

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS ECOLOGICOS DE UNA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE CARNE ROJA DE 16000 KG UTILIZANDO EL SOFTWARE SR2015 Y COOLSELECTOR2”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

HILARIO CASO, LEONARDO DAVID

**ASESOR**  
FLORES VELASQUEZ, CARLOS

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA:**

A mis padres, por su apoyo en todo momento.

A mi abuela Valeriana, por acogerme en su hogar en mi tiempo de preparación.

A mi casa de estudio UNTELS.

A mis profesores, por transmitir sus conocimientos en mí.

A mis amigos y familiares, quienes forman parte de mi vida.

### **AGRADECIMIENTO:**

A Dios por darme salud, capacidad de aprender y fortaleza para afrontar los retos y obstáculos en la vida. A mi familia y amigos, por el apoyo constante que he tenido de cada uno de ellos.

Un agradecimiento especial al ingeniero Carlos Flores Velásquez por el apoyo en la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA: .....	II
AGRADECIMIENTO: .....	III
LISTADO DE FIGURAS .....	VI
LISTADO DE TABLAS .....	VII
INTRODUCCIÓN .....	VIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.Descripción de la Realidad Problemática .....	1
1.2.Justificación del Problema.....	1
1.3.Delimitación del Proyecto.....	2
1.3.1.Teórica.....	2
1.3.2.Temporal.....	2
1.3.3.Espacial. ....	2
1.4.Formulación del Problema .....	2
1.4.1.Problema General. ....	2
1.4.2.Problemas específicos. ....	3
1.5.Objetivos.....	3
1.5.1.Objetivo General. ....	3
1.5.2.Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.Antecedentes .....	4
2.2.Bases Teóricas .....	5
2.2.1.Conservación de alimentos. ....	5
2.2.2.Tipos de carne. ....	5
2.2.3.Temperaturas de conservación de la carne. ....	6
2.2.4.Funcionamiento de los sistemas de refrigeración.....	6
2.2.5.Cámara de refrigeración. ....	7

2.2.6.Componentes principales de un sistema básico de refrigeración por compresión. ....	7
2.2.7.Componentes en una cámara de refrigeración.....	8
2.2.8.Selección de equipos para la construcción de un sistema de enfriamiento. ....	12
2.3.Definición de términos básicos.....	13
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</b> .....	<b>15</b>
3.1.Modelo de solución propuesto.....	15
3.1.1.Cálculo de la carga térmica utilizando el software SR 2015. ....	15
3.1.2.Selección de equipos. ....	19
3.2.Resultados .....	32
3.2.1.Resultados obtenidos en cálculos. ....	32
3.2.2.Esquema técnico de refrigeración. ....	34
3.2.3.Circuito técnico de refrigeración. ....	35
3.2.4.Diseño de la cámara de refrigeración.....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>42</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>45</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Unidad condensadora .....	8
Figura 2. Evaporador Mipal .....	9
Figura 3. Válvulas solenoide .....	9
Figura 4. Válvula de expansión termostática .....	10
Figura 5. Presostato .....	10
Figura 6. Termómetro digital .....	11
Figura 7. Separador de aceite .....	11
Figura 8. Visor de líquido .....	12
Figura 9. Cálculo de carga térmica .....	18
Figura 10. Marca Danfoss .....	19
Figura 11. Designación de modelos .....	20
Figura 12. Selección de unidad condensadora .....	21
Figura 13. Selección de evaporador .....	22
Figura 14. Selección de válvula de expansión termostática .....	24
Figura 15. Selección de válvula solenoide .....	27
Figura 16. Selección de diámetro de tubería de succión .....	29
Figura 17. Selección de diámetro de tubería de líquido .....	30
Figura 18. Esquema técnico de refrigeración .....	34
Figura 19. Circuito técnico de refrigeración .....	35
Figura 20. Cámara de refrigeración - Vista de planta .....	36
Figura 21. Cámara de refrigeración - Corte A-A (Vista de elevación) .....	36
Figura 22. Cámara de refrigeración - Corte B-B (Vista de elevación) .....	37
Figura 23. Detalle de empotramiento del panel .....	37
Figura 24. Detalle encuentro de esquina panel techo y panel muro .....	38
Figura 25. Detalle encuentro de esquina panel muro y panel muro .....	38
Figura 26. Detalle de zócalos sanitarios .....	39

