

### T6.- 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://personales.unican.es/renedoc/index.htm>  
Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

### T6.- 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 (I)

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 ( $T < 0^{\circ}\text{C}$ )
- {
- A T<sup>a</sup> (-4°C)
  - A T<sup>a</sup> (-10°C)
  - A T<sup>a</sup> (-18°C)
  - A T<sup>a</sup> (-70°C)

### 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
- 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**

| Type of Facility           | Temperature Range, °C | Thermal Resistance R, m <sup>2</sup> ·K/W |                                 |             |
|----------------------------|-----------------------|---|---------------------------------|-------------|
|                            |                       | Floors                                    | Walls/<br>Suspended<br>Ceilings | Roofs       |
| Cooler <sup>a</sup>        | 4 to 10               | Perimeter<br>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.

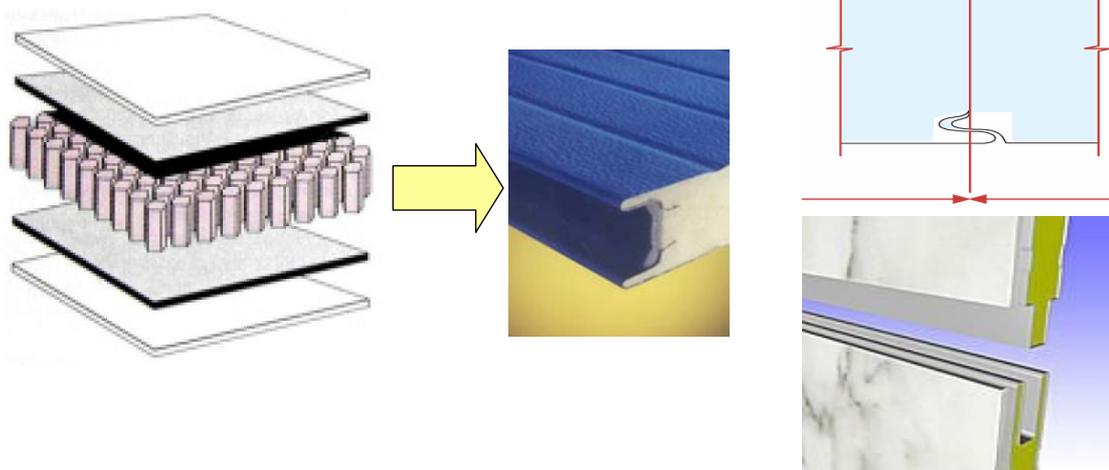
<sup>a</sup>If a cooler has the possibility of being converted to a freezer in the future, the owner should consider insulating the facility with the higher R-values from the freezer section.

<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

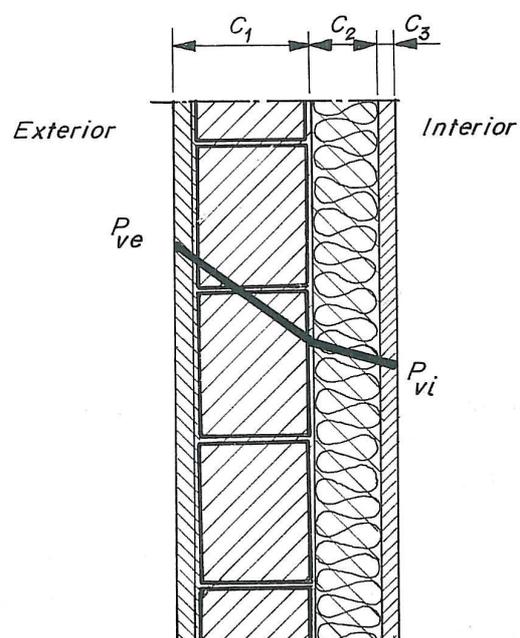


2.- Cámaras Frigoríficas (V)

