

T.2.1.3d.- Transporte Frigorífico

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

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

- 1.- Introducción**
- 2.- Transporte Frigorífico**
- 3.- Transporte Terrestre**
- 4.- Transporte Aéreo**
- 5.- Transporte Marítimo**

1.- Introducción (I)

La **Cadena del Frío** es el conjunto de elementos, medios y actividades necesarios para garantizar la calidad de un producto refrigerado hasta su consumo/utilización por el usuario final

- Recolección
- Pre-tratamiento
- Almacenamiento frigorífico
- Transporte en vehículo especial
- Tratamiento en fábrica
- Almacenamiento frigorífico
- Transporte y distribución en vehículos
- Almacenamiento en centros de venta
- Colocación en expositores
- Transporte y almacenamiento en consumidor



1.- Introducción (II)

Si se rompe la cadena del frío se reanuda la actividad bacteriana y se deterioran los productos

La cadena del frío no se debe romper



Presenta debilidades en:

- Salida de fábrica
- Plataforma logística
- Puntos de venta
- En el consumidor



2.- Transporte Frigorífico (I)

El transporte es un **eslabón esencial de la cadena de frío**. Debe ser rápido, seguro y adaptable a las contingencias que puedan surgir

Los **costes logísticos** son determinantes para vender o no un producto

Se debe garantizar la conservación de la propiedades de los productos de forma continua y eficaz

Una buena elección y diseño del transporte frigorífico exige conocer las características de los productos a manipular

- Vegetales**
- Actividad respiratoria \Rightarrow Calor de respiración
 - Emiten CO_2 \Rightarrow Altera la atmósfera de la cámara; necesidad de ventilación
 - Transpiran \Rightarrow Pérdidas de agua de los productos
 - Maduran \Rightarrow Emisión de etileno o absorción de O_2

2.- Transporte Frigorífico (II)

Productos vegetales

| Productos | Tª de transporte (°C) | Límites de Tª (°C) | Tª de congelación (°C) | Circulación del aire | Duración de la vida de almacenamiento (días) | Tasa de producción de etileno | Sensibilidad al etileno |
|-----------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--|-------------------------------|-------------------------|
| Manzanas | 0 | -0,5/+2 | -1,5 | Elevada | Según variedad | Muy elevada | Elevada |
| Tomates | 7 | 7/10 | -0,5 | Elevada | 14 | Media | Elevada |
| Naranjas | 4,5 | 3/7 | -1/-0,5 | 1% de CO_2 | 40/50 | Muy débil | Media |
| Calabaza | 10 | 10/13 | -0,5 | Débil | 60/90 | Débil | Débil |
| Melocotón | -0,5 | -1/-0,5 | -1,5 | Media | 10 | Elevada | Elevada |
| Zanahoria | 0 | - 0,5/+0,5 | -1 | Débil | 70 | Muy débil | Débil |
| Uvas | -0,5 | -1/+0,5 | -1,5 | Elevada | 50/100 | Muy débil | Débil |
| Limonas | 10 | 5/16 | -1 | 1% de CO_2 | 80 | Muy débil | Media |

2.- Transporte Frigorífico (III)

Buen diseño y elección de transporte frigorífico:

- Mantenimiento de temperatura de la cámara próxima a la óptima
- Cálculo de la ventilación en función de las tasas de etileno emitidas
- Considerar la compatibilidad de olores entre productos
- Protección física de los envases

Debe cumplir los siguientes **requisitos:**

- Estado higiénico del transporte
- Condiciones salubres, no existencia de contaminantes
- Protección de los productos mediante embalajes adecuados
- Hermeticidad de la cámara para que conserve constante la temperatura
- Dimensiones normalizadas de la cámara favorecen almacenamiento
- Materiales de revestimiento óptimos

CONCIENCIACIÓN de TRANSPORTISTA e INSPECCIÓN

7

2.- Transporte Frigorífico (IV)

Circulación de Aire (I)

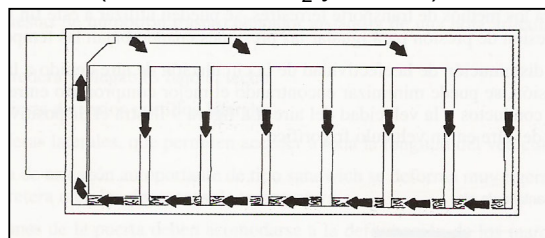
El aire del recinto es el encargado de:

- Absorber el calor exterior e interior, y del desescarchado...
- Mantener la humedad conveniente
- Evacuar los residuos del metabolismo de respiración

La circulación de aire debe ser homogénea y producir pérdidas de presión bajas

Puede ser a través de conductos

Puede ser preciso introducir renovación de aire (emisión de CO₂ y etileno)



8

2.- Transporte Frigorífico (V)

Circulación de Aire (II)

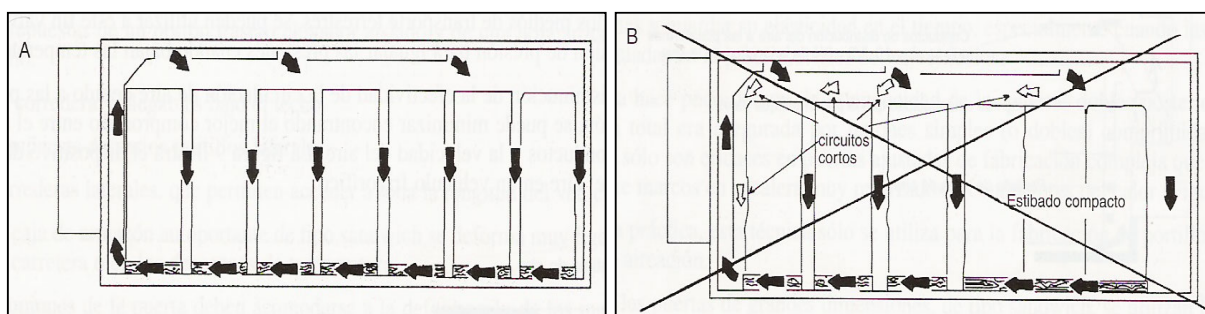
- Los transportes de larga duración de frutas y verduras (producen calor, humedad y gas), y para los productos a enfriar durante el transporte, los envases deben ser apilados para que el aire circule entre ellos
- Los transportes de mercancías que no desprenden calor (los envases no necesitan enfriamiento), los productos se apilan en cargas compactas, procurando mantener un espacio entre la carga, las paredes, el techo y el suelo del vehículo
- Cuando el aire circula de abajo a arriba, las unidades de carga son apiladas sobre dispositivos que permiten la circulación del aire a nivel del suelo
- Cuando el aire circula de arriba a abajo, las unidades de carga se apilan en palés acondicionados para permitir la circulación del aire entre la carga y el suelo del vehículo y su difusión en la carga
- En todos los casos, la altura de la carga debe ser limitada para no dificultar la circulación del aire al techo