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Conservación de alimentos fríos.....	6
Tabla 2 Diferencial de temperatura.....	17
Tabla 3 Selección de espesor de panel termoaislante.....	17
Tabla 4 Selección de unidad condensadora, refrigerante R-507 .....	20
Tabla 5 Selección de evaporador .....	22
Tabla 6 Dimensiones de tuberías - línea de succión.....	28
Tabla 7 Dimensiones de tuberías - línea de líquido .....	30

## INTRODUCCIÓN

Las cámaras de refrigeración tienen diferentes aplicaciones como la conservación de los alimentos (carne, pollo, pescado, verduras, frutas, lácteos, etcétera.), y otras áreas (floristería, farmacéutica, ingeniería, informática, etcétera).

Para conservar los alimentos perecederos se requiere la temperatura adecuada en el tiempo necesario. Las cámaras de refrigeración pueden ser de distintas medidas y capacidades para almacenar cualquier tipo de producto a conservar.

Para que la conservación resulte eficiente es necesario tener en cuenta el tipo de producto a conservar, la cantidad de producto, las dimensiones de la cámara de refrigeración, temperatura de ingreso del producto y temperatura de conservación.



## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Las distribuidoras de carne, los centros comerciales, supermercados, restaurante, hoteles, entre otros; necesitan conservar y congelar sus productos, debido a que el tiempo de duración de la carne es corta y se malogrará, perdiendo dinero y producto.

Cocinar con carne que no ha pasado por una cámara de refrigeración, nos produce enfermedades como hepatitis. La importancia de tener cámaras de refrigeración en entidades que distribuye y ofrece carne, es de mucha importancia.

### 1.2. Justificación del Problema

- TECNOLÓGICO: Las empresas distribuidora o comercializadora de carne necesitan equipos frigoríficos para su conservación, la selección adecuada de los equipos es de importancia en estas empresas, un buen funcionamiento de estos logra conservar los productos evitando la descomposición de manera rápida.
- AMBIENTAL: La liberación de gases que contiene clorofluorocarbono, es el principal problema en la destrucción de la capa de ozono. Mediante el protocolo de Montreal, el uso de refrigerantes que contiene CFC se está dejando de usar, en reemplazo se está utilizando refrigerantes ecológicos que evita el incremento del agujero en la capa de ozono.
- SEGURIDAD: Teniendo la seguridad y garantía de tener una cámara de refrigeración, cumpliendo con las pruebas y parámetros respectivos. Las

empresas distribuidoras y/o los centros comerciales podrán ofrecer sus productos ganando clientes y ser reconocido por la población por el buen producto que ofrece.

- LEGAL: El gas refrigerante que se utilizará respetará lo que indica el protocolo de Montreal, los materiales a utilizar y el equipo a instalar cumplirá con las normas que se requieran para tener excelentes resultados y garantizar el buen diseño y funcionamiento de la cámara de refrigeración.

### **1.3. Delimitación del Proyecto**

#### **1.3.1. Teórica.**

El proyecto está delimitado en el diseño de la cámara de refrigeración y selección de los equipos de refrigeración.

#### **1.3.2. Temporal.**

El proyecto se está desarrollando entre el mes de octubre y diciembre del 2019.

#### **1.3.3. Espacial.**

El proyecto se ubica en la avenida Aviación, distrito de San Isidro, Lima. Restaurante de pizza.

### **1.4. Formulación del Problema**

#### **1.4.1. Problema General.**

- ¿Cómo diseñar una cámara de refrigeración para conservar carne roja?

#### **1.4.2. Problemas específicos.**

- ¿Cuál será la carga térmica en la cámara de almacenamiento para la conservación de la carne?
- ¿Cuál será la temperatura adecuada que se utilizará en la cámara de refrigeración?
- ¿Qué tipo de refrigerante es el adecuado a utilizar?