Cuidado con los puentes térmicos

**Barrera Antivapor (I):**

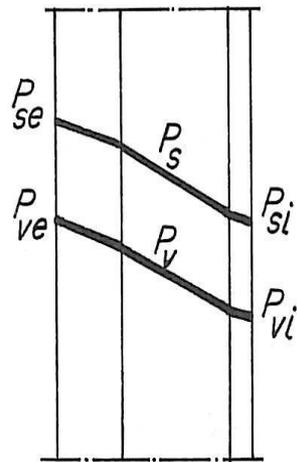
El vapor de agua se difunde desde los puntos de mayor a menor presión de vapor



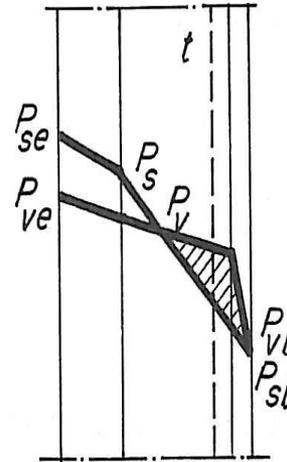
2.- Cámaras Frigoríficas (VI)

Cuidado con los puentes térmicos

**Barrera Antivapor (II):**



No hay condensaciones

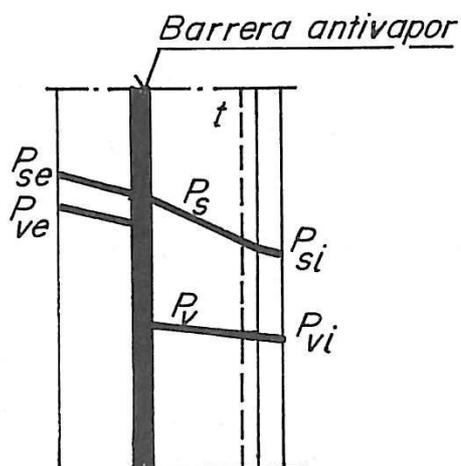


Hay condensaciones

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

### 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

### 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

**2.- Cámaras Frigoríficas (IX)**

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

**Aislante y Revestimientos:**

• Estructura interior, aislamiento exterior:

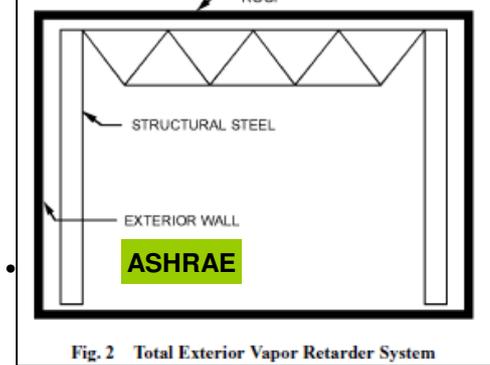


Fig. 2 Total Exterior Vapor Retarder System

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

T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser menos a baja T) y por lo tanto más cara para equipos térmicos (evaporadores, tuberías, ...) en las paredes, pero si en la cimentación

interior:

es en la cámara, todo el 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:

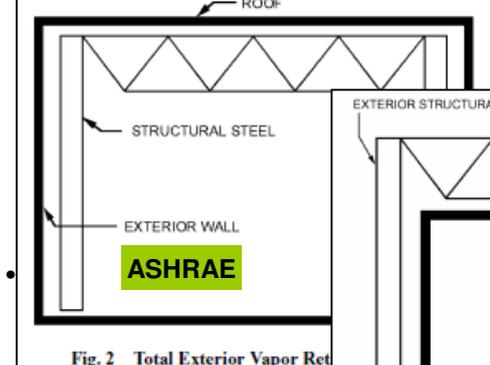


Fig. 2 Total Exterior Vapor Retarder System

- No hay insolación
- El aislamiento está

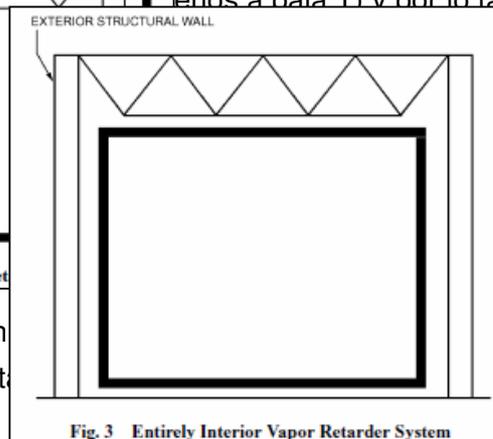


Fig. 3 Entirely Interior Vapor Retarder System

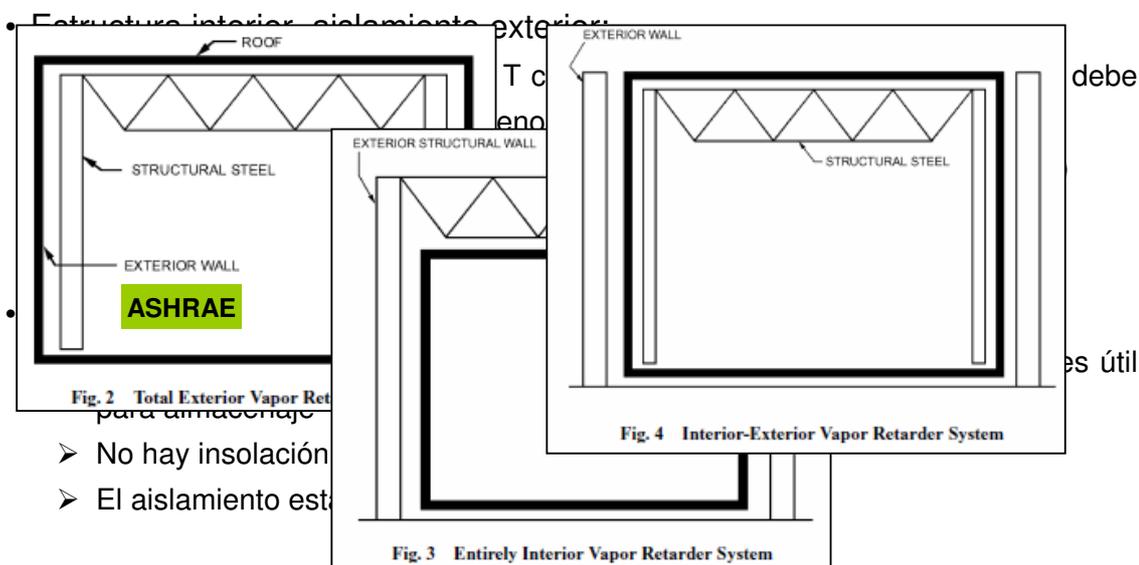
T cte, por lo que se deforma menos, pero debe ser menos a baja T) y por lo tanto más cara para equipos térmicos (evaporadores, tuberías, ...) en la cimentación

volumen aislado es útil

**2.- Cámaras Frigoríficas (IX)**

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

**Aislante y Revestimientos:**



- No hay insolación
- El aislamiento est

**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

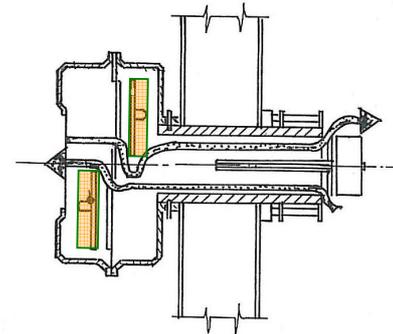
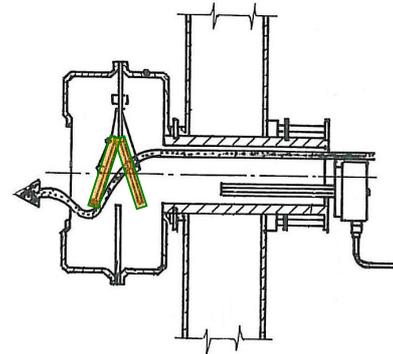
Deben abrir con desequilibrio de presiones mayor que 10 mm.c.a.  
En cámaras de T negativas deben tener un dispositivo anticongelación  
El primer enfriamiento se realiza con las puertas abiertas