9

2.- Transporte Frigorífico (VI)

Circulación de Aire (III)

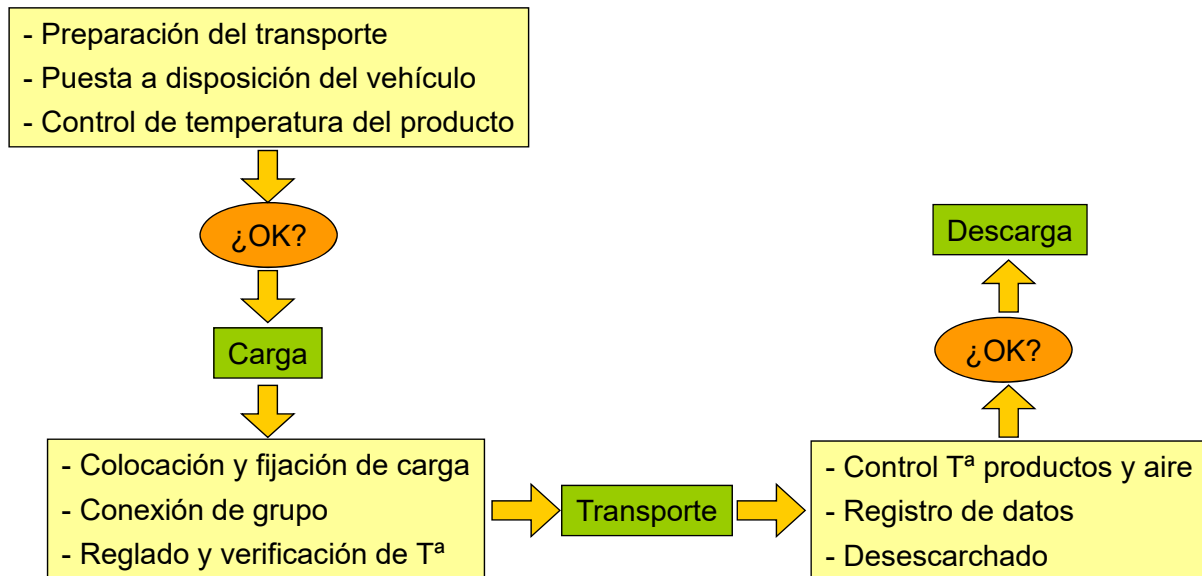
- Las pérdidas de presión a través de cargas paletizadas son en general débiles
- Un buen reparto del aire introducido y de retorno no es suficiente para asegurar una buena homogeneidad de la circulación del aire y por tanto de la temperatura
- Importante asegurar una pérdida de presión tan homogénea como sea posible



10

2.- Transporte Frigorífico (VII)

Procedimiento del Transporte



11

2.- Transporte Frigorífico (VIII)

Puntos Clave del Transporte (I)

Controles Previos a la Carga:

- Comprobar el buen estado del producto, manteniendo temperatura adecuada. Puede ser realizado por entidades certificadoras autorizadas
- Control de la instalación eléctrica
- Espacio de mercancías limpio y en buen estado
- Existencia de personal técnico de acompañamiento en caso necesario
- Arranque de la instalación frigorífica para comprobar su funcionamiento y puesta a régimen del transporte

Envasado:

- Protección física, ante riesgos exteriores
- Protección térmica, contra recalentamiento/enfriamiento
- Resistencia mecánica, para su manipulación
- Permita circulación de aire adecuada

12

2.- Transporte Frigorífico (IX)

Puntos Clave del Transporte (II)

Manipulación:

- Agrupación de envases \Rightarrow Unidades de Carga
- Mejora de su colocación y manipulación \Rightarrow Palé

Controles de carga:

- Funcionamiento de la instalación frigorífica
- Control de la instalación eléctrica
- Buen estado del interior de la cámara
- Formación técnica del personal

Interfases: operaciones de traslado de la carga de unos a otros recintos con temperatura controlada

- Transporte multimodal, entre diferentes medios
- Plataformas de agrupación y desagrupación, en una misma modalidad y con almacenamiento intermedio
- Cuidado con la exposición del producto a focos de calor

13

2.- Transporte Frigorífico (X)

Medio de Transporte Isotermo

Es aquel que la caja está construida con: paredes, suelo, techo y puertas aislantes, que permiten limitar los cambios de calor entre el interior y el exterior de la caja

En función del coeficiente global de transmisión térmica, se clasifican en:

- IN: Medio de transporte isotermo normal, caracterizado por un coeficiente igual o inferior a $0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- IR: Medio de transporte isotermo reforzado, caracterizado por un coeficiente igual o inferior a $0,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

14

2.- Transporte Frigorífico (X)***Medio de Transporte Isotermo******Medio de Transporte Refrigerado***

Es aquel medio de transporte isotermo que con la ayuda de una fuente de frío (hielo, nieve carbónica, ...) distinta de un equipo mecánico, permite bajar la temperatura en el interior de la caja vacía y mantenerla después para una temperatura media exterior de 30°C:

- A 7°C máximo para la clase A
- A -10°C máximo para la clase B
- A -20°C máximo para la clase C

2.- Transporte Frigorífico (X)***Medio de Transporte Isotermo******Medio de Transporte Refrigerado******Medio de Transporte Frigorífico***

Es aquel medio de transporte isotermo provisto de un dispositivo de producción de frío individual o colectivo para varias cajas



2.- Transporte Frigorífico (XI)

Aislamiento y Estanqueidad

Aislamiento de la cámara debe de impedir la entrada de calor en la cámara, tiene gran influencia en el rendimiento de la cámara