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo General.**

- Diseñar una cámara de refrigeración para que la carne se encuentre en óptimas condiciones.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Calcular la carga térmica en la cámara teniendo en cuenta la capacidad de carne que se almacenará.
- Definir la temperatura óptima para la conservación de las carnes.
- Seleccionar el adecuado tipo de refrigerante necesario.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Céspedes, R. (2012) realizó la Tesis: “Sistema de refrigeración con capacidad de bodega para almacenar 300kg de pescado”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Pontificia Universidad Católica del Perú. La pesca artesanal en Pucallpa es una actividad fundamental en los pobladores de la zona. El medio que se desplaza los pescadores artesanales se llama pekepekes, son canoas que utilizan motores de combustión interna. El método de conservación utilizado por los pescadores es transportar bloques de hielo en sus pekepekes. Para una mejor conservación de sus capturas, se propone diseñar un sistema de refrigeración de 1.45m de largo, 0.86m de ancho y 1.106m de alto que irá montado en un pekepeke.

Catucuago y Tipán (2015) realizó la tesis: “Diseño y construcción de una cámara frigorífica modular de 9.6 m<sup>3</sup> para conservación de vacunas”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana. La finalidad del proyecto es diseñar y construir una cámara frigorífica para conservar vacunas, realizando un estudio de las vacunas, los tipos que existe y la temperatura óptima para la conservación. Estableciendo un rango de temperatura para elegir la adecuada.

Lasso, B. (2015) realizo la tesis: “Diseño de una cámara frigorífica a ser montada en los camiones de la cooperativa de transporte de cárnicos “EL CAMAL” de la ciudad de Riobamba”, para obtener el título de Ingeniero en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Este proyecto ocurre tras la necesidad de mejorar la higiene y calidad del producto cárnico al ser transportado. La cooperativa de transporte de cárnicos EL CAMAL realizará un estudio para implementar cámaras frigoríficas en cada vehículo, brindando un mejor servicio evitando el deterioro del producto y protegiendo de la contaminación.

Huertas, S. (2013) realizó la tesis: “Diseño de sistema frigorífico para el control de la maduración de una carga de plátanos”, para la obtención del título de Ingeniero Mecánico en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se diseñará un sistema de refrigeración especializado, para eso se requiere el manejo de la humedad, el control de temperatura y aportación de etileno dependiendo los requerimientos de cada tipo de fruta. Se desea lograr controlar la maduración del producto sabiendo la temperatura adecuada y evitar daños por frío.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Conservación de alimentos.**

Se entiende por conservación de alimentos, es un proceso en el cual se almacena el producto y se puede consumir en un tiempo largo (Concepto de definición, 2019).

### **2.2.2. Tipos de carne.**

La carne se la puede clasificar en dos grandes grupos, según su color: carnes rojas (vaca, cerdo, caballo y ovina) y carnes blancas (pollo, pescado y conejo) (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017).

### 2.2.3. Temperaturas de conservación de la carne.

Tabla 1  
*Conservación de alimentos fríos*

Alimentos	Tipo	Refrigerador (40 °F o menos)	Congelador (0 °F o menos)
	Tocino	1 semana	1 mes
Tocino y embutidos	Embutidos crudos, de pollo, pavo, cerdo o res	De 1 a 2 días	De 1 a 2 meses
	Embutidos bien cocidos, de pollo, pavo, cerdo o res	1 semana	De 1 a 2 meses
Hamburguesa y otras preparaciones con carne molida	Hamburguesa, carne molida de vaca, pavo, ternera, cerdo, cordero y mezclas de todas ellas	De 1 a 2 días	De 3 a 4 meses
Carne fresca de res, ternera, cordero y cerdo	Filetes	De 3 a 5 días	De 4 a 12 meses
	Chuletas	De 3 a 5 días	De 4 a 12 meses
	Carnes asadas	De 3 a 5 días	De 4 a 12 meses
Carne de ave fresca	Pollo o pavo, entero	De 1 a 2 días	1 año
	Pollo o pavo, en trozos	De 1 a 2 días	9 meses

Fuentes: (Foodsafety.gov, 2019)

### 2.2.4. Funcionamiento de los sistemas de refrigeración.

Los cuerpos que están con temperaturas encima del cero absoluto tienen “energía interna”, la cual la pueden transmitir hacia otro cuerpo que está a menor temperatura, a este tipo de energía la denominamos calor (Expofrío, 2015).

Refrigerar es lograr que una sustancia alcance una temperatura menor a la del medio que la rodea, o con la que está en contacto (Expofrío, 2015).

Hay distintos valores de temperatura para la conservación de un alimento perecible, aparecen en tablas y manuales que son resultado de las pruebas y experiencias de muchos años (Expofrío, 2015).

