los locales de depósito y almacenamiento de alimentos ultracongelados destinados al consumo humano (DOCE 13.01.05).

Reglamento 852/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Reglamento 853/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.

1.- Introducción (IV)

Alimentos  
Ultracongelados (II)

Disposiciones nacionales (I)

Real Decreto 1109/1991, de 12 de Julio de 1991, por el que se aprueba la Norma General relativa a los alimentos ultracongelados destinados a la alimentación humana. (B.O.E. 17.07.1991).

Directiva 89/108/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los alimentos ultracongelados destinados a la alimentación humana

Directiva 92/1/CEE de la Comisión, de 13 de enero de 1992, relativa al control de temperaturas en los medios de transporte y los locales de depósito y almacenamiento de alimentos ultracongelados destinados al consumo humano

1.- Introducción (V)

Alimentos  
Ultracongelados (III)

Disposiciones nacionales (II)

Directiva 92/2/CEE de la Comisión, de 13 de enero de 1992, por la que se establece el procedimiento de muestreo y el método comunitario de análisis para el control oficial de las temperaturas de los alimentos ultracongelados destinados al consumo humano

Modificado por Real Decreto 380/1993, de 12 de marzo. (B.O.E. 20.04.1993)

Modificado por Real Decreto 1466/1995, de 1 de septiembre (deroga el artículo 9) (B.O.E. 14.10.1995)

**1.- Introducción (VI)**

**Almacenamiento Frigorífico**

**Disposiciones comunitarias de directa aplicación**

Reglamento 853/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.

Reglamento 852/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios

**Disposiciones nacionales**

Real Decreto 168/1985, de 6 de Febrero de 1985, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre "Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico de Alimentos y Productos Alimentarios". (B.O.E. 14.02.1985)

**1.- Introducción (VII)**

**Almacenamiento no Frigorífico**

**Disposiciones comunitarias de directa aplicación**

Reglamento 852/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios

**Disposiciones nacionales**

Real Decreto 706/1986, de 7 de Marzo de 1986, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre "Condiciones Generales de almacenamiento (no frigorífico) de alimentos y productos alimentarios". (B.O.E. 15.04.1986)

Modificado por Real Decreto 1112/1991, de 12 de julio, (B.O.E. 17.07.91)

**1.- Introducción (VIII)****Transporte (I)****Disposiciones comunitarias de directa aplicación**

Reglamento N° 37/2005, de 12 de Enero de 2005, temperaturas en los medios de transporte y los locales de depósito y almacenamiento de alimentos ultracongelados destinados al consumo humano (DOCE 13.01.05).

Reglamento 853/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.

Reglamento 852/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios

**1.- Introducción (IX)****Transporte (II)****Disposiciones nacionales (I)**

Real Decreto 1202/2005, de 10 de Octubre de 2005, sobre el transporte de mercancías perecederas y los vehículos especiales utilizados en estos transportes (BOE 21.10.2005).

Real Decreto 1010/2001, de 14 de Septiembre de 2001, por el que se determinan las autoridades competentes en materia de transporte de mercancías perecederas y se constituye y regula la Comisión para la Coordinación de dicho transporte (B.O.E. 25.09.2001).

Real Decreto 237/2000, de 18 de Febrero de 2000, por el que se establecen las especificaciones técnicas que deben cumplir los vehículos especiales para el transporte terrestre de productos alimenticios a temperatura regulada y los procedimientos para el control de conformidad con las especificaciones. (B.O.E. 16.03.2000).

Modificado por Real Decreto 380/2001, de 6 de abril (B.O.E. 21.04.01).

Modificado por Orden de 15 de octubre de 2001.

### 1.- Introducción (X)

### Transporte (III)

#### Disposiciones nacionales (II)

Directiva objeto de transposición: Directiva 98/28/CE de la Comisión de 29 de abril de 1998 por la que se concede una excepción a determinadas disposiciones de la Directiva 93/43/CEE relativa a la higiene de los productos alimenticios en lo que se refiere al transporte marítimo de azúcar sin refinar

Orden de 9 de Septiembre de 1996, por la que se establece una excepción a las disposiciones del capítulo IV del anexo del Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios, en lo que respecta al transporte marítimo de grasas y aceites líquidos a granel. (B.O.E. 25.09.1996)

### 1.- Introducción (XI)

### Transporte (IV)

#### Disposiciones nacionales (III)

Directiva objeto de transposición: Directiva 96/3/Euratom, CECA, CE de la Comisión, de 26 de enero de 1996, por la que se establece una excepción a determinadas disposiciones de la Directiva 93/43/CEE del Consejo relativa a la higiene de los productos alimenticios, en lo que respecta al transporte marítimo de grasas y aceites líquidos a granel.

Modificada por Orden SCO/1658/2004, de 1 de Junio (BOE 07.06.2004)

Orden de 2 de Septiembre de 1996, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los registradores de temperatura en el transporte de productos ultracongelados para el consumo humano. (B.O.E. 20.09.1996).

Real Decreto 2483/1986, de 14 de Noviembre de 1986, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de transporte terrestre de alimentos y productos alimentarios a temperatura regulada. (B.O.E. 05.12.1986).

**1.- Introducción (XII)**

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subseccion/legislacion\\_seguridad\\_alimentaria.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/legislacion_seguridad_alimentaria.htm)

Bienvenidos Benvinguts Ongi etorri Benvidos Benvinguts Welcome Bienvenue

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CONSUMO

agencia española de seguridad alimentaria y nutrición

Buscar

Contacto Enlaces Mapa Web Preguntas Frecuentes

INICIO AGENCIA SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIÓN LABORATORIOS NOTICIAS Y PUBLICACIONES OPERADORES ECONÓMICOS PARA LA CIUDADANÍA

Seguridad Alimentaria / Legislación / Legislación Seguridad Alimentaria

### Legislación Seguridad Alimentaria

- Ingredientes y coadyuvantes tecnológicos
  - Aditivos
  - Aromas
  - Enzimas
  - Disolventes de Extracción
  - Coadyuvantes tecnológicos
- Aguas de Bebida Envasada
- Alimentos Enriquecidos
- Alimentos para Grupos Especiales

**Seguridad Alimentaria**

- Red de Alerta Alimentaria
- Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (PNCOCA)
- Informe anual del Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria en España

Recomendaciones alimentarias

Para saber más sobre seguridad alimentaria

Información sobre el modelo Nutri-Score

**13**

**1.- Introducción (XII)**

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subseccion/legislacion\\_seguridad\\_alimentaria.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/legislacion_seguridad_alimentaria.htm)

Bienvenidos Benvinguts Ongi etorri Benvidos Benvinguts Welcome Bienvenue

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CONSUMO

agencia española de seguridad alimentaria y nutrición

INICIO AGENCIA SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIÓN LABORATORIOS

Seguridad Alimentaria / Legislación / Legislación Seguridad Alimentaria

### Legislación Seguridad Alimentaria

- Ingredientes y coadyuvantes tecnológicos
  - Aditivos
  - Aromas
  - Enzimas
  - Disolventes de Extracción
  - Coadyuvantes tecnológicos
- Aguas de Bebida Envasada
- Alimentos Enriquecidos
- Alimentos para Grupos Especiales

**Seguridad Alimentaria**

- Almacenamiento, Conservación Y Transporte
  - Alimentos Ultracongelados
  - Almacenamiento Frigorífico
  - Almacenamiento No Frigorífico
  - Irradiación De Los Alimentos
  - Transporte
- Comercio
  - Comercio Minorista
  - Restauración
  - Venta Fuera De Un Establecimiento Comercial Permanente
- Complementos Alimenticios
- Contaminación radiactiva
- Contaminantes en alimentos (Legislación General Aplicable)
  - Contaminantes industriales y medioambientales.
  - Contaminantes orgánicos persistentes.
  - Contaminantes agrícolas.
- Control Oficial
  - Control con Carácter General
  - Control de productos de Origen Animal

**14**

**2.- Cámaras Frigoríficas (I)**

Reglamentación técnico-sanitaria sobre las condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios (R.D. 168/1985, de 6 de febrero)

Definiciones

- Cámara de almacenamiento frigorífico
- Cámara frigorífica
- Cámara frigorífica para productos congelados
- Cámara frigorífica para productos refrigerados
- Cámara frigorífica bitémpera
- Cámara frigorífica mixta
- Túneles de congelación

**2.- Cámaras Frigoríficas (II)**

Elementos básicos y auxiliares

- Aislamiento
- Barrera antivapor
- Revestimientos
- Válvulas de equilibrado de presiones
- Puertas
- Prevención de congelación del suelo
- Desagües (sifón)
- Ventanas para renovación de aire
- Equipos de inyección de gases, equipos de humidificación, iluminación...



2.- Cámaras Frigoríficas (III)

Cuidado con los puentes térmicos

Aislamiento (I):

- Aislamiento de cerramientos constituidos por elementos de fábrica

- Cerramientos verticales
- Techos
- Suelos



**Table 2 Recommended Insulation R-Values**

ASHRAE Type of Facility	Temperature Range, °C	Thermal Resistance R, m <sup>2</sup> ·K/W		
		Floors	Walls/ Suspended Ceilings	Roofs
Cooler <sup>a</sup>	4 to 10	Perimeter insulation only	4.4	5.3 to 6.2
Chill cooler <sup>a</sup>	-4 to 2	3.5	4.2 to 5.6	6.2 to 7.0
Holding freezer	-23 to -29	4.8 to 5.6	6.2 to 7.0	7.9 to 8.8
Blast freezer <sup>b</sup>	-40 to -46	5.3 to 7.0	7.9 to 8.8	8.8 to 10.6

*Note:* Because of the wide range in the cost of energy and the cost of insulation materials based on thermal performance, a recommended R-value is given as a guide in each of the respective areas of construction. For more exact values, consult a designer and/or insulation supplier.

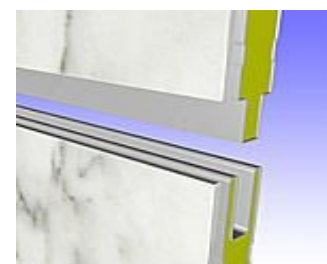
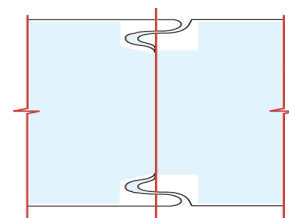
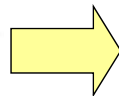
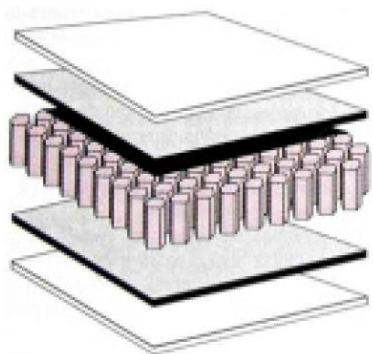
<sup>a</sup>If a cooler has the possibility of being converted to a freezer in the future, the owner should consider insulating the facility with the higher R-values from the freezer section.