- Materiales aislantes: Poliuretano, poliestireno, cloruro de vinilo
- Paneles sándwich, que son: rígidos y ligeros (empleados en carrocerías)

Se debe garantizar la estanqueidad, incluidas las puertas

Debe conservar su elasticidad y propiedades con el tiempo

2.- Transporte Frigorífico (XII)

Normativa y legislación transporte frigorífico

Transporte terrestre

- Real Decreto 2483/1986, 14 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones Generales de Transporte Terrestre de alimentos y productos alimentarios a temperatura regulada
- Acuerdos ATP relativo a los Transportes Internacionales de Productos Perecederos y a los Medios de Transporte a utilizar, concluido por el Comité de Transportes Interiores de la Comisión Económica para Europa, del 1 de septiembre de 1970

Transporte marítimo

Ley de 22 de diciembre de 1949 del Transporte Marítimo

Transporte aéreo

Normativa de IATA Y ICAO, acerca del Transporte Aéreo

2.- Transporte Frigorífico (XIII)

Relaciones Contractuales entre: Ordenante, Transportista y Destinatario

Delimitación de responsabilidades

Los datos de los responsables y carga ⇒ Manifiesto

Transporte terrestre

- Ferrocarril ⇒ Reglas impuestas por la Unión de Ferrocarriles
- Carretera ⇒ Regidos por Reglamentación Nacional

Transporte marítimo

- Contrato de flete ⇒ Alquiler del buque
- Contrato de transporte ⇒ Compromiso de transporte

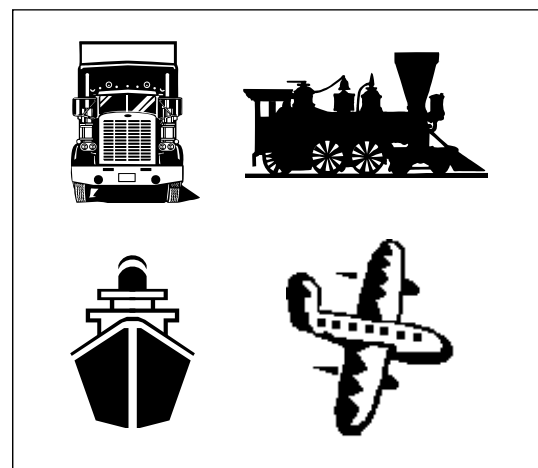
Transporte aéreo

- Carta de transporte aéreo ⇒ Carácter no negociable, dictada por Organizaciones o Asociaciones Internacionales

2.- Transporte Frigorífico (XIV)

Requisitos del transporte frigorífico

- Limpieza del transporte con desinfectantes diluidos en agua caliente
- Condiciones salubres
- Protección de los productos
- Fijaciones de los productos
- Hermeticidad de la cámara
- Dimensiones normalizadas de la cámara
- Materiales de revestimiento óptimos
- Ojo al desescarche de la cámara
(eliminación del condensado)



2.- Transporte Frigorífico (XV)

Embalaje de los Productos

- Protección física del contenido ante riesgos exteriores
- Resistencia mecánica que permita el apilamiento y manipulación mecanizada
- Protección térmica, que evite los recalentamientos o enfriamientos durante interfases
- No impedir la circulación del aire
- Favorecer una manipulación rápida de grandes cantidades de productos

2.- Transporte Frigorífico (XVI)

Unidades de Carga (I)

La manipulación rápida de grandes cargas exige la normalización de los embalajes o unidades de carga

Las unidades de carga más extendidas en el transporte de grandes cantidades son los palés y los contenedores



2.- Transporte Frigorífico (XVII)

Unidades de Carga (II)

Palés

Dimensiones normalizadas

- Europeo: 1.200 x 800 mm
- Internacional: 1.200 x 1.000 mm



ISO 6780
ISO 3394
ISO 3676

Envoltorio con bandas, colas, o películas de envolver

Distribución de palés (CHEP, etc)



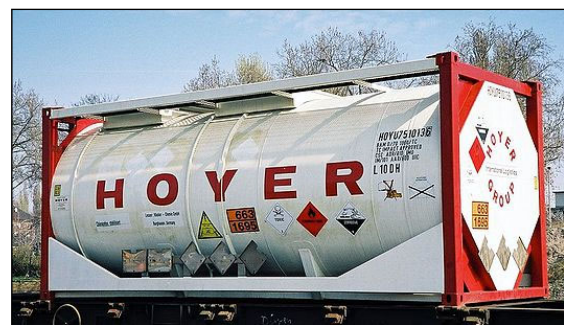
2.- Transporte Frigorífico (XVIII)

Unidades de Carga (III)

Contenedores

Dimensiones normalizadas

- Anchura: 8 pies (2,44 m)
- Altura: 8 pies y 6 pulgadas (2,59 m) ó 9 pies y 6 pulgadas (2,90 m)
- Longitud: 8, 10, 20, 40, 45, 48, 53 pies



2.- Transporte Frigorífico (XIX)

Unidades de Carga (IV)

Contenedores "Reefer"

Cuentan con un sistema de producción y conservación de frío o calor y termostato

Deben ir conectados a un generador eléctrico externo; suelen funcionar bajo corriente trifásica