El objetivo es lograr que se realice la transferencia de calor y disminuir el calor del producto a un nivel deseado, alargando el tiempo de consumo y uso del producto (Expofrío, 2015).

### **2.2.5. Cámara de refrigeración.**

Una cámara de refrigeración es un cuarto donde se mantiene a bajas temperaturas productos perecederos para evitar su descomposición de manera rápida (González de la Cruz & González G., 2006).

Las cámaras de refrigeración pueden clasificarse en tres grupos: cámaras de productos refrigerados de 0°C a +4°C para almacenar a corto tiempo, Cámara de congelado de -18°C a -30°C para largos tiempos de almacenamiento, y cámara de atmósfera controlada donde se controla la temperatura y los gases ambientales, añadiendo aditivos como el nitrógeno y el etileno (González de la Cruz & González G., 2006).

### **2.2.6. Componentes principales de un sistema básico de refrigeración por compresión.**

- Evaporador:

Es un elemento de intercambiador de calor, adsorbe calor del medio en que se encuentre dejando el ambiente enfriado (Vásquez Benavides, 2013).

El evaporador presenta tubos con aletas, aumentando la superficie de intercambio de calor (Vásquez Benavides, 2013).

- Compresor:

Su función es absorber el vapor que proviene del evaporador y expulsarlo hacia el condensado (Vásquez Benavides, 2013).

Los compresores más usados son los de tipo centrífugo, de pistón y los de tipo tornillo (Vásquez Benavides, 2013).

- Condensador:

La función del condensador es extraer el calor del refrigerante y expulsarlo al medio ambiente, este calor es la suma del calor absorbido por el evaporador y del trabajo realizado por el compresor (Vásquez Benavides, 2013).

- Control de fluido:

Su función es regular una diferencia de presión entre los lados de alta y baja en el sistema de refrigeración (Vásquez Benavides, 2013).

### **2.2.7. Componentes en una cámara de refrigeración.**

#### Unidad condensadora

Es el equipo más importante del sistema de refrigeración y contiene al compresor, condensador y accesorios como el separador de aceite, acumulador de succión (Rivera Mata, 2018).



*Figura 1.* Unidad condensadora

Fuente: (Marketing Industrial, 2016)



### Evaporador

Es un intercambiador de calor, el refrigerante que circula en el evaporador absorbe el calor del medio en que se encuentra cambiando su estado a vapor y logrando enfriar el recinto (Zelsio, 2016).

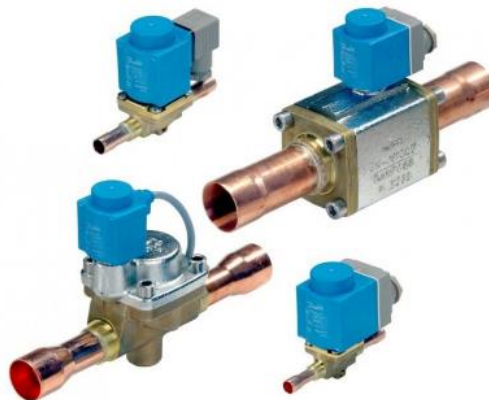


*Figura 2. Evaporador Mipal*

Fuente: (Mipal, 2018)

### Válvula de solenoide

Es un elemento que opera de forma completamente abierta o completamente cerrada, cuando circula un corriente en el solenoide se genera un campo magnético que atrae un embolo móvil, y finalizando el efecto del campo magnético el embolo regresa a su posición por efecto de la gravedad con ayuda de un resorte o presión de fluido a controlar (Carvallo & Vargas, 2003).



*Figura 3. Válvulas solenoide*

Fuente: (United Technologies, s.f.)

### Válvula de expansión termostática

Regulan la inyección de refrigerante líquido en los evaporadores, esta inyección es controlada de acuerdo al recalentamiento del refrigerante (Danfoss, 2010).



*Figura 4. Válvula de expansión termostática*

Fuente: (Danfoss, s.f.)

### Presostatos

Protege al sistema de presiones de descargas excesivas y de presiones de aspiración muy bajas, arrancando y parando el compresor (Danfoss, 2010).



*Figura 5. Presostato*

Fuentes: (IPR partes y repuestos, 2018)

### Termostato

Es un interruptor eléctrico que indica la temperatura del recinto refrigerado, y es controlado por la temperatura de sensor y tubo capilar (Danfoss, 2010).