**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°C cuando se realiza el primer enfriamiento desde una temperatura ambiente de 25°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 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

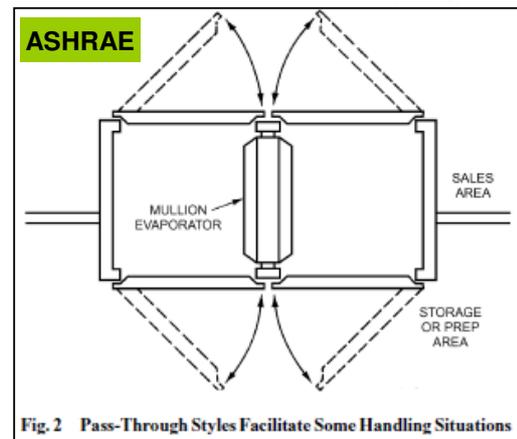
- Alarmas sonoras y luminosas
- Hacha de bombero junto a la puerta
- Alumbrado de emergencia
- ...

**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**



**2.- Cámaras Frigoríficas (XV)**

**Desagües:**

- Sifónicos
- Dotados de rejilla

**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 (XVI)**

***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



**2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)**

***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

**2.- Cámaras Frigoríficas (XVII)**

***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



en  
de

on

**2.- Cámaras Frigoríficas (XVIII)**

***Consideraciones Finales:***

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

Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, 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)

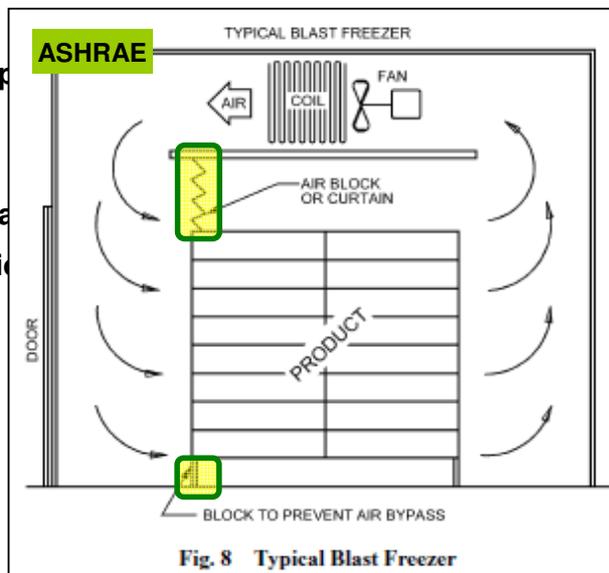
Hay que asegurar **buena circulación de aire** por toda la cámara a través de los productos

- Cuidado con el excesivo apilamiento de las mercancías
- La circulación 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 se puede totalmente ocupada
- La excesiva velocidad del a...
- Se deben evitar recirculaci...



3.- Almacenamiento de Productos (III)

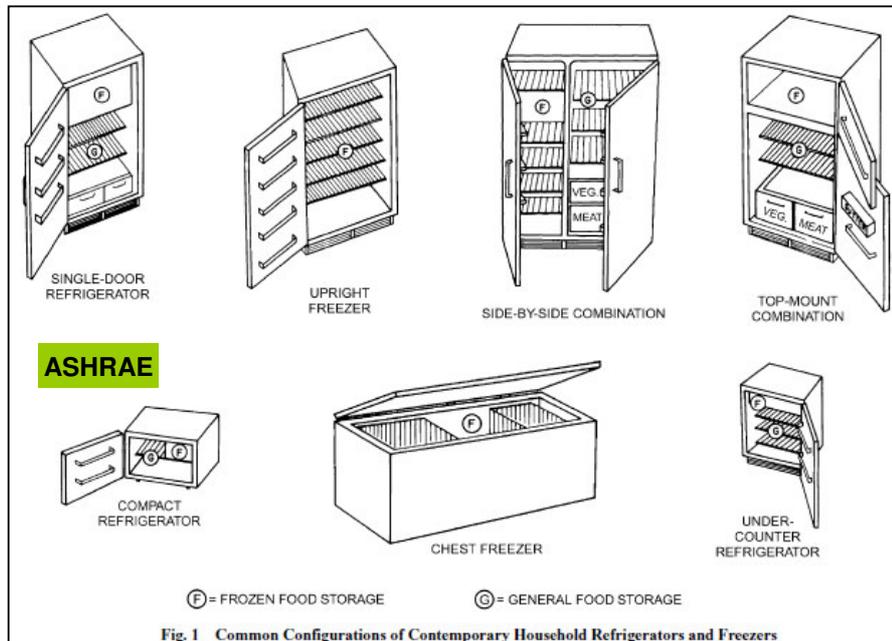
Las estanterías fijas son más baratas pero almacenan menos producto que las móviles