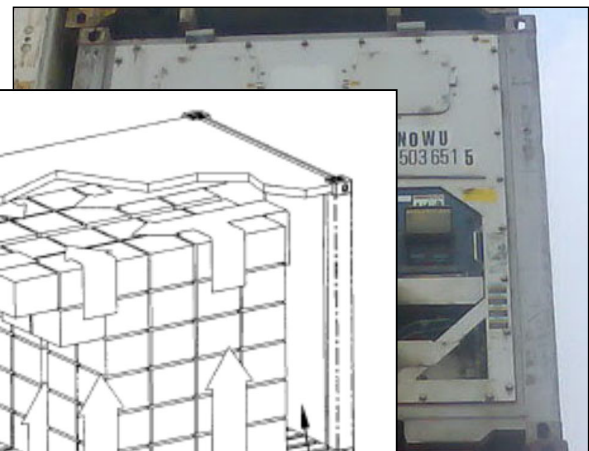
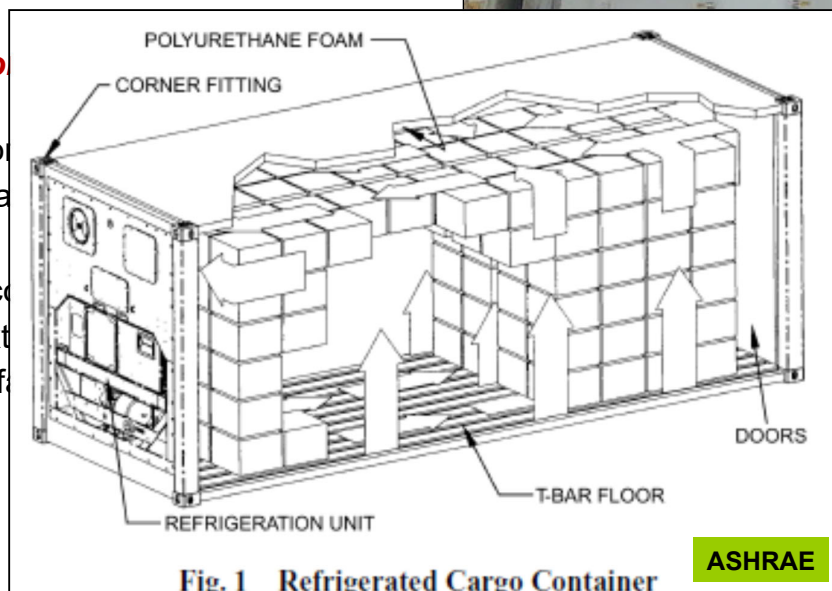
2.- Transporte Frigorífico (XIX)

Unidades de Carga (IV)

Contenedores

Cuentan con un sistema de producción y conservación de frío o calor y termostato

Deben ir conectados a un generador eléctrico externo; suelen funcionar bajo corriente trifásica



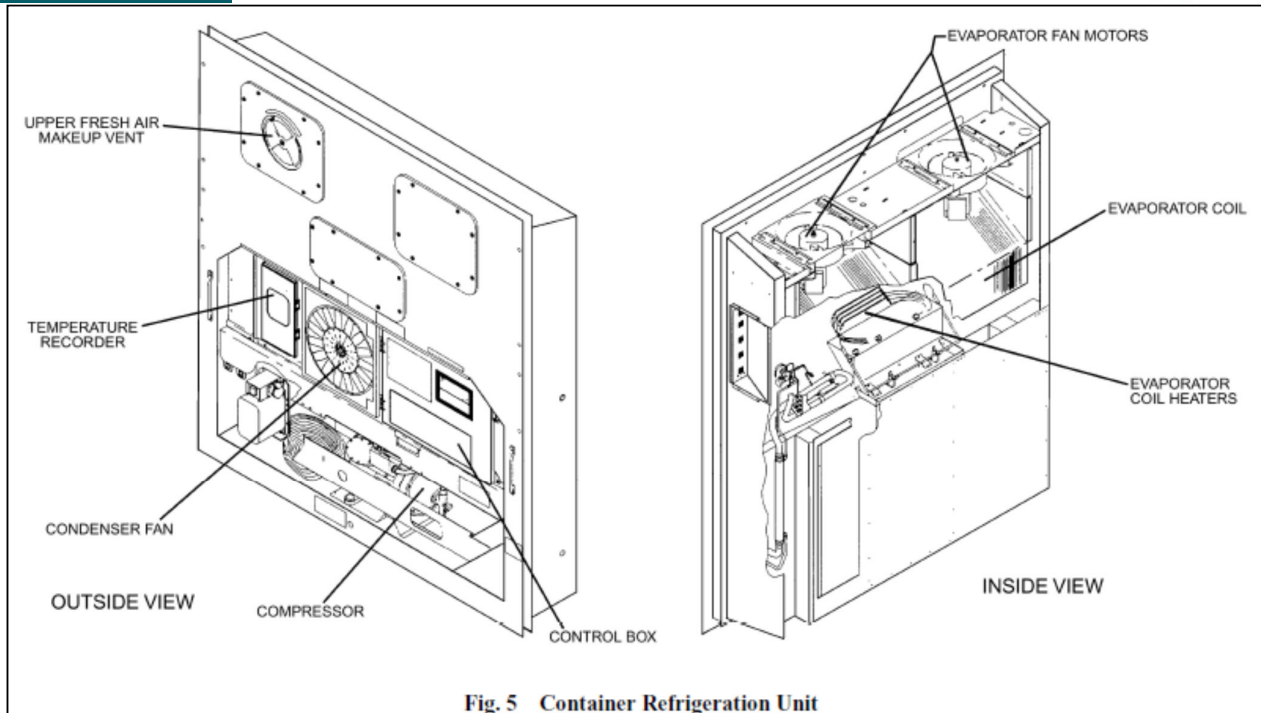


Fig. 5 Container Refrigeration Unit

Fig. 1 Refrigerated Cargo Container

ASHRAE

3.- Transporte Terrestre (I)

- Cubierto por ferrocarriles y vehículos rodados
- Medio más flexible logísticamente
- Abarca transporte a larga y corta distancia

Larga Distancia

Se deben garantizar 1000 h de funcionamiento sin mantenimiento
Reservas de combustible para una semana o presencia de grupos de socorro

Corta Distancia

Deben soportar duraciones de viaje de 3 días o distancias menores de 2000 km
Cubrir zonas muy equipadas con medios de socorro o redes de almacenes frigoríficos

Carretera

- Caja isoterma de paneles sándwich
- Refrigeración previa a la carga
- Considerar número de aperturas de las puertas

Ferrocarril

- Disposición de carga sobre palé
- Con ventilación forzada

3.- Transporte Terrestre (II)

Transporte Terrestre por Carretera (I)

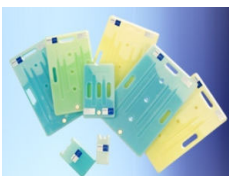
- Es la forma más flexible de productos perecederos a corta y media distancia
- Se recomienda refrigeración del vehículo vacío previo a la carga
- El sistema de generación de frío debe mantener la carga a la temperatura requerida soportando las aperturas de las puertas
- En ciudad deben ser respetados los límites de ruido
- El personal del vehículo debe estar cualificado
- Los vehículos disponen de una caja isotérmica construida por paneles sándwich
- Diferentes tipos de transporte por carretera según el sistema de producción de frío