*Figura 6. Termómetro digital*

Fuentes: (Danfoss, 2010)

### Separador de aceite

Diseñado para separar el aceite lubricante del refrigerante, regresando al cartel del compresor y de esta forma se evita que ingrese a otros componentes del sistema (Imcosamex, 2013).



*Figura 7. Separador de aceite*

Fuente: (Danfoss, 2010)

### Visores de líquido

Es utilizado para visualizar y controlar el estado del refrigerante (Danfoss, 2010).



*Figura 8. Visor de líquido*

Fuente: (Artiko suministros, s.f.)

## **2.2.8. Selección de equipos para la construcción de un sistema de enfriamiento.**

### **2.2.8.1. Compresores.**

Expofrío (2015) refiere que para la selección de un compresor se necesitan los siguientes datos: Capacidad frigorífica requerida (Kcal/h), temperatura de evaporación ( $^{\circ}$  C) y temperatura de condensación ( $^{\circ}$  C).

### **2.2.8.2. Selección de evaporadores.**

Expofrío (2015) refiere que conociendo la carga térmica debemos de seleccionar el evaporador con la misma carga térmica del compresor, es decir, a la misma temperatura de evaporación y de condensación. Puede ser de hasta un 20% adicional para evitar deshielos continuos.

### **2.2.8.3. Selección simplificada de la V.E.T.**

Expofrío (2015) refiere que la selección de la V.E.T. de modo práctico se selecciona con la misma capacidad del compresor, es decir, a una determinada temperatura de evaporación y de condensación, pero se acostumbra a pedirla en T.R. (tonelada de refrigeración).

### **2.2.8.4. Componentes secundarios del sistema.**

Expofrío (2015) afirma:

Todos los componentes adicionales:

- Válvulas de paso.
- Válvulas de solenoide.
- Separadores de aceite.
- Acumuladores de succión.
- Filtros secadores.
- Visores de líquidos.

Se selecciona a la misma capacidad del compresor, temperatura de evaporación y temperatura de condensación. (pág. 32)

## **2.3. Definición de términos básicos**

**Calor:** Energía que se traspa de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, una transferencia vinculada al movimiento de moléculas, átomos y otras partículas (Pérez Porto & Gardey, 2012).

**Frio:** Es la ausencia total o parcial de calor (Pérez Porto & Gardey, 2012).

**Temperatura:** Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente (Pérez Porto & Gardey, 2012).

**Aislamiento térmico:** Capacidad de los materiales para oponerse al paso de calor por conducción (Guillén Mayorga, 2011).

**BTU:** Unidad de energía necesaria para elevar un grado Fahrenheit un litro de agua (British Thermal Unit) (Guillén Mayorga, 2011).

**Paneles para refrigeración:** Estructura prefabricada que contiene un aislante en medio de dos planchas protectoras, utilizados como paredes y techos en una cámara de refrigeración (Guillén Mayorga, 2011).

**DT:** Diferencia de temperatura (Huertas Samayoa , 2013).

**Línea de líquido:** Tubo o tubería que transporta el refrigerante líquido desde el condensador o receptor de un sistema de refrigeración a un dispositivo reductor de presión (Huertas Samayoa , 2013).

**Línea de succión:** Tubo o tubería la cual transporta el refrigerante en estado de vapor, desde el evaporador a la entrada del compresor (Huertas Samayoa , 2013).

**TON o TR:** Toneladas de Refrigeración (Huertas Samayoa , 2013).

**VTE:** Válvula de Expansión Termostática.

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### 3.1. Modelo de solución propuesto

#### 3.1.1. Cálculo de la carga térmica utilizando el software SR 2015.

Para calcular la carga térmica en el software SR2015, necesitamos lo siguiente datos.

- Las dimensiones de la cámara de refrigeración:
  - Largo exterior= 4.74m
  - Ancho exterior= 2.80m
  - Alto exterior = 2.66m
  
- Dimensión luz de puerta
  - Ancho luz= 0.90m
  - Alto luz= 2.10m
  
- Luminarias
  - 2 Luminarias herméticas de 36W LED
  - Tiempo de iluminación: 1 horas
  
- Cantidad de persona en ingresar en la cámara
  - 2 personas
  
- Tiempo de permanencia de las personas dentro de la cámara
  - 1 hora
  
- Tiempo de funcionamiento de la unidad condensadora
  - Se recomienda 20 horas de funcionamiento de la unidad condensadora y 4 horas para realizar mantenimiento dentro de la cámara.