<sup>b</sup>R-values shown are for a blast freezer built within an unconditioned space. If the blast freezer is built within a cooler or freezer, consult a designer and/or insulation supplier.

2.- Cámaras Frigoríficas (IV)

Aislamiento (II):

- Aislamiento con paneles prefabricados

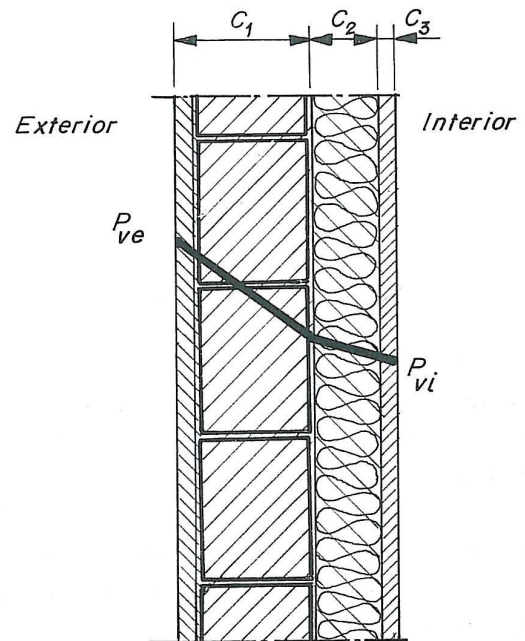


2.- Cámaras Frigoríficas (V)

Cuidado con los puentes térmicos

**Barrera Antivapor (I):**

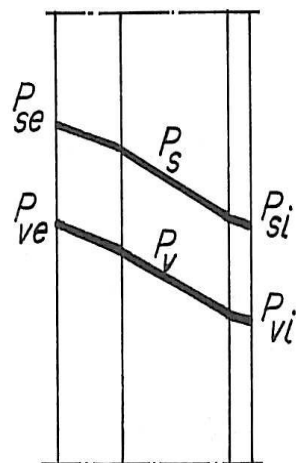
El vapor de agua se difunde desde los puntos de mayor a menor presión de vapor



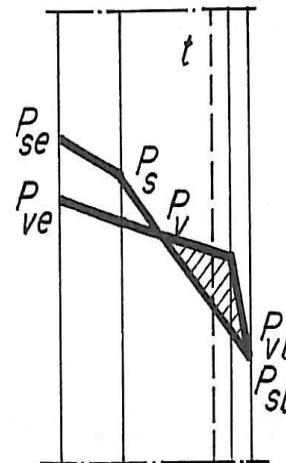
2.- Cámaras Frigoríficas (VI)

Cuidado con los puentes térmicos

**Barrera Antivapor (II):**



No hay condensaciones

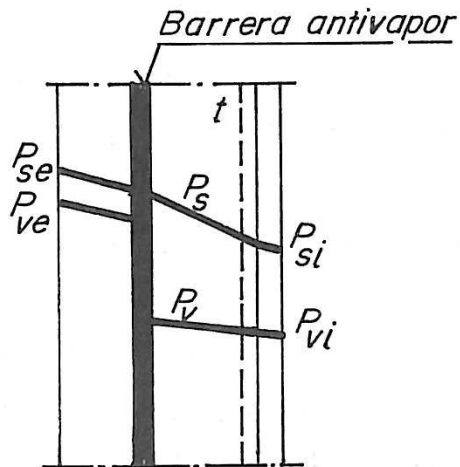


Hay condensaciones

2.- Cámaras Frigoríficas (VII)

Cuidado con los puentes térmicos

**Barrera Antivapor (III):**



- Mantiene conductividad térmica aislante
- Evita deterioros aislante
- Menor consumo energético
- Mayor vida útil cerramientos, aislante, maquinaria frigorífica

21

2.- Cámaras Frigoríficas (VIII)

**Revestimientos:**

- Protección mecánica de material aislante
- Protección frente al agua, fuego y crecimiento microorganismos
- Facilitan limpieza para cumplimiento reglamentaciones técnico-sanitarias
- Generalmente se emplean: chapas de acero galvanizadas y lacadas, materiales plásticos y fibras de vidrio con resinas de poliéster
- El suelo debe soportar cargas (estantes, productos, carretillas, ...), y debe ser antideslizante

22

## 2.- Cámaras Frigoríficas (IX)

Las deformaciones de la estructura pueden afectar a la integridad del aislamiento

### Aislante y Revestimientos:

- Estructura interior, aislamiento exterior:
  - La estructura está sometida a T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser más resistente (aguante menos a baja T) y por lo tanto más cara
  - Se suspende fácilmente los equipos térmicos (evaporadores, tuberías, ...)
  - No hay puentes térmicos en las paredes, pero si en la cimentación
- Estructura exterior, aislamiento interior:
  - No hay impedimentos interiores en la cámara, todo el volumen aislado es útil para almacenaje
  - No hay insolación directa
  - El aislamiento está protegido de la intemperie

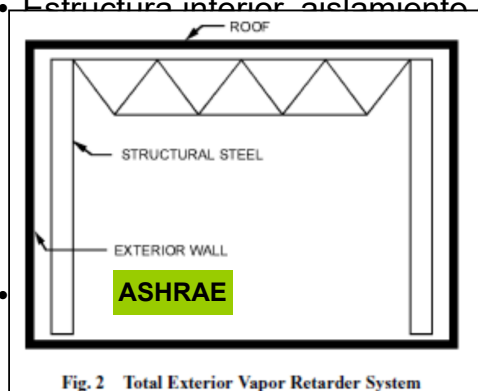
23

## 2.- Cámaras Frigoríficas (IX)

Las deformaciones de la estructura pueden afectar a la integridad del aislamiento

### Aislante y Revestimientos:

- Estructura interior, aislamiento exterior:



T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser más resistente (aguante menos a baja T) y por lo tanto más cara

Se suspende fácilmente los equipos térmicos (evaporadores, tuberías, ...)

No hay puentes térmicos en las paredes, pero si en la cimentación

- Estructura exterior, aislamiento interior:

No hay impedimentos interiores en la cámara, todo el volumen aislado es útil para almacenaje

- No hay insolación directa
- El aislamiento está protegido de la intemperie

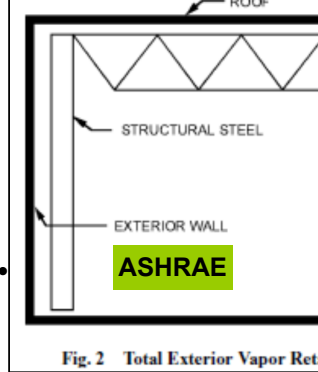
24

2.- Cámaras Frigoríficas (IX)

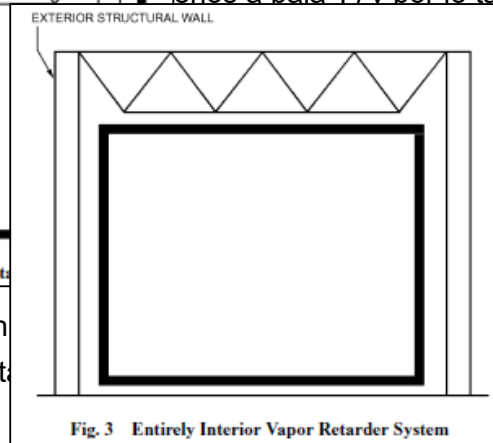
Las deformaciones de la estructura pueden afectar a la integridad del aislamiento

Aislante y Revestimientos:

- Estructura interior, aislamiento exterior:



- No hay insolación
- El aislamiento está



T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser menos a baja T) y por lo tanto más cara (pinturas, tuberías, ...) y ventilación

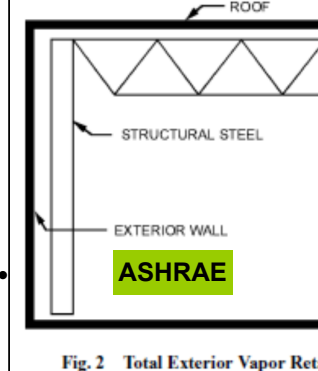
volumen aislado es útil

2.- Cámaras Frigoríficas (IX)

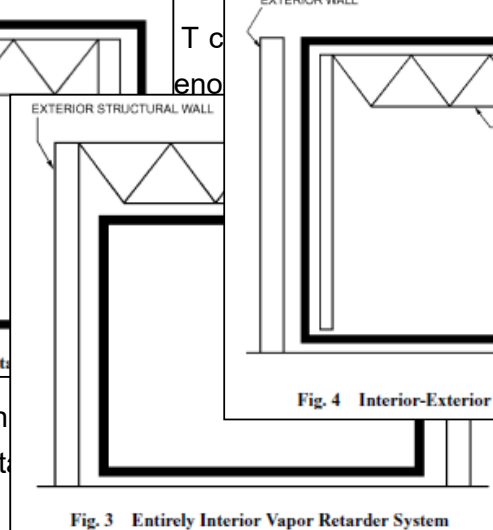
Las deformaciones de la estructura pueden afectar a la integridad del aislamiento

Aislante y Revestimientos:

- Estructura interior, aislamiento exterior:

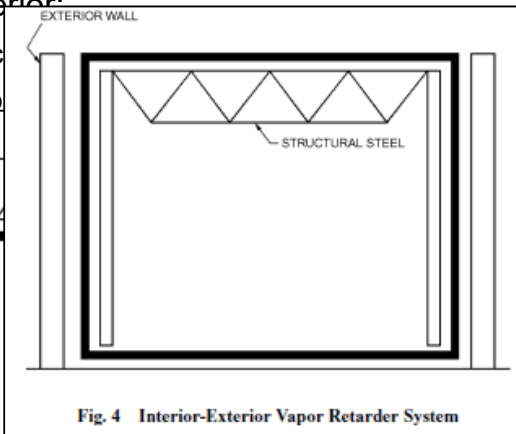


- No hay insolación
- El aislamiento está



T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser menos a baja T) y por lo tanto más cara (pinturas, tuberías, ...) y ventilación

volumen aislado es útil



2.- Cámaras Frigoríficas (IX)

**Válvulas de Equilibrado de Presiones (I):**

- Puesta en marcha de la cámara
- Descongelación de evaporadores
- Entradas importantes de mercancías
- Introducción importante de gases

Sobrepresiones  
o depresiones

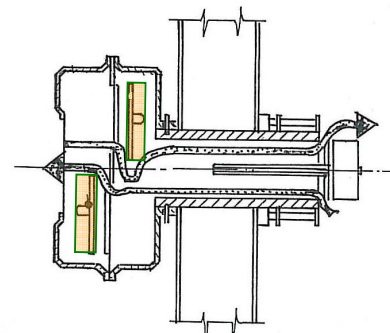
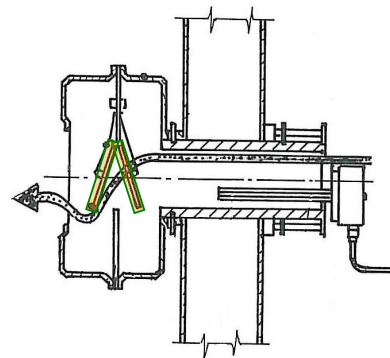
Deben abrir con desequilibrio de presiones mayor que 10 mm.c.a.  
En cámaras de T negativas deben tener un dispositivo anticongelación  
El primer enfriamiento se realiza con las puertas abiertas