29

3.- Transporte Terrestre (III)

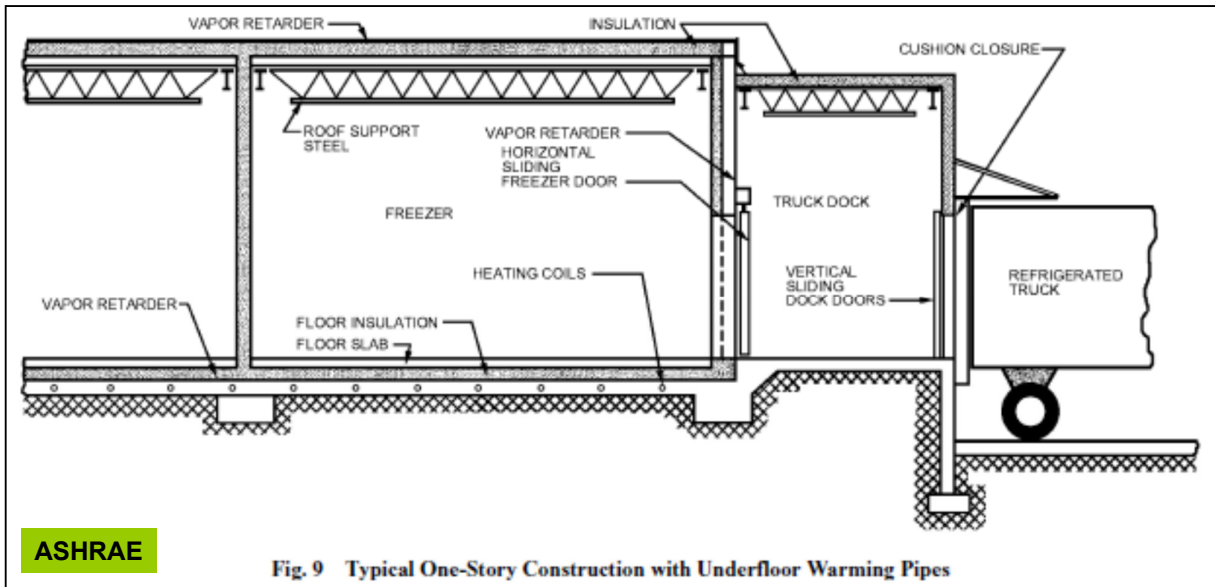
Transporte Terrestre por Carretera (II)

- Vehículos frigoríficos:
 - Contenedor frigorífico y con grupo de compresor autónomo o dependiente
 - Contenedor isoterma desmontable
- Equipos con fuente externa de frío
 - Hielo hídrico como refrigerante
- Equipos con placas eutécticas
 - Placas eutécticas se congelan al conectar el equipo a la red
 - En el transporte conservan la temperatura



30

3.- Transporte Terrestre (III)