- Potencia total de los motores  
Se refiere a equipos o maquinas que ingresa a la cámara, como por ejemplo montacargas
  - Considerar **1 hp**
  - Tiempo de trabajo del motor: **1 horas**
  
- Temperatura ambiente del lugar
  - Lima: **+32 °C**
  
- Temperatura en el interior de la cámara
  - Temperatura interna: +4 °C a 0°C  
**Se considera +2°C**
  
- Tipo de producto
  - **Carne de res**
  
- Temperatura de entrada del producto en la cámara
  - **+7°C**
  
- Cantidad de producto por día
  - Información del cliente:  
La cámara almacena 8000Kg. Al día realizan dos movimientos del producto.  
Quiere decir que la cantidad de producto por día es **16000Kg** de carne.
  
- Selección de panel termoaislante  
Para el armado de la cámara se selecciona panel aislante de Poliuretano (PUR).

Se requiere la siguiente información.



- Temperatura ambiente (Lima): +32°C
- Temperatura dentro de la cámara: +2°C

Tabla 2  
*Diferencial de temperatura*

Selección de panel frigorífico para cámara media temperatura		
Temperatura Ambiente	Temperatura ambiente Lima	+ 32°C
Temperatura de cámara	Temperatura dentro de la cámara de refrigeración	+ 2°C
DT	Cáculo de diferencia de Temperatura	+ 30°C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3  
*Selección de espesor de panel termoaislante*

Diferencia Temperatura (°C)	Espesura de Isolamiento		
	PUR	EPS	LDR
	Poliuretano	Poliestireno	Lana de Roca
20	50	70	93
25	63	88	116
30	75	105	139
35	88	123	162
40	100	140	185
45	113	158	208
50	125	175	231
55	138	193	254
60	150	210	278
65	163	228	301
80	200	280	370

Fuente: Dánica

Se obtiene un panel poliuretano de espesor 75mm.

Pero si la cámara estuviera con el menor grado de conservación (0°C), la diferencia de temperatura sería +32°C. El espesor de panel estaría en un intervalo de 75mm y 88mm.

Se selecciona panel poliuretano de 80mm de espesor. Ya que este espesor de panel poliuretano se encuentra en el mercado.

### Espeso de panel poliuretano: 80mm

- Tiempo de proceso

24 horas

Introducir los datos al software SR 2015.

The screenshot shows the SR 2015 software interface for calculating thermal load, organized into three steps:

- PASO 1:** Dimensions (Largo: 4.74 m, Altura: 2.66 m, Ancho: 2.8 m, Área de puerta: 2 m²), Insulation (Paredes y techo: POLIURETANO, Espesura: 80 mm, Conductividad Térmica (k): 0.018 kcal/mh°C).
- PASO 2:** Local de instalación (Temperatura ambiente: 32 °C), Temperatura en el interior de la cámara (Temperatura interna: 2 °C), Tipo de Producto (Variedad: CARNES, Producto: CARNE DE VACA), Temperatura de entrada del producto en la cámara (7 °C), Cantidad de producto por día (16000 kg), Tiempo de proceso (24 h).
- PASO 3:** Consideraciones Adicionales (Número de personas en la cámara: 2, Tiempo de permanencia: 1 h, Tiempo de funcionamiento de la Unidad Condensadora: 20 h), Equipamientos que generan calor dentro de la cámara (Potencia de iluminación: 72 W, Tiempo de iluminación: 1 h, Potencia total de los motores: 1 HP, Tiempo de trabajo del motor: 1 h), Resultados (Carga Térmica: 4594 kcal/h).

A "Calcular" button is present at the bottom right of the results section.

Figura 9. Cálculo de carga térmica

Fuente: Elaboración Propia

El software SR 2015 nos da como carga térmica 4594 Kcal/h.

### 3.1.2. Selección de equipos.

#### 3.1.2.1. Selección de la unidad condensadora.

Se necesita los siguientes datos para seleccionar la unidad condensadora.

a) Carga térmica: 4594 Kcal/h

b) Temperatura de evaporación:

El diferencial de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es  $DT=+6^{\circ}\text{C}$ .