2.- Cámaras Frigoríficas (X)

**Válvulas de Equilibrado de Presiones (II):**

$$\text{Núm. } V = \frac{1,3 V}{t'(273 - t)}$$

- V volumen de la cámara (m<sup>3</sup>)
- t' variación de T en el tiempo (min x °C)
- t temperatura interior (°C)

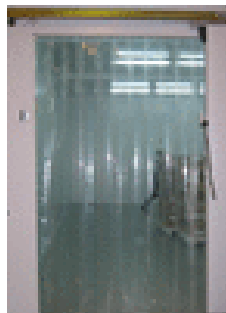


Calcular el esfuerzo que aparece sobre las paredes de una cámara estanca de congelados a  $-40^{\circ}\text{C}$  cuando se realiza el primer enfriamiento desde una temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C}$

**2.- Cámaras Frigoríficas (XI)**

***Puertas (I):***

- Isoterma
- Tiras verticales de plástico
- Estanca al vapor y al aire
- Resistente a golpes  
Parachoques y barreras
- Dimensiones y características adecuadas
- Dispositivo de apertura interior



2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes



2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes



Se debe evitar  
la congelación  
de las visagras



2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes

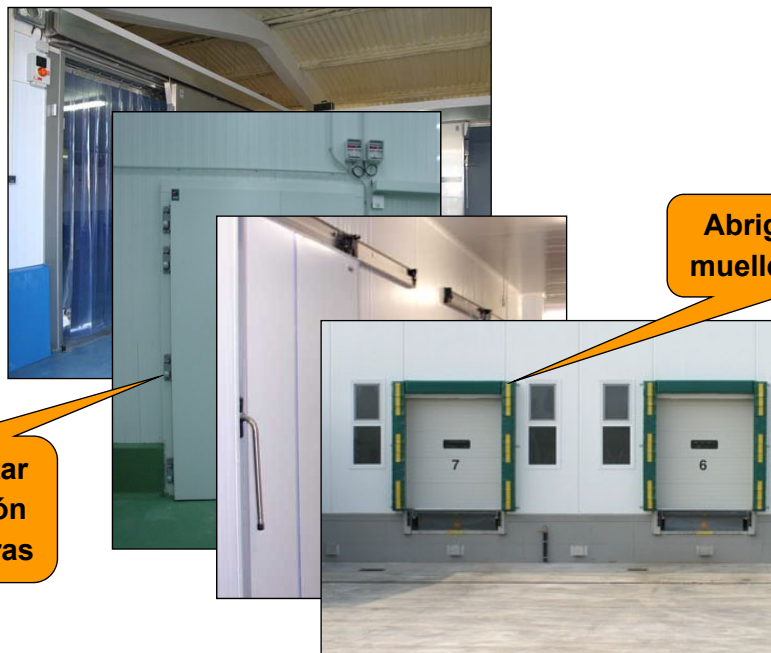


Se debe evitar la congelación de las visagras

2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes



Se debe evitar la congelación de las visagras

Abrigos en el muelle de carga

2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes



Se debe evitar la congelación de las visagras

2.- Cámaras Frigoríficas (XII)

**Puertas (II):**

- Pivotantes
- Correderas
- Guillotina
- Basculantes



Se debe evitar la congelación de las visagras

2.- Cámaras Frigoríficas (XIII)

**Puertas (III):**

Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

- Alarmas sonoras y luminosas
- Hacha de bombero junto a la puerta
- Alumbrado de emergencia
- ...

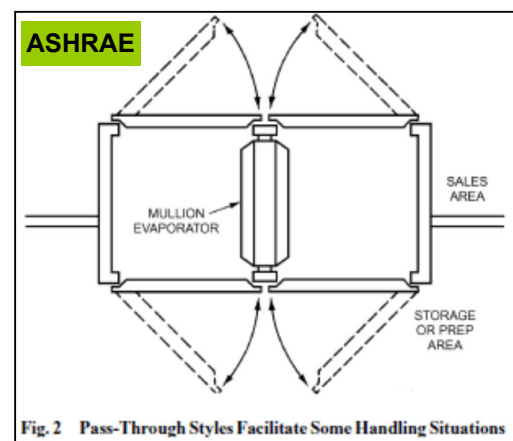
37

2.- Cámaras Frigoríficas (XIV)

**Puertas (IV):**

Para limitar las entradas de aire exterior se pueden instalar:

- Doble puerta de entrada
- Cortinas
- Cortinas de aire



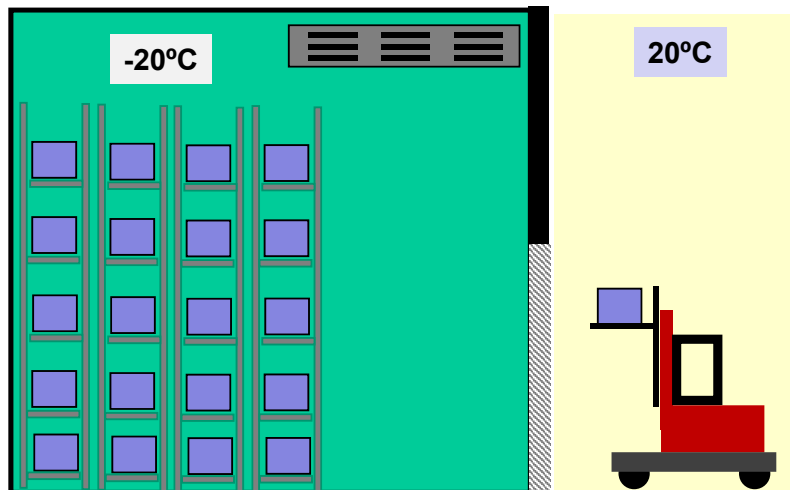
Importante si hay mucha entrada/salida de género



8

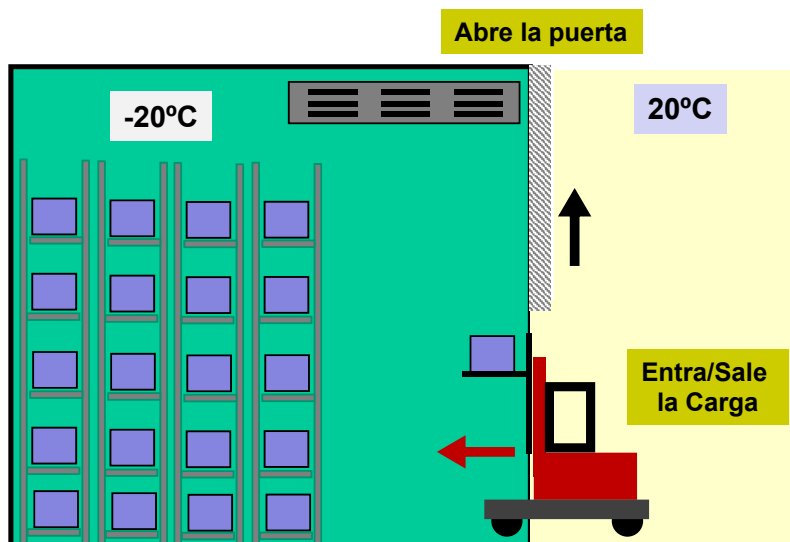
2.- Cámaras Frigoríficas (XV)

*Entrada de Aire en la Carga/Descarga de las Cámaras*



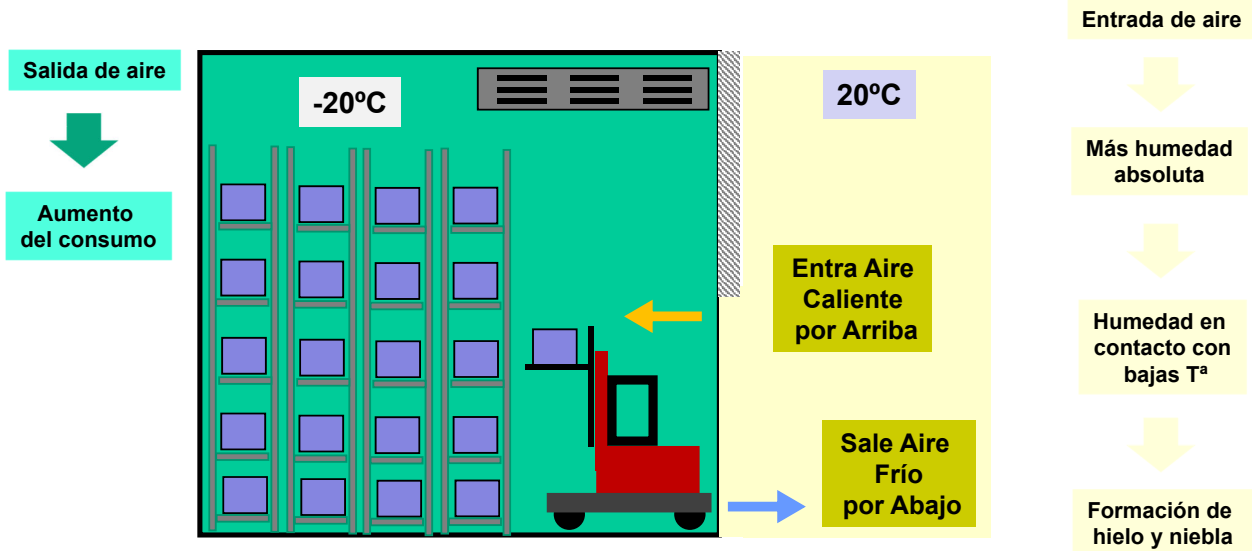
2.- Cámaras Frigoríficas (XV)

*Entrada de Aire en la Carga/Descarga de las Cámaras*



2.- Cámaras Frigoríficas (XV)

Entrada de Aire en la Carga/Descarga de las Cámaras



2.- Cámaras Frigoríficas (XV)

Entrada de Aire



**2.- Cámaras Frigoríficas (XVI)**



**Cortinas de Aire:** distintas posibilidades de:

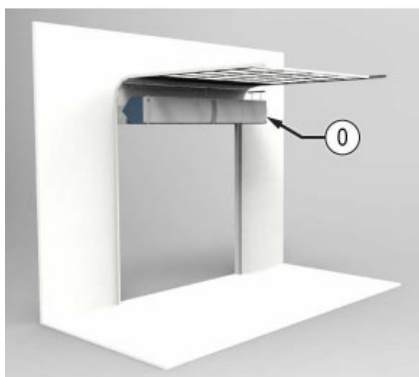
- Altura
- Anchura
- Serpentín
- Instalación

Altura (cm)	Ancho	Tipo Serpentín	Modelo
200 – 240	100 / 150 / 200 / 250	W (agua)	Colgante (F)
220 – 280		E (eléctrico)	Cassete (C)
250 – 330		A (ambiente)	Empotrado (R)
300 – 380		DK (R410A)	

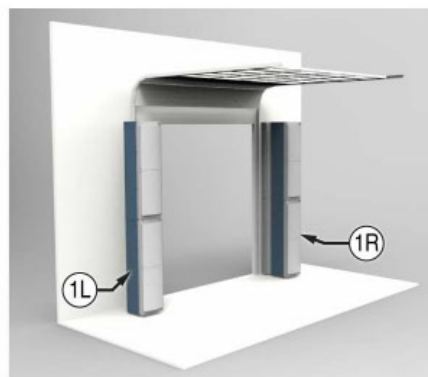
**2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)**



**Cortinas de Aire:** distintas posibilidades de instalación

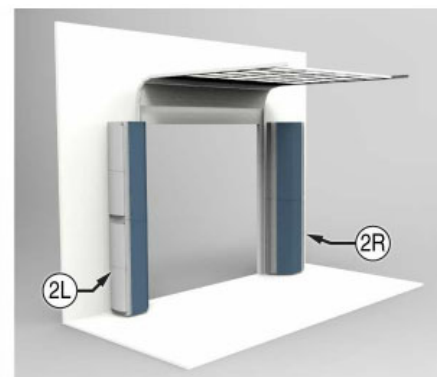


0: Horizontal, sobre la puerta



1L: Vertical, perpendicular a la pared, lateral izquierdo.