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

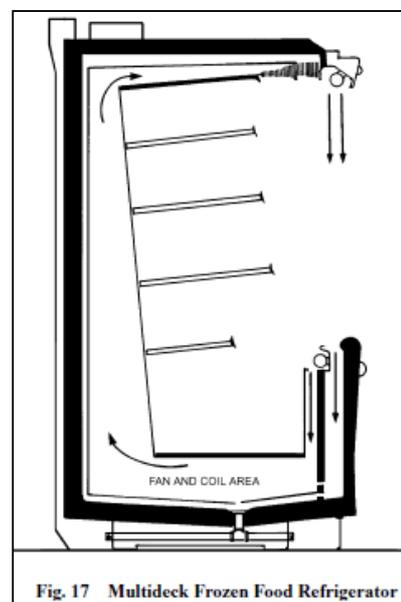
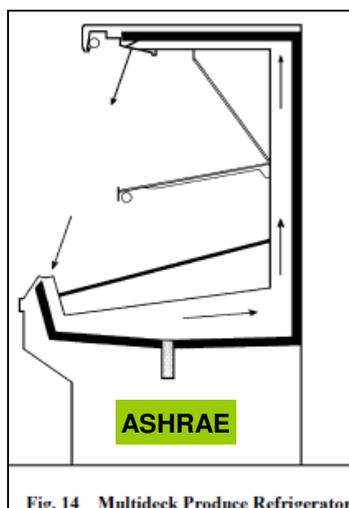
**4.- Equipos Autónomos (I)**

**Domésticos:**



**4.- Equipos Autónomos (II)**

**Comerciales (I):**



4.- Equipos Autónomos (III)

*Comerciales (II):*

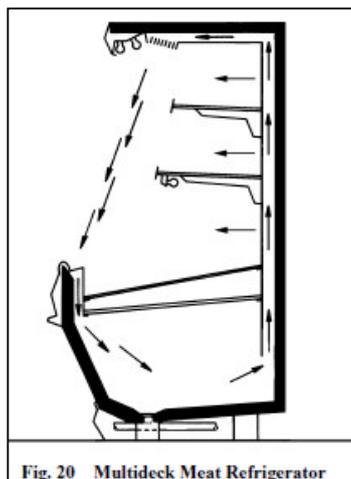


Fig. 20 Multideck Meat Refrigerator

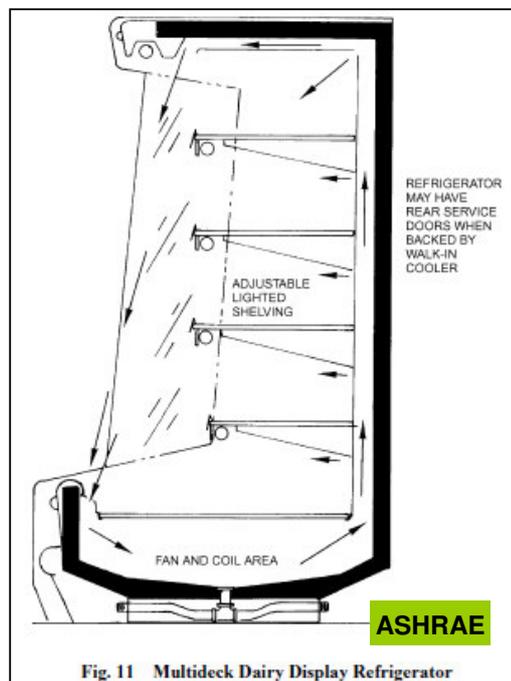


Fig. 11 Multideck Dairy Display Refrigerator

4.- Equipos Autónomos (IV)