T. de evaporación = T. del interior de la cámara – DT

T. de evaporación =  $+2^{\circ}\text{C} - (+6^{\circ}\text{C})$

T. de evaporación =  $-4^{\circ}\text{C}$

c) Temperatura de ambiente:  $+32^{\circ}\text{C}$

d) Refrigerante: Para este proyecto se utilizará refrigerante ecológico R-507

La unidad condensadora se seleccionará en la marca Danfoss.



*Figura 10. Marca Danfoss*

Fuente: (Danfoss, 2005)



Identificando la carga térmica y el modelo de la unidad condensadora.

Modelos	TE	+10°C		+5°C		0°C		-5°C	
	TA	C.R.	P.C.	C.R.	P.C.	C.R.	P.C.	C.R.	P.C.
HCZ 018	32	4321	2,2	3753	2,0	3194	1,8	2657	1,7
	35	4024	2,3	3492	2,1	2968	1,9	2464	1,7
	38	3726	2,3	3230	2,1	2742	1,9	2271	1,7
	43			2790	2,2	2373	1,9	1969	1,7
HCZ 022	32	5702	2,9	5026	2,7	4361	2,4	3714	2,2
	35	5308	3,0	4675	2,8	4054	2,5	3449	2,2
	38	4914	3,0	4325	2,8	3746	2,5	3184	2,2
	43	4196	3,2	3703	2,9	3216	2,6	2737	2,3
HCZ 028	32	7479	3,7	6521	3,4	5599	3,1	4722	2,8
	35	7010	3,8	6107	3,5	5237	3,2	4410	2,9
	38	6542	3,9	5692	3,5	4874	3,2	4098	2,9
	43			4962	3,7	4256	3,3	3582	3,0
HCZ 032	32	8926	4,0	7686	3,7	6520	3,4	5440	3,1
	35	8427	4,1	7242	3,8	6130	3,5	5102	3,2
	38	7927	4,2	6798	3,9	5741	3,6	4764	3,2
	43	7039	4,4	6040	4,1	5101	3,7	4231	3,3

Figura 12. Selección de unidad condensadora

Fuente: Elaboración propia

A temperatura de evaporación -5 °C y temperatura de ambiente +32 °C, se busca en la tabla carga térmica en Kcal/h igual o mayor a la carga obtenida con el software SR 2015.

La carga térmica obtenida en la tabla es **4722 Kcal/h** a Temperatura de evaporación -5°C, y el modelo de la unidad condensadora en la marca Danfoss es **HCZ 028**.

### 3.1.2.2. Selección del evaporador.

Se necesita los siguientes datos para seleccionar un evaporador.

- Carga térmica de la unidad condensadora: 4722 Kcal/h
- Temperatura de evaporación: El diferencial de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es DT=+6°C.

T. de evaporación = T. del interior de la cámara – DT

T. de evaporación = +2 °C – (+6 °C)

T. de evaporación = -4 °C

El evaporador se va seleccionar en la marca BOHN

Tabla 5  
Selección de evaporador

Modelo	CAPACIDAD		Ventilador				Motor		Dimensiones						Conexiones (Pulgadas)			Peso Embarque	
	BTUH 10°F DT	Kcal/hr 5.5°C DT	CFM	m <sup>3</sup> /min	No.	Dia. pulg.	115/160 FLA	230/1/60 FLA	Largo		Ancho		Alto		Líquido	Sección	Drenaje	Lbs.	kg.
									cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.					
ADT040	4000	1008	730	1240	1	12	0.55	0.28	74.93	29.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	5/8 DI	5/8 MPT	23	13
ADT052	5200	1310	700	1189	1	12	0.55	0.28	74.93	29.5	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	5/8 DI	5/8 MPT	31	15
ADT065	6500	1637	650	1104	1	12	0.55	0.28	74.93	29.5	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	34	16
ADT070	7000	1763	1460	2481	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	45	21
ADT090	9000	2267	1400	2379	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	48	22
ADT104	10400	2620	1400	2379	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	49	23
ADT120	12000	3023	1300	2209	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	51	24
ADT130	13000	3275	1300	2209	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	53	25
ADT140	14000	3526	2100	3568	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	63	29
ADT156	15600	3929	2100	3568	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	67	31
ADT180	18000	4534	1950	3313	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	69	32
ADT208	20800	5239	2800	4758	4	12	2.20	1.12	196.85	77.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	82	38
ADT260	26000	6549	3250	5522	5	12	2.75	1.40	237.49	93.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	103	47
ADT312	31200	7859	3900	6627	6	12	3.30	1.68	278.13	109.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	124	57
ADT370	37000	9320	3900	6627	6	12	3.30	1.68	278.13	109.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 3/8 DI	5/8 MPT	127	58