1R: Vertical, perpendicular a la pared, lateral derecho



2L: Vertical, paralelo a la pared, lateral izquierdo.

2R: Vertical, paralelo a la pared, lateral derecho

2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)



...s de instalación



Sobre marco de montaje



Marco de montaje con paneles laterales

2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)



**Cortinas de Aire:** distintas posibilidades de instalación



2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)



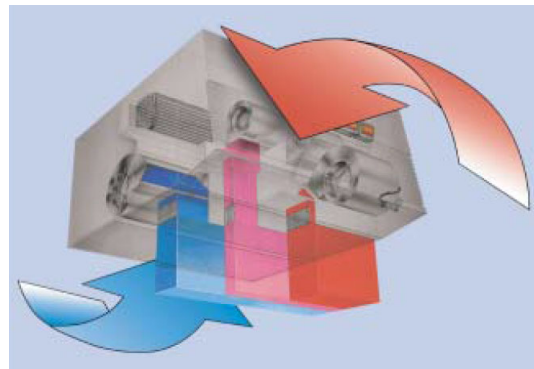
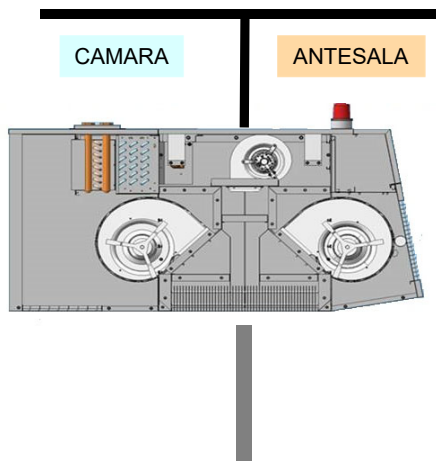
**Cortinas de Aire:** distintas posibilidades de instalación



2.- Cámaras Frigoríficas (XVIII)



**Cortinas de Aire:** Tecnología Multichorro

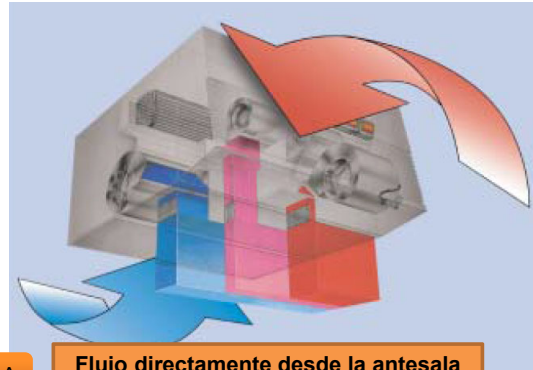
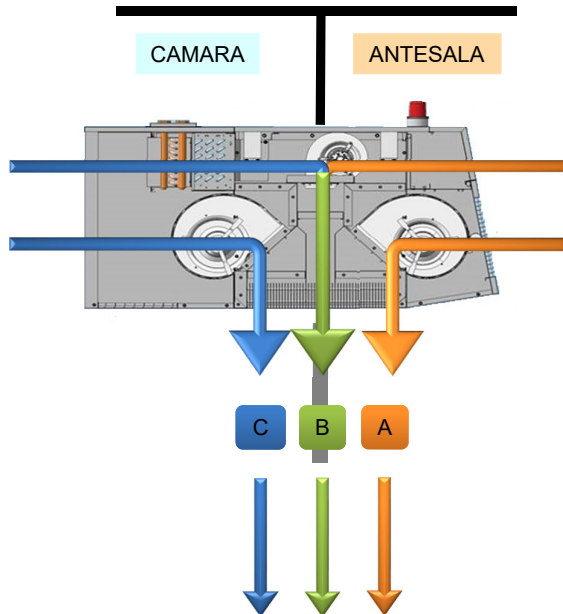




2.- Cámaras Frigoríficas (XVIII)



Cortinas de Aire: Tecnología Multichorro



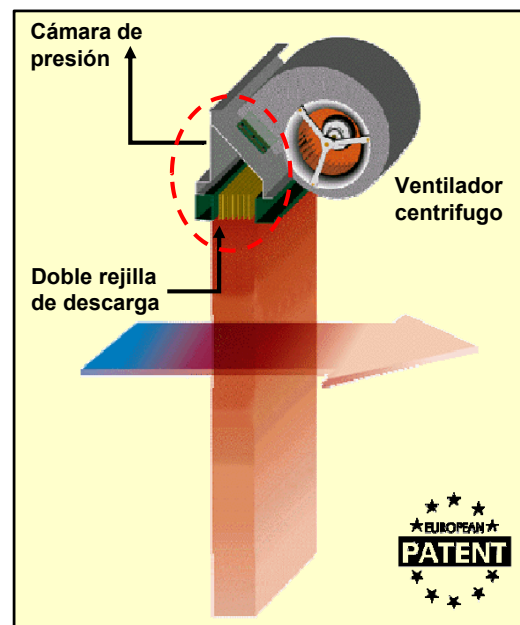
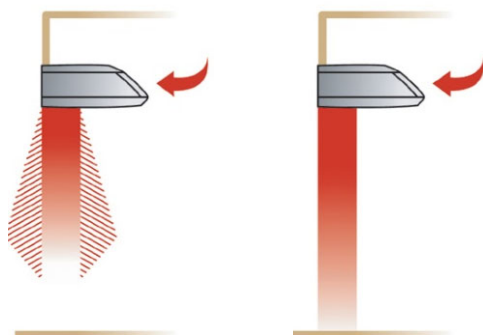
- A Flujo directamente desde la antesala  
 $T^a$  de impulsión =  $T^a$  de antesala
- B Flujo combinado desde la cámara  
 $T^a$  de impulsión mixta
- C Flujo directamente desde la cámara  
 $T^a$  de impulsión =  $T^a$  de cámara

2.- Cámaras Frigoríficas (XIX)



Cortinas de Aire: Flujo de aire

La conversión del flujo turbulento en flujo laminar hace que éste sea más homogéneo y tenga mayor alcance, permitiendo ahorrar energía



2.- Cámaras Frigoríficas (XIX)



**Cortinas de Aire:** Flujo de aire

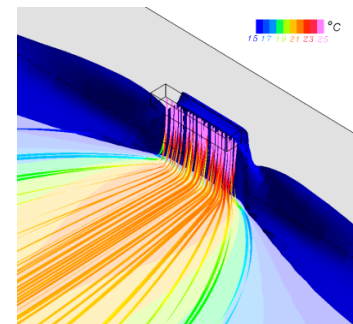
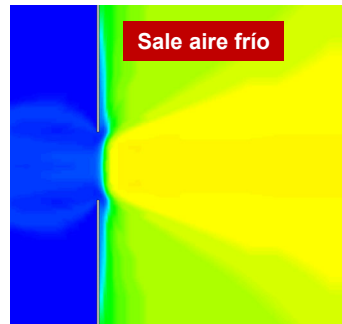
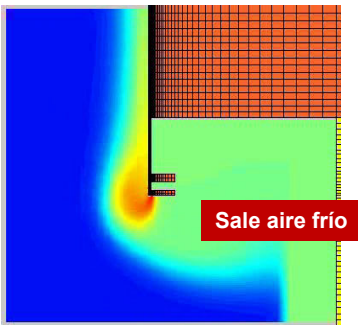
DIMENSIONADO ADECUADO DEL SISTEMA

INSTALACIÓN CORRECTA

Longitud y penetración de soplado óptima

Anchura de soplado optima

Cerca del vano de puerta



Penetración insuficiente

Anchura de soplado insuficiente

Cortina de aire cerca del vano de puerta

Entra aire caliente

51

2.- Cámaras Frigoríficas (XIX)



**Cortinas de Aire:** Flujo de aire

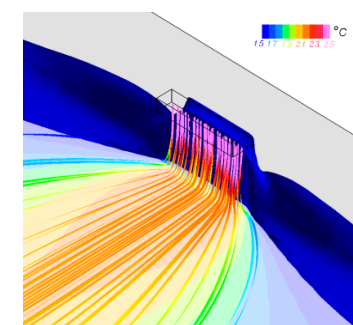
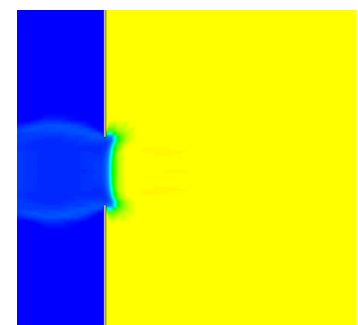
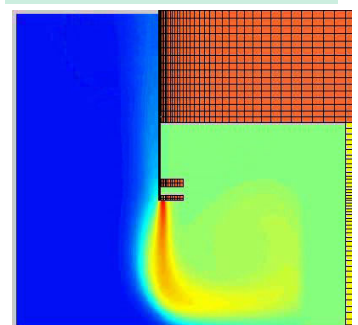
DIMENSIONADO ADECUADO DEL SISTEMA

INSTALACIÓN CORRECTA

Longitud y penetración de soplado óptima

Anchura de soplado optima

Cerca del vano de puerta



Penetración ajustada

Anchura de soplado correcta

Cortina de aire cerca del vano de puerta

52

2.- Cámaras Frigoríficas (XIX)