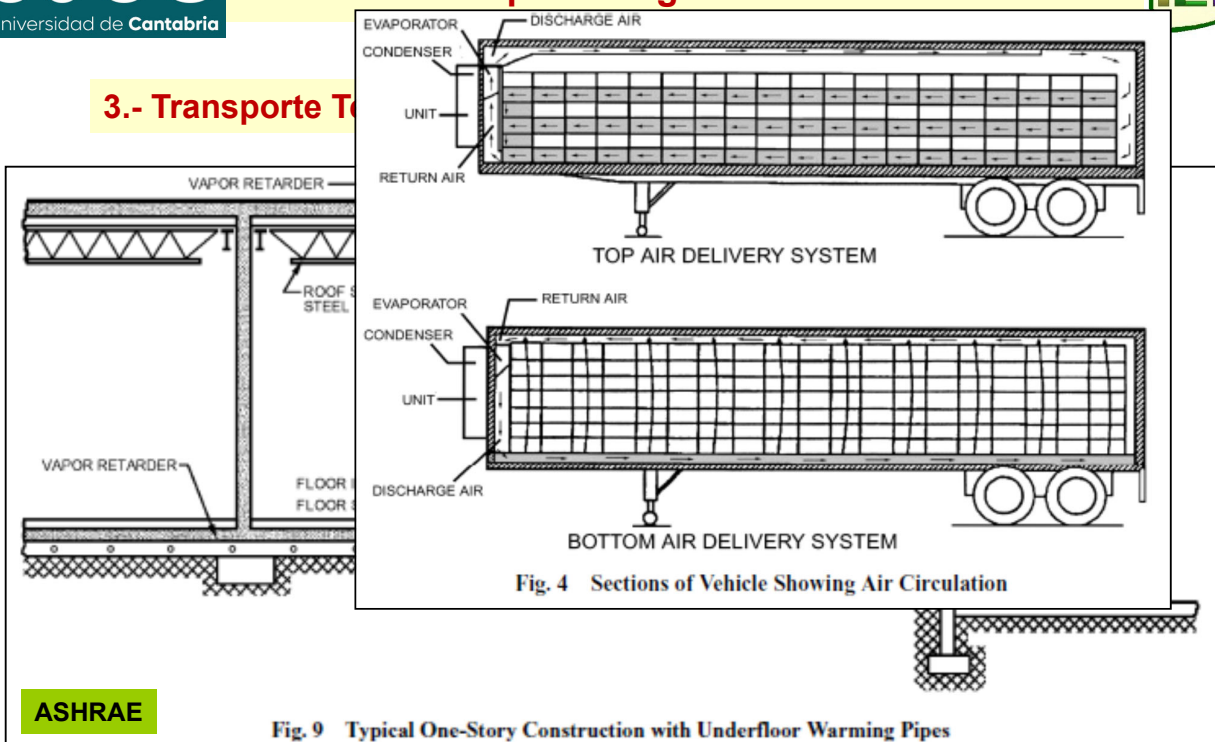


ASHRAE

Fig. 9 Typical One-Story Construction with Underfloor Warming Pipes



3.- Transporte T

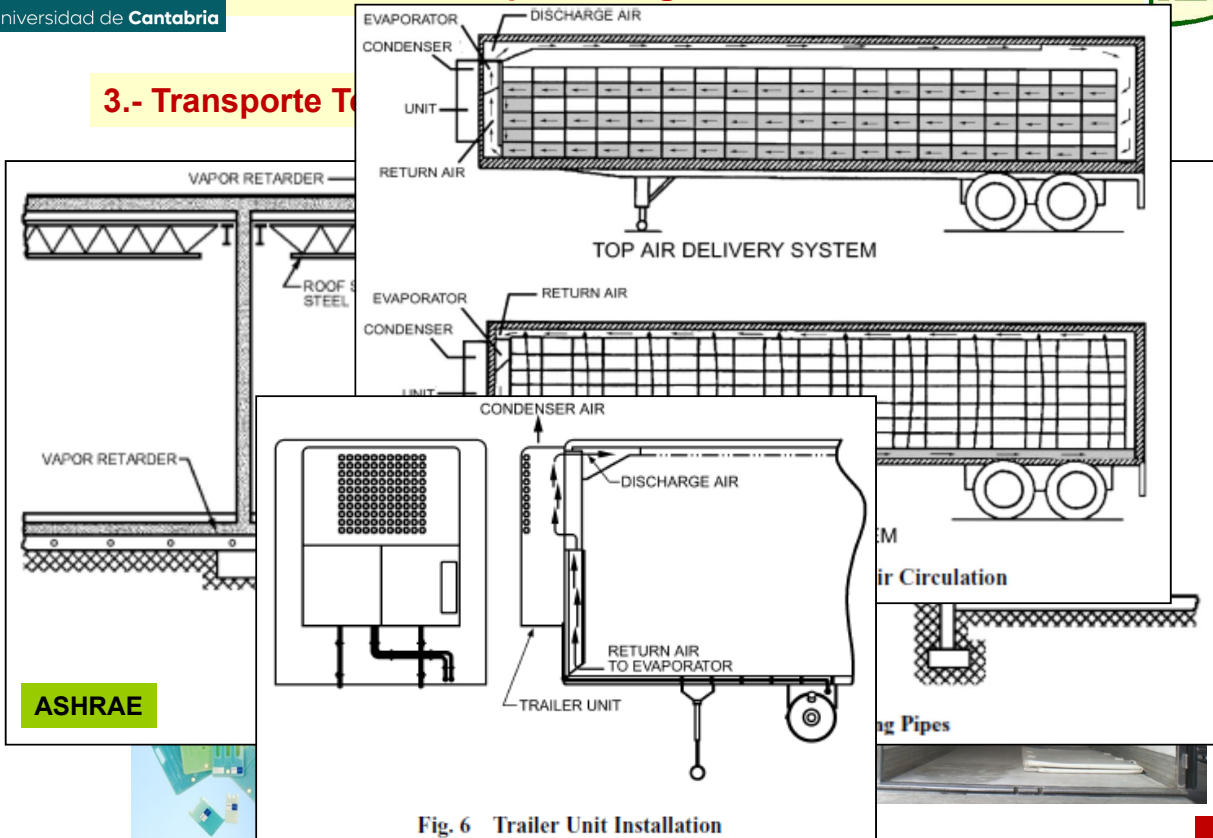


ASHRAE

Fig. 9 Typical One-Story Construction with Underfloor Warming Pipes



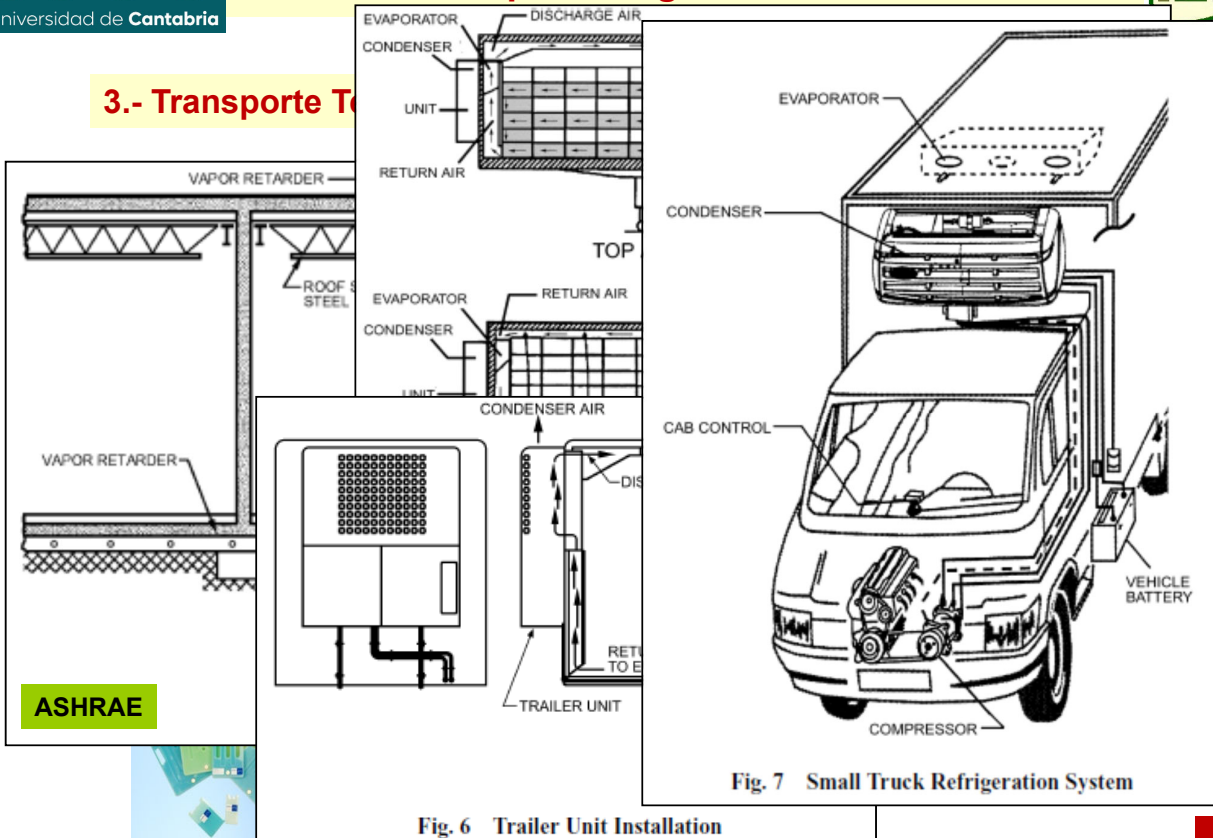
3.- Transporte T



ASHRAE

Fig. 6 Trailer Unit Installation

3.- Transporte T



ASHRAE

Fig. 7 Small Truck Refrigeration System

Fig. 6 Trailer Unit Installation

3.- Transporte Terrestre (III)