*Comerciales (III):*

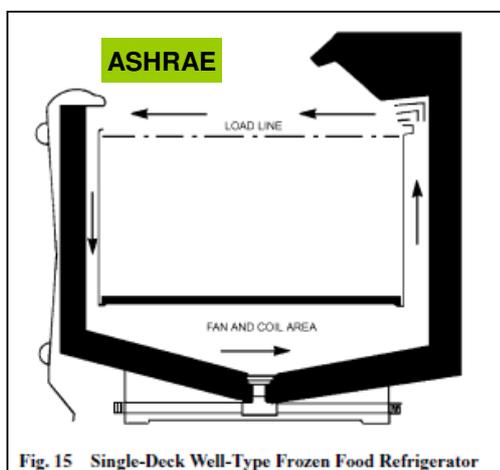


Fig. 15 Single-Deck Well-Type Frozen Food Refrigerator

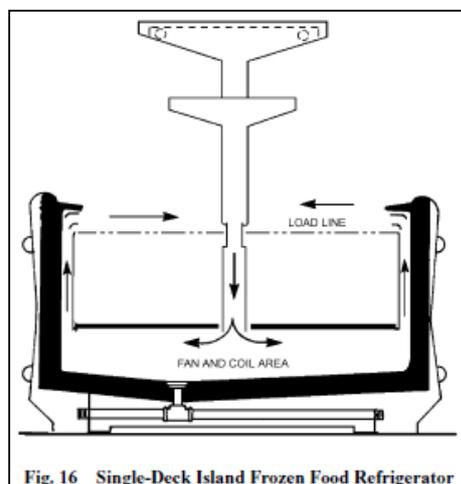
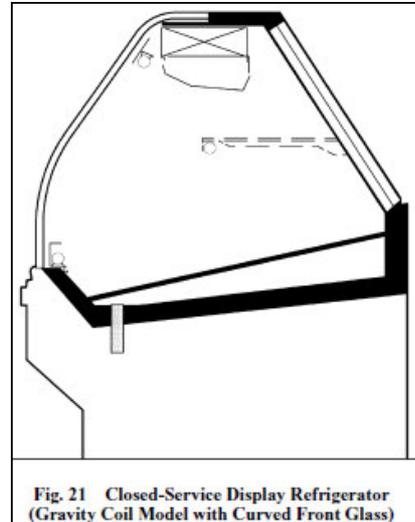
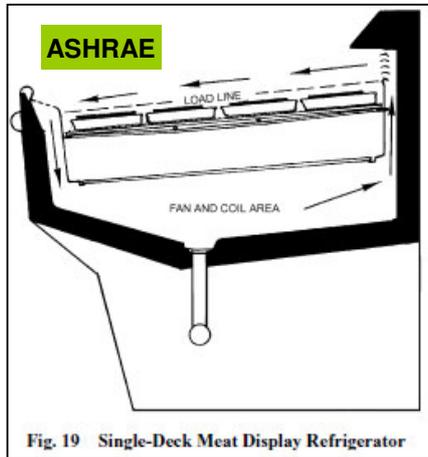