Cortinas de Aire: Flujo de aire

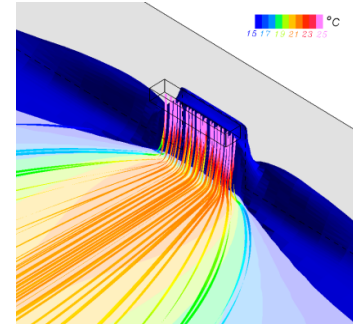
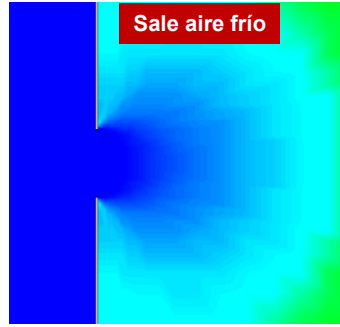
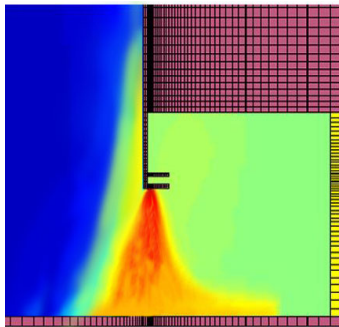
DIMENSIONADO ADECUADO DEL SISTEMA

INSTALACIÓN CORRECTA

Longitud y penetración de soplado óptima

Anchura de soplado optima

Cerca del vano de puerta



Penetración excesiva  
Entra aire caliente y  
gasto en el ventilador

Sin cortina de aire

Cortina de aire cerca  
del vano de puerta

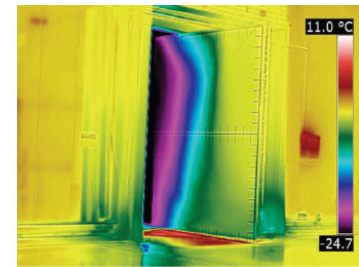
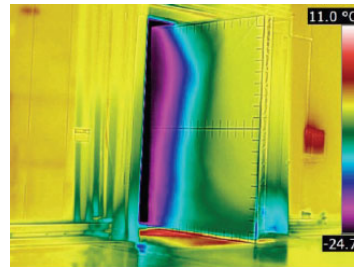
2.- Cámaras Frigoríficas (XIX)



Cortinas de Aire: Flujo de aire

Altura puerta: 4.20 m  
Ancho puerta: 3.00 m

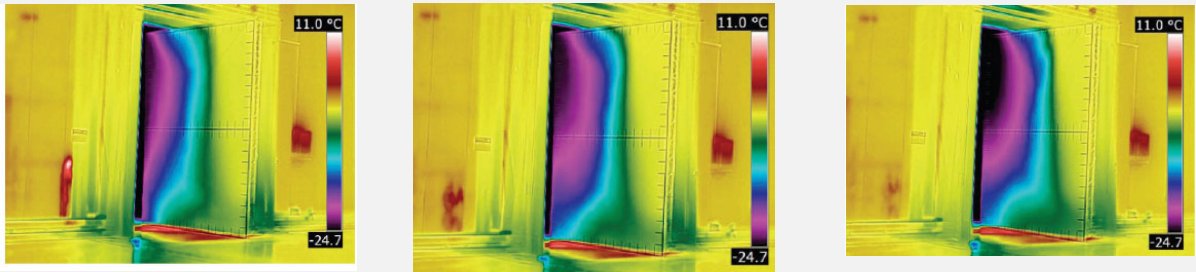
Temperatura interior cámara: -25 °C  
Temperatura exterior cámara: 8 °C



Con la cortina apagada  
sale aire frío desde el  
interior de la cámara

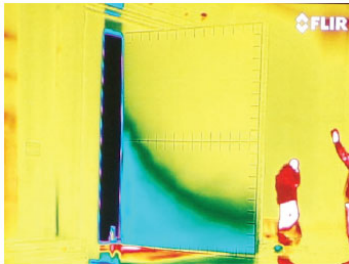
Con la cortina a Vel. 1 se observa  
el efecto de la vena de aire,  
aunque el flujo no es suficiente  
para la una correcta separación

Con la cortina a Vel. 2 se  
observa el efecto de la  
vena de aire, provocando  
una óptima separación

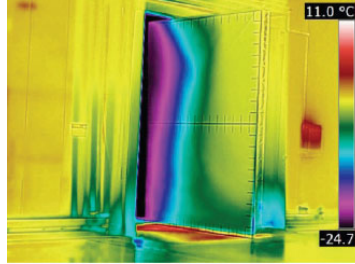


Con la cortina a Vels. 3, 4 y 5 la vena de aire es excesiva, el aire toca el suelo con demasiada velocidad y “empuja” el aire caliente del exterior al interior

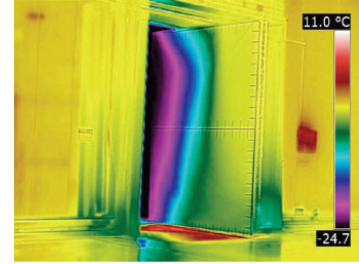
Ancho puerta: 5.00 m temperatura exterior cámara: 6 °C



Con la cortina apagada sale aire frío desde el interior de la cámara



Con la cortina a Vel. 1 se observa el efecto de la vena de aire, aunque el flujo no es suficiente para la una correcta separación

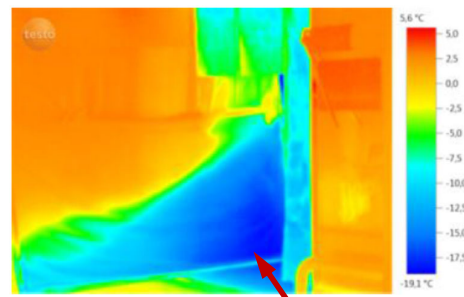


Con la cortina a Vel. 2 se observa el efecto de la vena de aire, provocando una óptima separación

2.- Cámaras Frigoríficas (XX)

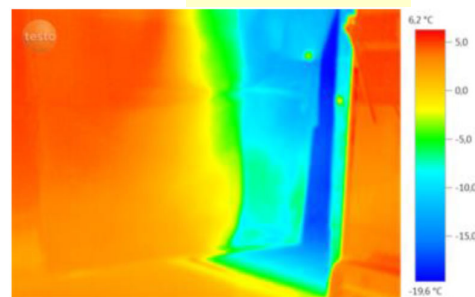
**Cortinas de Aire:** visualización del efecto en cámaras frigoríficas

Cortina Off



Se “escapa” el frío

Cortina On

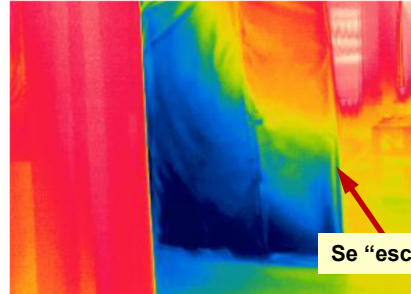


**2.- Cámaras Frigoríficas (XX)**



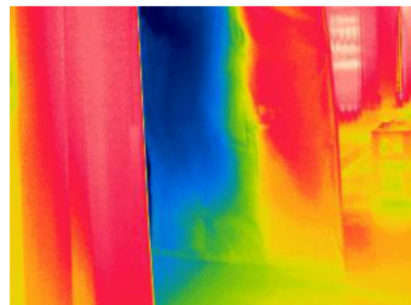
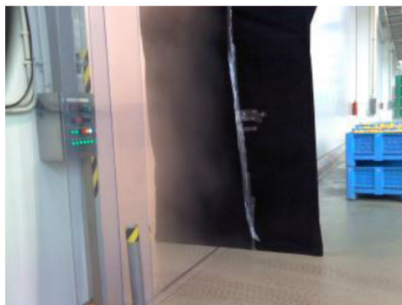
**Cortinas de Aire:** visualización del efecto en cámaras frigoríficas

**Cortina Off**



Se "escapa" el frío

**Cortina On**



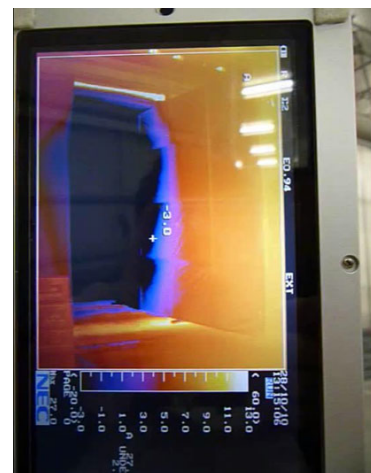
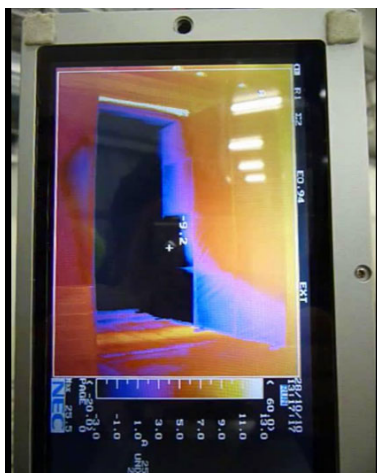
**2.- Cámaras Frigoríficas (XX)**



**Cortinas de Aire:** visualización del efecto en cámaras frigoríficas

Altura puerta: 4.20 m  
Ancho puerta: 3.00 m

Temperatura interior cámara: -25 °C  
Temperatura exterior cámara: 8 °C



2.- Cámaras Frigoríficas (XX)



**Cortinas de Aire:** visualización del efecto en cámaras frigoríficas



**Cortina Off:** se forma niebla

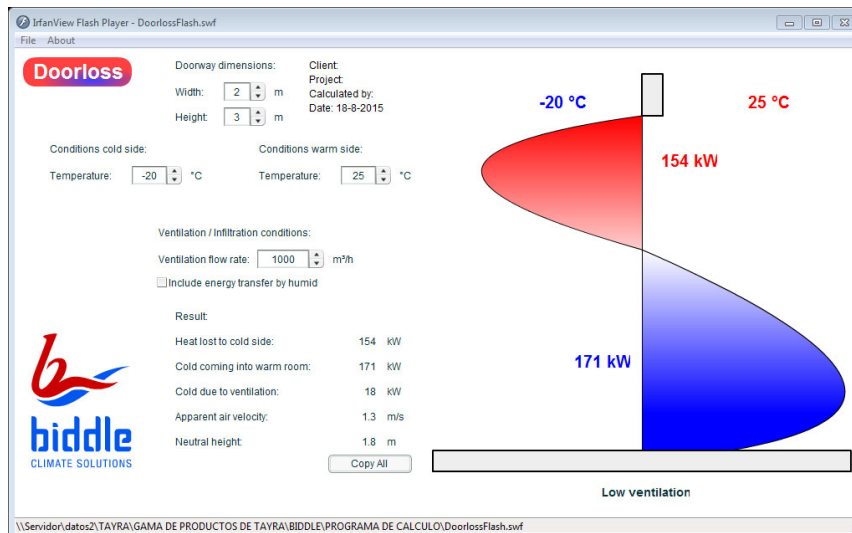


**Cortina On:** se reduce la niebla

2.- Cámaras Frigoríficas (XXI)