Transporte Terrestre por Ferrocarril (I)

- Se emplea en recorridos que exceden los 300 km y duración 2 días
- Existen las siguientes variedades:
 - Vagones con grupos electrógenos
 - Vagones con grupo motor térmico
 - Vagones isotermos, sin maquinaria, simplemente aislados
 - Vagones refrigerantes a base de hielo o nitrógeno
 - Unidad multimodal carretera/tren

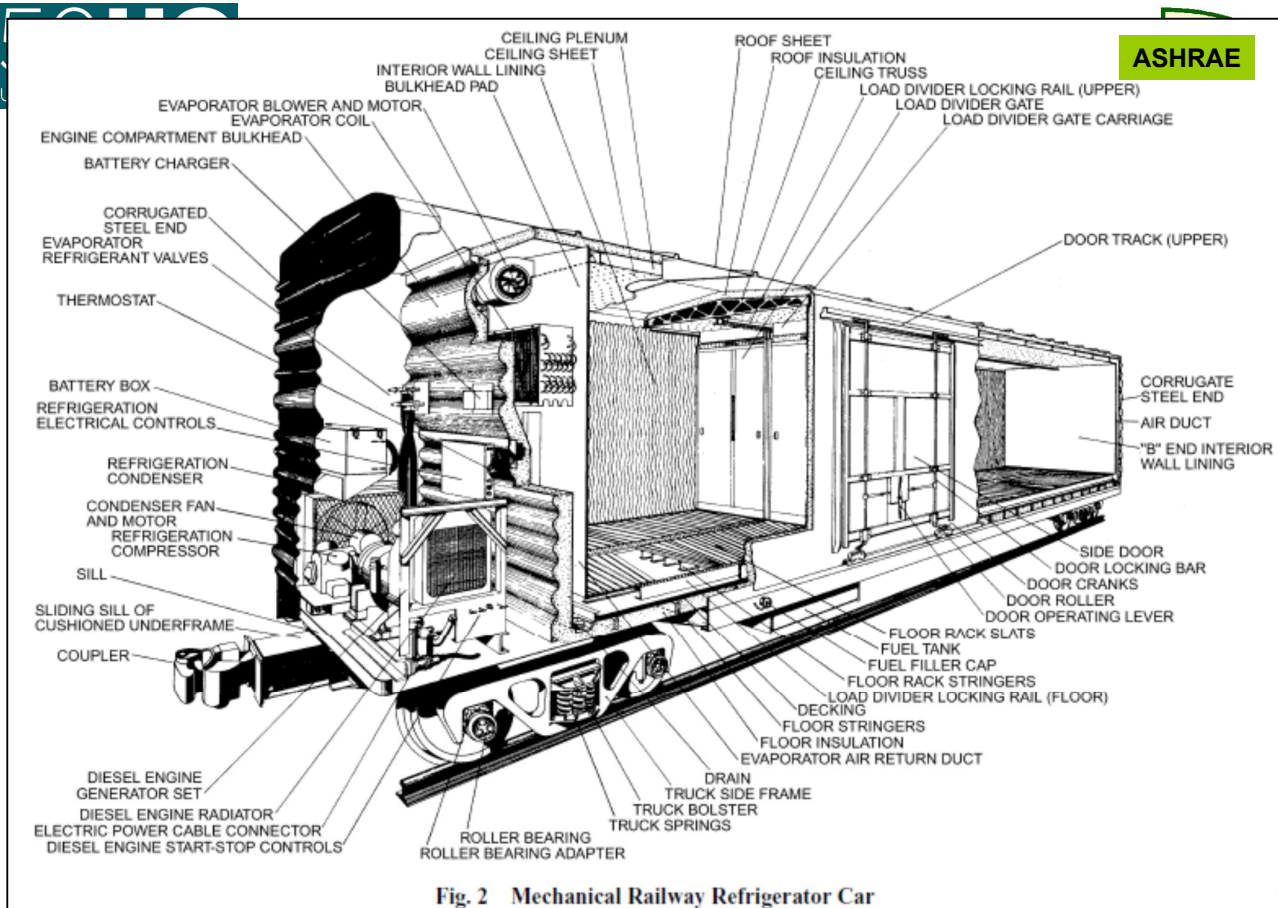


Fig. 2 Mechanical Railway Refrigerator Car

4.- Transporte Marítimo (I)

Es la forma más económica de transporte de productos perecederos de larga distancia

Hay que tener cuidado con la colocación de la carga

Se puede realizar mediante buques frigoríficos o con contenedores



37

4.- Transporte Marítimo (II)

Buques Frigoríficos

- Puertos con pocos medios
- Métodos de carga determinan el manejo
- Cuentan con:
 - Instalaciones de producción de frío en varias centrales
 - Aislamiento de las calas
 - Circulación de aire para homogeneizar la temperatura
 - Separación de mercancías por incompatibilidad de productos
 - Atmósferas especiales pueden mejorar la conservación
 - Tele control y regulación de T^a



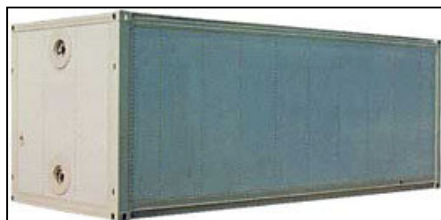
- Los buques de manejo vertical tienen escotillas (cubierta)
- Los de manejo horizontal tienen aperturas laterales
- Los mixtos usan ambos sistemas
- Buques para material rodante (garaje para vehículos frigoríficos)

38

4.- Transporte Marítimo (III)