Fig. 16 Single-Deck Island Frozen Food Refrigerator

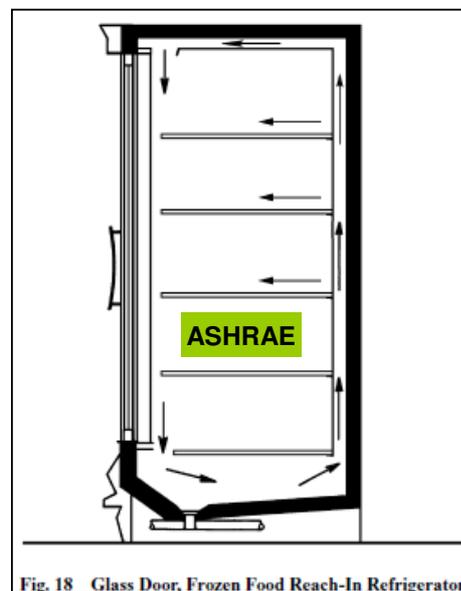
4.- Equipos Autónomos (V)

*Comerciales (IV):*



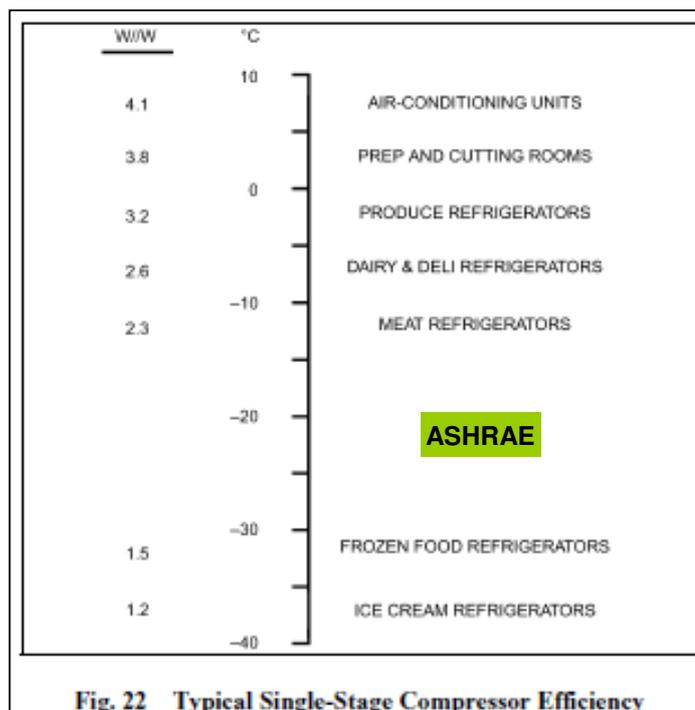
4.- Equipos Autónomos (VI)

*Comerciales (V):*



**4.- Equipos Autónomos (X)**

**Bajos Rendimientos**



**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)**

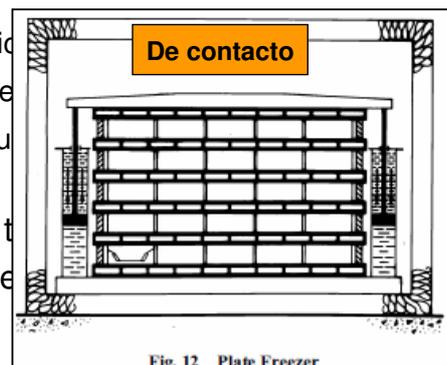
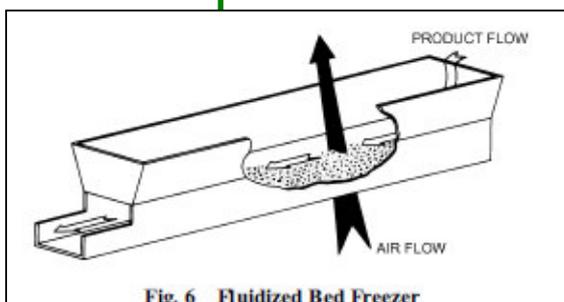
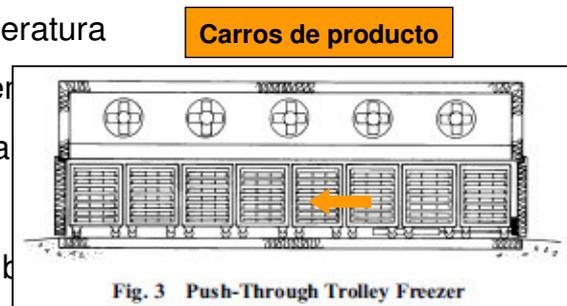
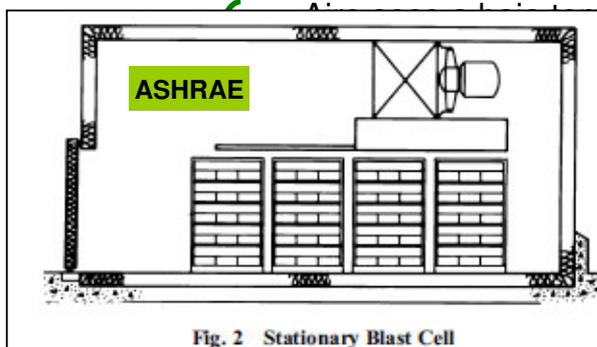
Sistemas