**Cortinas de Aire:** Software de selección



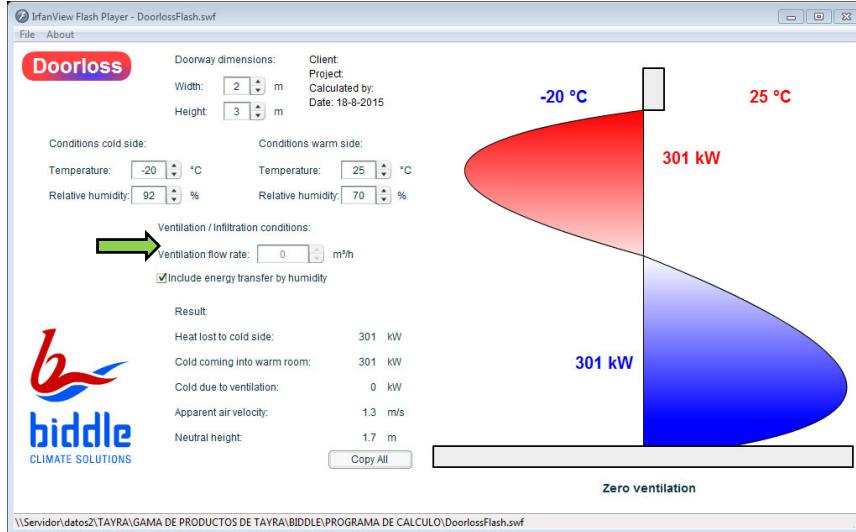
Notas:

1. Los cálculos realizados se tiene en cuenta la puerta totalmente abierta
2. Las ganancias y pérdidas expresadas en kW/ hora. Siendo los kW, unidad térmica.
3. Resultados descritos para una única puerta, según la tipología descrita

**2.- Cámaras Frigoríficas (XXI)**



**Cortinas de Aire: Software de selección**

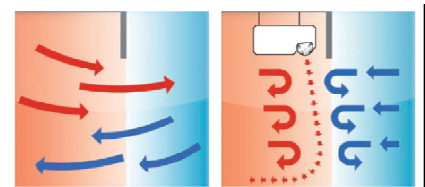
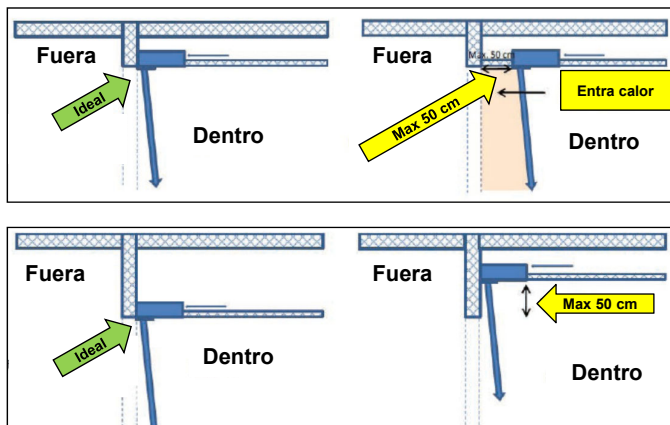


**Notas:**

1. Los cálculos realizados se tiene en cuenta la puerta totalmente abierta
2. Las ganancias y pérdidas expresadas en kW/ hora. Siendo los kW, unidad térmica.
3. Resultados descritos para una única puerta, según la tipología descrita

**2.- Cámaras Frigoríficas (XXII)**

**Cortinas de Aire: Instalación**



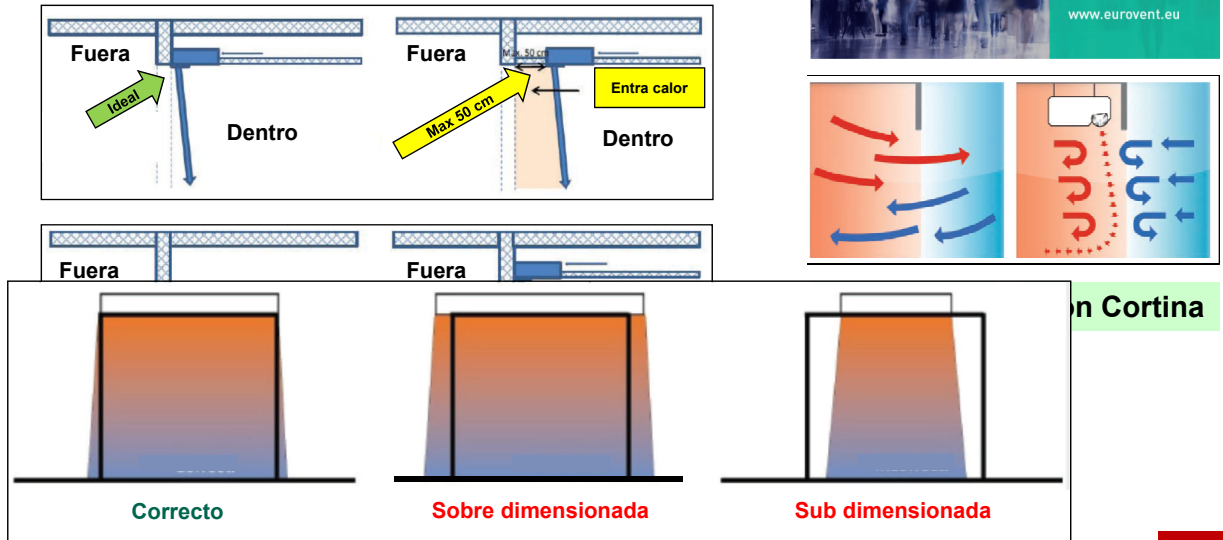
**Sin Cortina**

**Con Cortina**



2.- Cámaras Frigoríficas (XXII)

**Cortinas de Aire:** Instalación



2.- Cámaras Frigoríficas (XXII)

**Desagües:**

- Sifónicos
- Dotados de rejilla
- Evitar congelación

**Pendiente de la solera mínima**

**Ventanas:**

Con extractores para renovación del aire interior cuando los productos almacenados respiran

Si tiene impulsión la salida tiene un rejilla que abre por presión

Apertura y extracción en lados opuestos de la cámara



## 2.- Cámaras Frigoríficas (XXIII)

### **Congelación del suelo:**

Puede llegar a levantar el suelo

Se debe evitar



- Construcción de vacío sanitario y canales de ventilación
- Calentamiento del suelo (6 a 8 W/m<sup>2</sup>)  
Con calor de los condensadores



65

## 2.- Cámaras Frigoríficas (XXIV)

### **Iluminación de la cámara:**

Debe permitir las operaciones de manipulación del producto en condiciones de seguridad (125 lux, aumentando a 250 en zonas de distribución)

Hay que considerar elementos aptos para trabajar en ambientes fríos

Ojo con el calor introducido en la cámara por la iluminación

Considerar la opción de leve iluminación general, combinado con encendido por zonas y apagados forzados temporizados

66

## 2.- Cámaras Frigoríficas (XXIV)

### **Iluminación de la cámara**

Debe permitir las op  
condiciones de segurid  
distribución)

Hay que considerar ele

Ojo con el calor introdu  
Considerar la opción  
encendido por zonas y a



en  
de

on

## 2.- Cámaras Frigoríficas (XXV)

### **Consideraciones Finales:**

- Tipo de producto
- Dimensión de las instalaciones frigoríficas necesarias
- Orientación de las cámaras
- Tipo de instalaciones frigoríficas

Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

### 3.- Almacenamiento de Productos (I)

**Parámetros a considerar:**

- Volumen bruto de la cámara (m<sup>3</sup>)
- Volumen útil (m<sup>3</sup>)
- Capacidad de almacenamiento (kg), función de la densidad del producto
- Coeficiente de ocupación =  $\frac{\text{Volumen ocupado}}{\text{Volumen útil}}$
- Densidad de almacenamiento (kg/m<sup>2</sup>)  $\Rightarrow$  f(altura)  $\Rightarrow$  la carga sobre el suelo
- Distancia entre “paquetes”  $\Rightarrow$  movilidad en la cámara y flujo del aire, sistema de movilidad de los paquetes

### 3.- Almacenamiento de Productos (II)

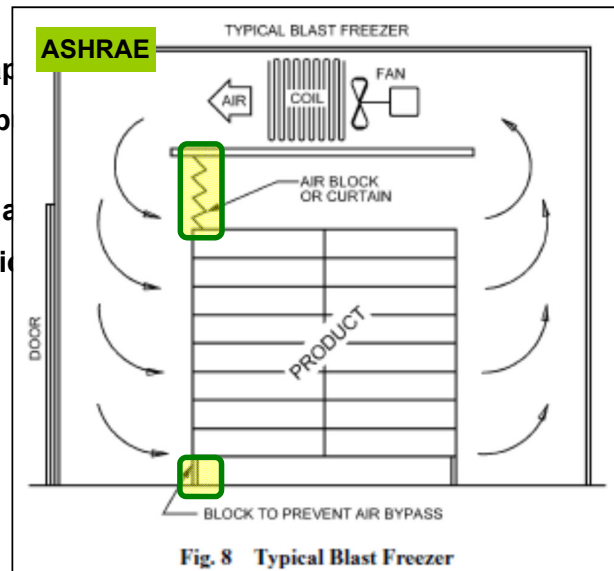
Hay que asegurar **buena circulación de aire** por toda la cámara a través de los productos

- Cuidado con el excesivo apilamiento de las mercancías
- La circulación del aire se puede ver afectada cuando no está la cámara totalmente ocupada
- La excesiva velocidad del aire seca los productos
- Se deben evitar recirculaciones de aire en el evaporador

### 3.- Almacenamiento de Productos (II)

Hay que asegurar **buena circulación de aire** por toda la cámara a través de los productos

- Cuidado con el excesivo ap...
- La circulación del aire se p... totalmente ocupada
- La excesiva velocidad del a...
- Se deben evitar recirculaci...