Buques Contenedores

- Transportan la mayor parte de los contenedores utilizados en transporte frigorífico
- Los contenedores frigoríficos se colocan preferentemente en parte central del puente.
- Los contenedores pueden ser:
 - Con grupo diesel eléctrico
 - Isotermos con tomas eléctricas



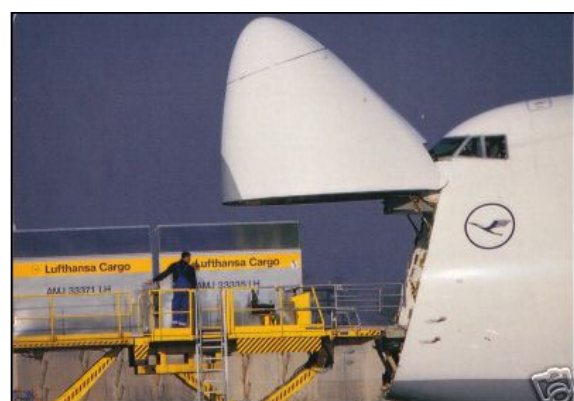
5.- Transporte Aéreo (I)

Comúnmente empleado para transporte de productos del mar altamente perecederos, carnes, lácteos, frutas, hortalizas, flores, órganos humanos, productos farmacéuticos y químicos

Su combinación con transporte por mar-tierra permite reducir un 75% duración del trayecto por vía terrestre o marítima y rebajar los costes

Existen dos categorías de vuelos:

- Vuelos de pasajeros o "combi", para pasajeros y flete
- Vuelos de cargo. Únicamente destinado al flete



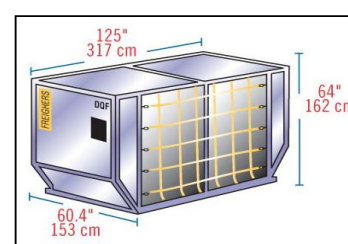
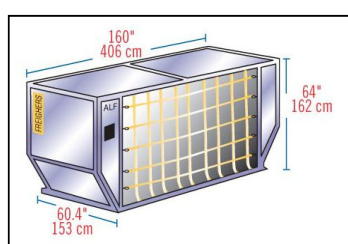
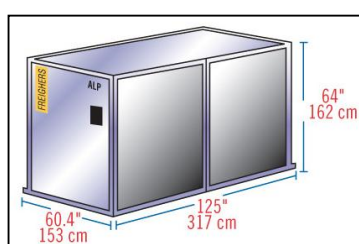
5.- Transporte Aéreo (I)

| Tipo | Bodegas | Volumen (m³) | Carga máx (kg) | Dim. Puerta entrada (cm) |
|-----------------------|------------------|--------------|----------------|--------------------------|
| Boeing 747M Combi | Puente principal | 259 | 41.500 | 340x305 |
| | Bodega delantera | 63 | 25.175 | 264 x 168 |
| | Bodega trasera | 21 | 9.250 | 264 x 168 |
| | Bodega a granel | 36 | 10.280 | 112 x 119 |
| Boeing 747B Pasajeros | Bodega delantera | 63 | 25.175 | 264 x 168 |
| | Bodega trasera | 21 | 9.250 | 264 x 168 |
| | Bodega a granel | 28 | 10.280 | 112 x 119 |
| Boeing 747F Cargo | Puente principal | 460 | 94.000 | 340 x 244 (delantera) |
| | Puente inferior | 90 | - | 320 x 300 (lateral) |

5.- Transporte Aéreo (II)

Los tipos de carga empleados son:

- Unidades de carga (ULD)
- Palés aéreos
- Adaptación de contenedores convencionales al perfil del avión



5.- Transporte Aéreo (III)

Necesidad de servicios en tierra

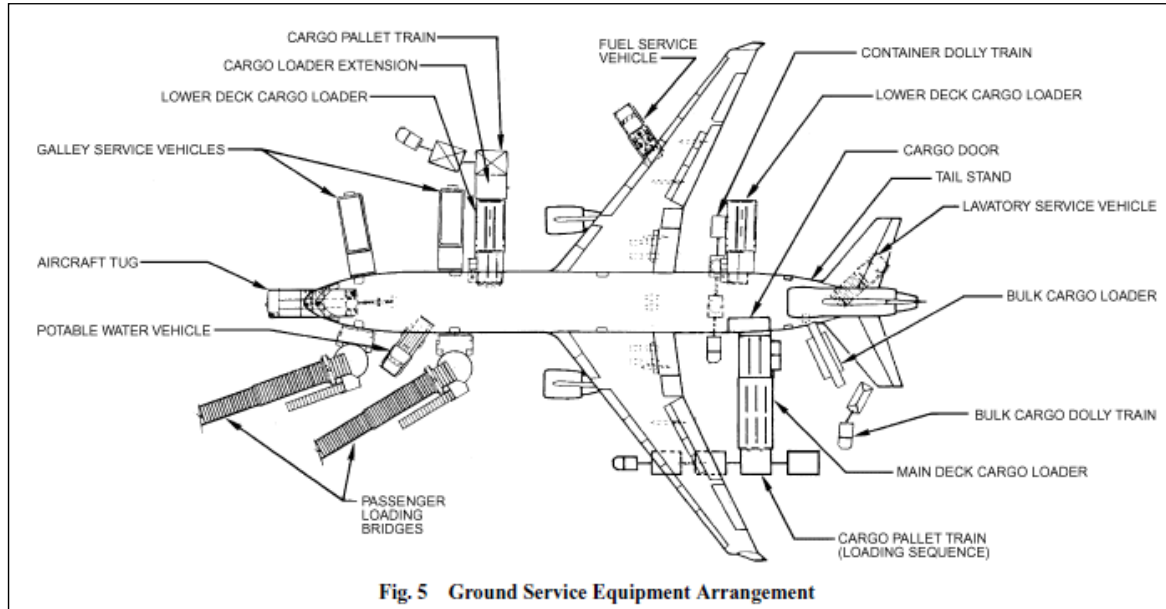


Fig. 5 Ground Service Equipment Arrangement

Bibliografía del Tema

Guía del Transporte Frigorífico
Instituto Internacional del Frío



Cámaras Frigoríficas y Túneles de Enfriamiento Rápido
P. Melgarejo



Revista:



ASHRAE HANDBOOKS (CD`s)
Refrigeration