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

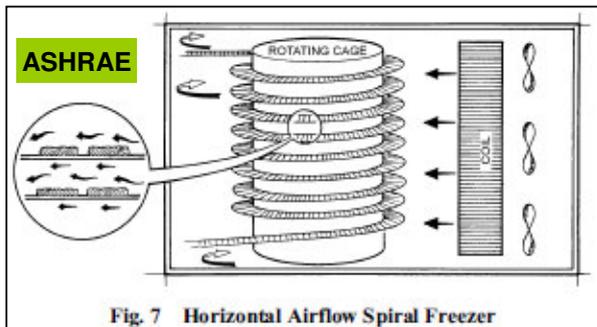
**Ultracongelación:**  
 $T^a < -18^{\circ}\text{C}$

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

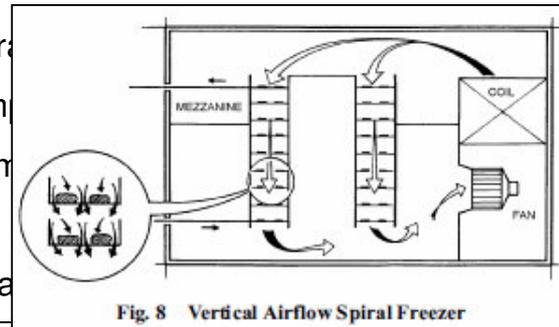
**5.- Túneles de Enfriamiento Rápido (II)**



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

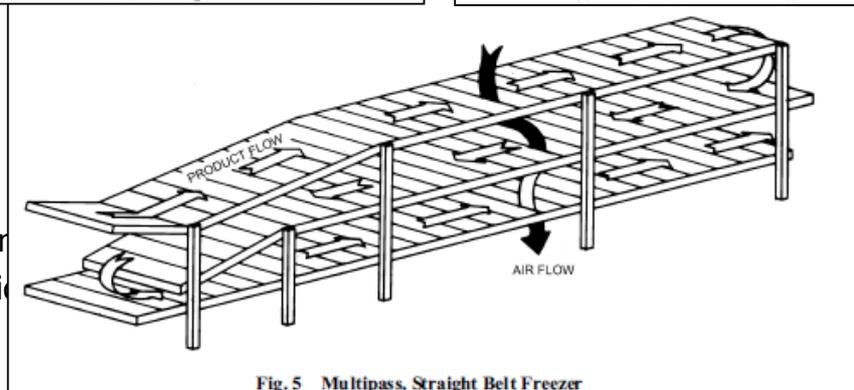


**Fig. 7 Horizontal Airflow Spiral Freezer**



**Fig. 8 Vertical Airflow Spiral Freezer**

Estos sistemas  
el conseguir

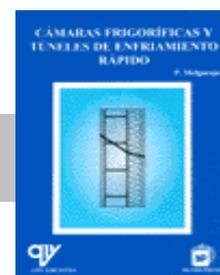


**Fig. 5 Multipass, Straight Belt Freezer**

5 veces

**Bibliografía del Tema**

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



**ASHRAE HANDBOOKS (CD`s)**  
**Refrigeration; Cap 12; Refrigeration Load**



**Revista:**  
**Conxemar**