71

### 3.- Almacenamiento de Productos (III)

Las estanterías fijas son más baratas pero almacenan menos producto que las móviles

Se debe considerar si se almacena uno o varios productos en la misma cámara. Debe haber compatibilidad de productos (los productos grasos tienden a absorber olores), y de la T<sup>a</sup> de almacenamiento. En productos congelados no suele tener importancia

Hay que **evitar la condensación** de la humedad ambiente sobre los productos al **extraerlos** de la cámara

72

3.- Almacenamiento de Productos (IV)

El Real Decreto 168/1985, del 6 de febrero, por el que se aprueba la **Reglamentación Técnico-sanitaria sobre Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico de Alimentos y Productos Alimentarios** marca que las condiciones almacenamiento de los productos en el interior de las cámaras entorpecerán al mínimo la circulación del aire, para lo que fija distancias mínimas entre productos (10 cm), con paredes (30 cm), techo (50 cm), suelo (10 cm) y evaporadores (30 cm convección natural y 50 cm con ventilación forzada); además de prever espacio para inspección

4.- Equipos Autónomos (I)

**Domésticos:**

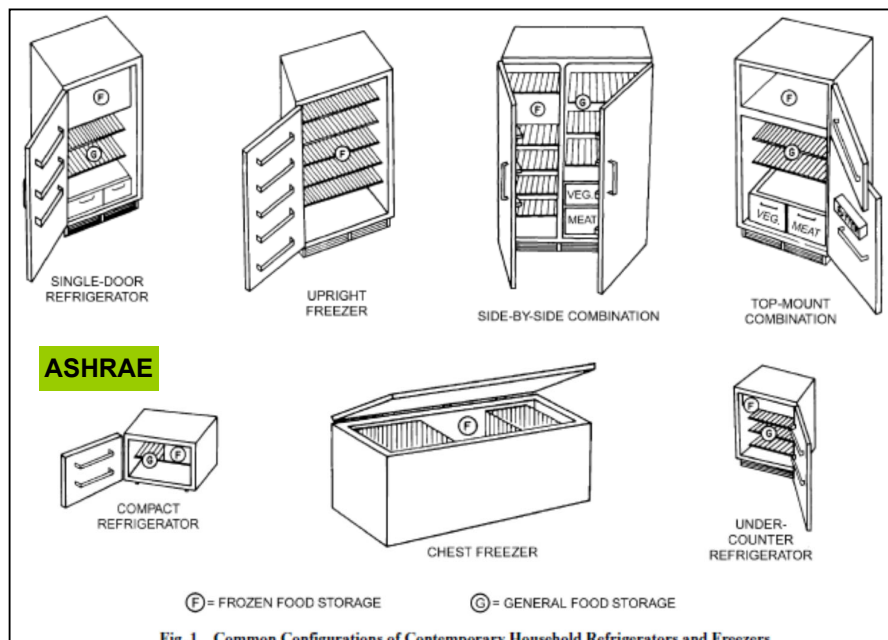


Fig. 1 Common Configurations of Contemporary Household Refrigerators and Freezers

4.- Equipos Autónomos (II)

Comerciales (I):

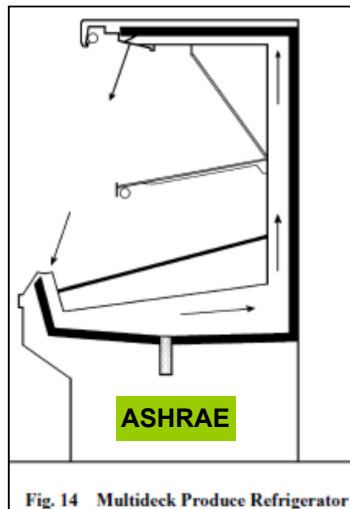


Fig. 14 Multideck Produce Refrigerator

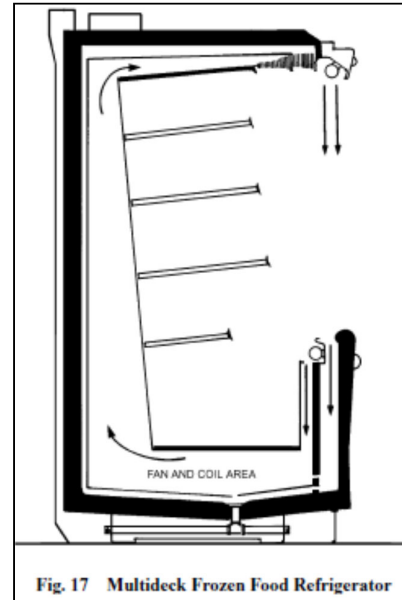


Fig. 17 Multideck Frozen Food Refrigerator

4.- Equipos Autónomos (III)

Comerciales (II):

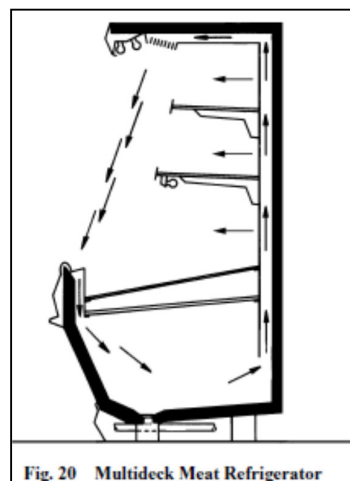


Fig. 20 Multideck Meat Refrigerator

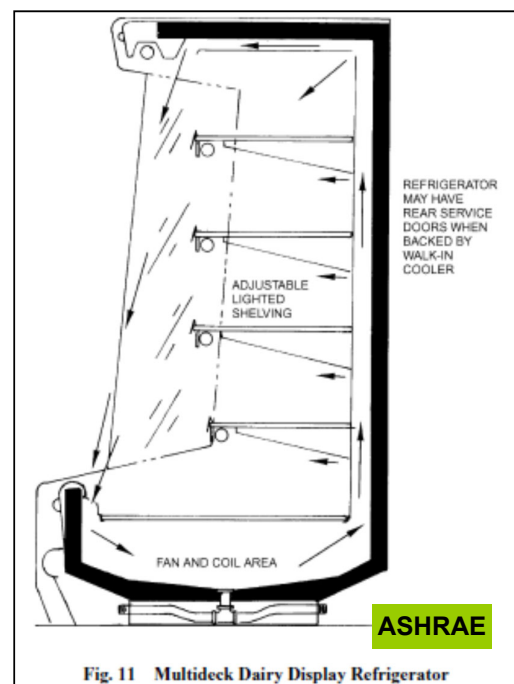


Fig. 11 Multideck Dairy Display Refrigerator

4.- Equipos Autónomos (IV)

Comerciales (III):

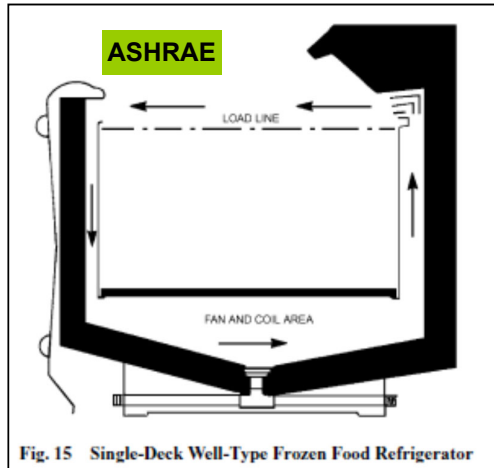


Fig. 15 Single-Deck Well-Type Frozen Food Refrigerator

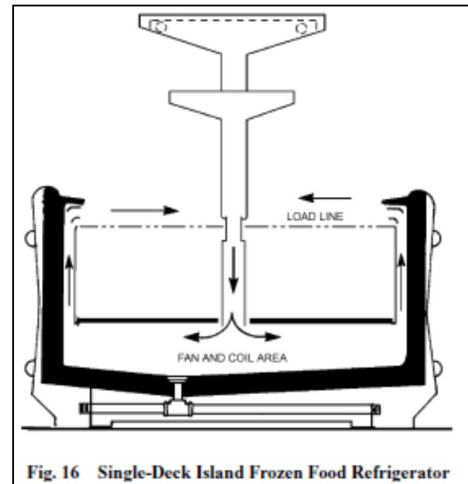


Fig. 16 Single-Deck Island Frozen Food Refrigerator

4.- Equipos Autónomos (V)

Comerciales (IV):

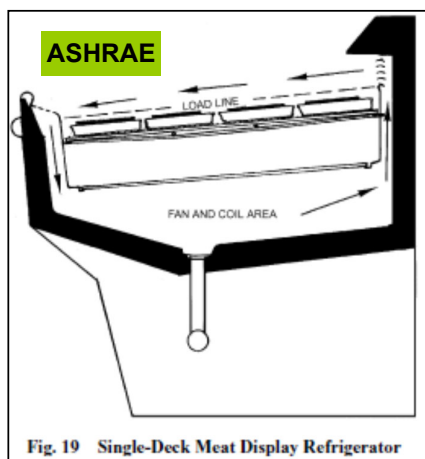


Fig. 19 Single-Deck Meat Display Refrigerator

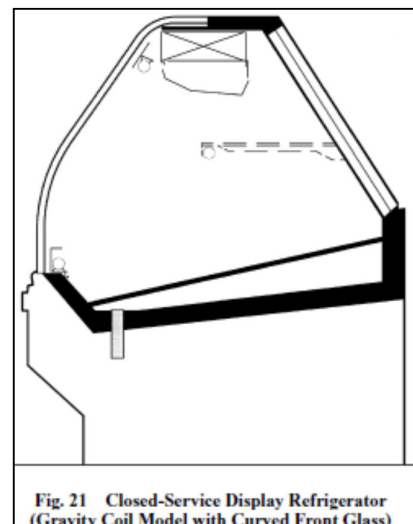


Fig. 21 Closed-Service Display Refrigerator (Gravity Coil Model with Curved Front Glass)

4.- Equipos Autónomos (VI)

Comerciales (V):

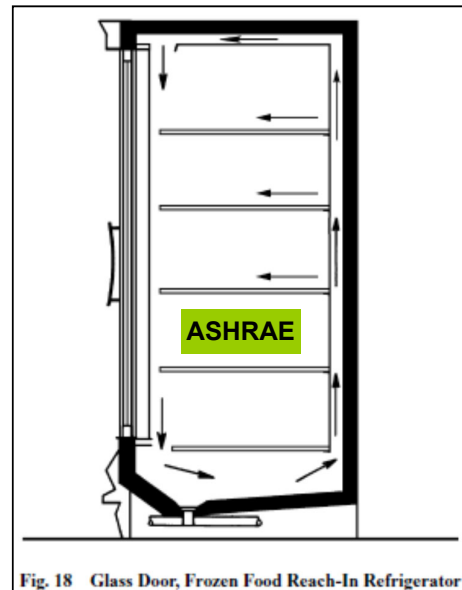


Fig. 18 Glass Door, Frozen Food Reach-In Refrigerator

4.- Equipos Autónomos (X)

Bajos Rendimientos

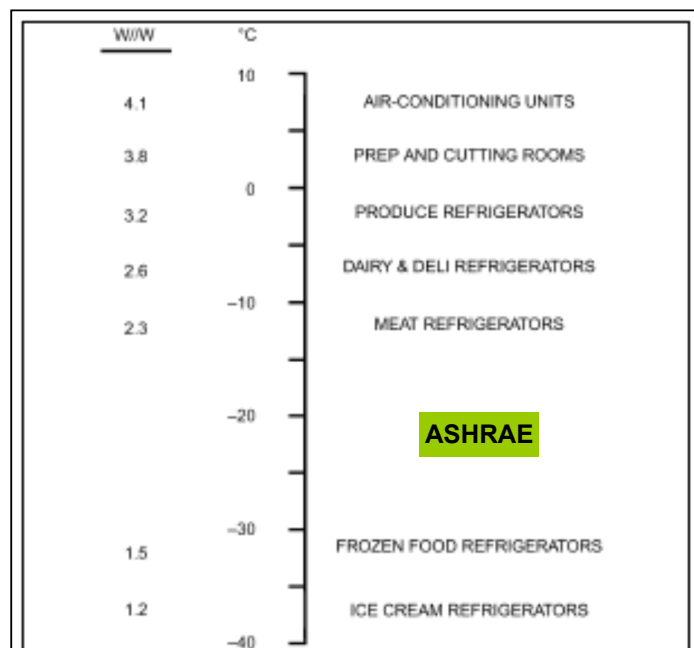


Fig. 22 Typical Single-Stage Compressor Efficiency



**5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (I)**

El tiempo de enfriamiento o congelación (y calentamiento o descongelación) puede ser determinante en las características del productos, especialmente en los alimentarios

El enfriamiento rápido reduce el metabolismo, reduciendo el envejecimiento y permite conservar las propiedades alimenticias

El enfriamiento seca el producto (pérdida de peso)

- Eficacia
- Tipo, dimensión y colocación del producto
  - Contacto producto con el medio refrigerante (envoltorio)
  - Diferencia de temperatura producto refrigerante
  - Velocidad de circulación del medio refrigerante
  - Distribución del producto en la cámara/túnel
  - Potencia cámara y cantidad de producto

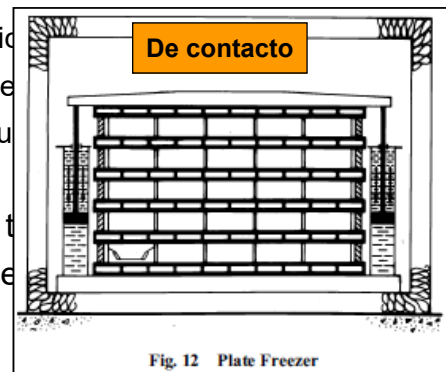
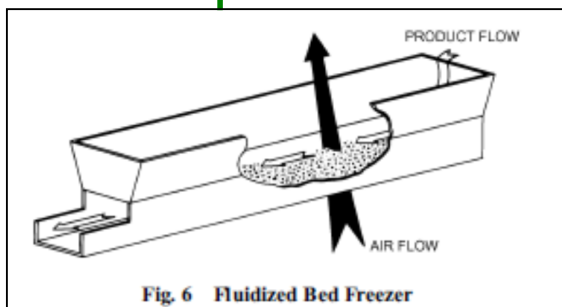
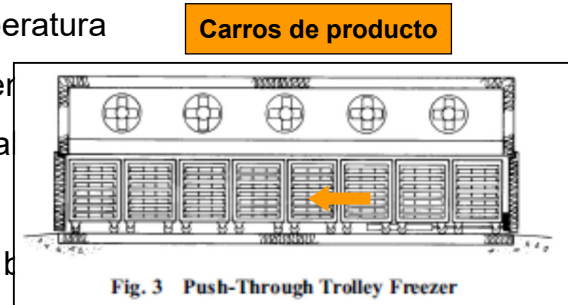
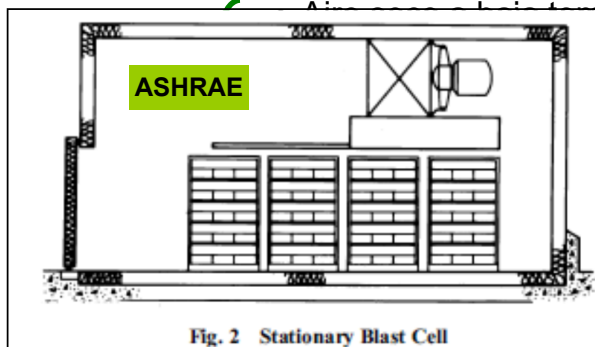
**5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (II)**

- Sistemas
- Aire seco a baja temperatura
  - Aire húmedo a baja temperatura
  - Inmersión en agua (salmuera) fría
  - Adición de hielo (escamas)
  - Evaporación de agua bajo vacío
    - Gasta poca energía
    - Requiere menos superficie
    - Produce gran pérdida de peso del producto
    - Da peor calidad al producto

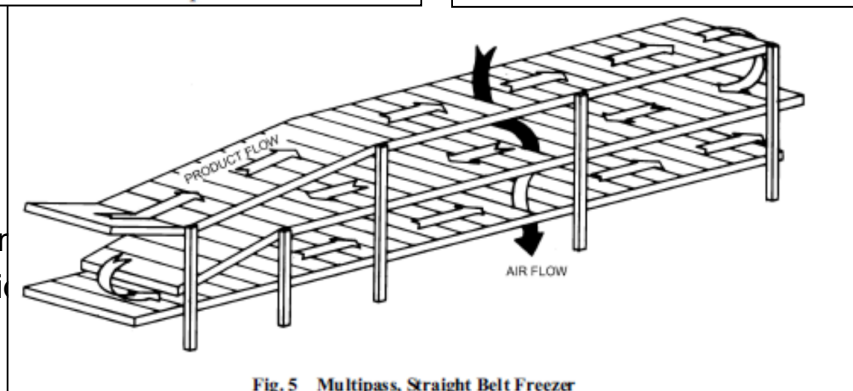
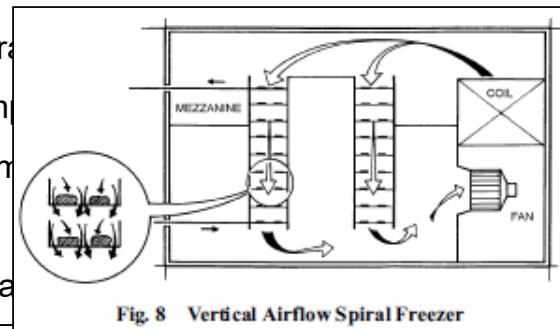
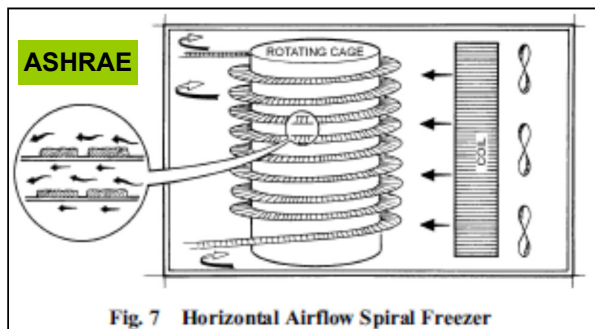
**Ultracongelación:**  
 $T^a < -18^{\circ}\text{C}$

Estos sistemas pueden llegar a reducir el tiempo de enfriamiento en 5 veces el conseguido en una cámara tradicional de almacenamiento

5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (II)



5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (II)



Estos sistemas consiguen

5 veces

**5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (III)**

**1 El estudio de viabilidad**

Al principio de su proyecto, querrá saber si la criogenia puede satisfacer sus necesidades y tener una estimación inicial de su presupuesto operativo antes de ir más allá.

El cálculo de sus necesidades de refrigeración se realiza de forma teórica a partir de los datos de la composición de su producto (contenido en agua, grasa y extracto seco). Con estos elementos, su proveedor de nitrógeno líquido estimará las cantidades de líquido criogénico necesarias, lo que le permitirá determinar el coste asociado.

**2 Recopilación de especificaciones**

Para fijar los objetivos del proyecto, tener un pliego de condiciones preciso ahorra el 50% del tiempo. Entre los criterios que intervienen en la elección de los equipos, los componentes de la instalación y el consumo de fluidos criogénicos, es necesario tener en cuenta las características del producto o productos, las temperaturas iniciales y finales deseadas, el perfil de producción (continuo, discontinuo), el entorno del equipo y las interfaces en la línea de producción.



**3 El dimensionamiento final presupuestado**

Es el momento de pasar al estudio técnico detallado, la elección final de los equipos, el cálculo del coste de la instalación y la estimación precisa del consumo. Es en esta fase cuando el proyecto adquiere una forma más concreta. Los especialistas en criogenia validarán la versión final del proyecto con usted, incluyendo pruebas en sus productos si es necesario.

El cálculo del coste incluye 3 partidas principales: el equipo de congelación elegido, el nitrógeno líquido y la instalación asociada (depósito, línea de transferencia, extracción de gas frío y dispositivos de seguridad asociados).

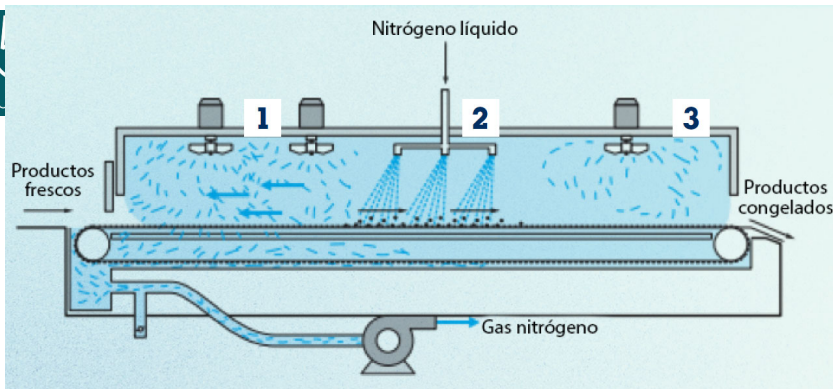
**4 Gestión completa de la instalación**

Ahora que su proyecto está bien establecido, puede ponerse en contacto con empresas especializadas cerca de usted. La elección de un profesional cercano a su ubicación garantizará un mantenimiento y un ajuste óptimo de los equipos: un ahorro de tiempo considerable.

En una instalación criogénica, todos los componentes están interconectados. Puede elegir profesionales independientes o, para asegurarse de que todo funciona correctamente, elegir un proveedor de servicios integrados que respete las normas técnicas y las buenas prácticas profesionales en criogenia.

**5 La aceptación y puesta en marcha del túnel de congelación**

En el caso de una instalación de congelación criogénica, se recomienda realizar pruebas de producción antes de firmar el acta de aceptación y recibir toda la documentación técnica de la instalación. La puesta en marcha de su línea de congelación es una operación crítica, su producto y su ritmo de producción tendrán que ser perfectos desde el principio.



**¿CÓMO FUNCIONA UN TÚNEL DE CONGELACIÓN CRIOGENICO DE NITRÓGENO LÍQUIDO?**

El funcionamiento de los túneles criogénicos es muy sencillo. El nitrógeno líquido se inyecta directamente en una cámara ventilada a una velocidad proporcional a las necesidades de refrigeración.

Una cinta transportadora lleva los productos a congelar a la cámara, donde se distinguen tres zonas:

**1 La zona de preenfriamiento** donde los productos absorben las frigorías aportadas por el nitrógeno gas que circula en contracorriente.

**2 Una zona de pulverización-convección** donde los productos absorben la mayor parte de las frigorías liberadas por el nitrógeno líquido.

**3 Una zona de estabilización** durante la cual las temperaturas del núcleo y de la superficie de los productos se equilibran parcialmente.

El nitrógeno líquido cambia de estado extrayendo energía de los productos tratados, lo que los enfría instantáneamente.

A continuación, el gas se extrae del túnel mediante un sistema de extracción activo.



**Bibliografía del Tema**

**ATECYR: Fundamentos de Refrigeración**  
o **Cap: 11**



**ASHRAE HANDBOOKS (CD`s)**  
**Refrigeration**

**Cámaras Frigoríficas y Túneles  
de Enfriamiento Rápido**  
*P. Melgarejo*



**Revista:**  
**Conxemar**