Capacidad a -3.9 °C (25 °F) temperatura de evaporación

Fuente: (BOHN, 2019)

Identificando la carga térmica y modelo del evaporador.  
(Catálogo indica temperatura de evaporación -3.9°C)

Modelo	CAPACIDAD	
	BTUH 10°F DT	Kcal/hr 5.5°C DT
ADT040	4000	1008
ADT052	5200	1310
ADT065	6500	1637
ADT070	7000	1763
ADT090	9000	2267
ADT104	10400	2620
ADT120	12000	3023
ADT130	13000	3275
ADT140	14000	3526
ADT156	15600	3929
ADT180	18000	4534
ADT208	20800	5239
ADT260	26000	6549
ADT312	31200	7859
ADT370	37000	9320

Figura 13. Selección de evaporador

Fuente: Elaboración Propia

A temperatura de evaporación  $-3.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se busca en la tabla carga térmica en Kcal/h igual o mayor a 4722 Kcal/h.

La carga térmica obtenida en la tabla es **5239 Kcal/h**, y el modelo del evaporador en la marca BOHN es **ADT 208**.

### **3.1.2.3. Selección de válvula de expansión termostática.**

Para seleccionar la válvula de expansión termostática se utilizará el software COOLSELECTOR2, programa de la marca Danfoss.

Se necesita los siguientes datos para seleccionar la válvula de expansión termostática:

a) Carga térmica:

La capacidad de la unidad condensadora modelo HCZ028 es 4722 Kcal/h a temperatura de evaporación  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Nuestra temperatura de evaporación es  $-4^{\circ}\text{C}$ . Tabulando en la tabla 3, se obtiene que la unidad condensadora modelo HCZ028 a temperatura de evaporación  $-4^{\circ}\text{C}$  su capacidad es de **4897.4 Kcal/h**.  
 $4897.4\text{ Kcal/h} = 5.6957\text{ KW}$

b) Temperatura de evaporación:

La diferencia de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es  $\text{DT}=+6^{\circ}\text{C}$ .

$T. \text{ de evaporación} = T. \text{ del interior de la cámara} - \text{DT}$

$T. \text{ de evaporación} = +2\text{ }^{\circ}\text{C} - (+6\text{ }^{\circ}\text{C})$

$T. \text{ de evaporación} = -4\text{ }^{\circ}\text{C}$

c) Temperatura de condensación:

La diferencia de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es  $DT=+12^{\circ}\text{C}$ .

$T. \text{ de condensación} = T. \text{ del ambiente} + DT$

$T. \text{ de condensación} = +32^{\circ}\text{C} + (+12^{\circ}\text{C})$

$T. \text{ de condensación} = +44^{\circ}\text{C}$

d) Refrigerante: Para este proyecto se utilizará refrigerante ecológico R-507

Ingresando los datos al software COOLSELECTOR2, se obtiene los siguientes resultados.

The screenshot shows the COOLSELECTOR2 software interface. The main window displays the selection process for a thermostatic expansion valve. The system is set to "Seca" (Dry). The refrigerant is R507. The operating conditions are: Evaporation temperature:  $-4.0^{\circ}\text{C}$ , Condensation temperature:  $44.0^{\circ}\text{C}$ , and Refrigeration capacity:  $5.695 \text{ kW}$ . The selected valve is T2-4, with a capacity of  $8.208 \text{ kW}$ . The software also shows the selected components, including the valve and the orifice.

Selección	Tipo	NS	Rango	Capacidad nominal [kW]	Capacidad mínima [kW]	Carga [%]	DP [bar]	Velocidad, entrada [m/s]	Resultado
<input type="radio"/>	T2 - 2	10	N	3.111	0.778	183	15,05	1.14	⚠
<input type="radio"/>	T2 - 3	10	N	5.326	1.331	107	15,05	1.14	⚠
<input checked="" type="radio"/>	T2 - 4	10	N	8.208	2.052	69	15,05	1.14	✓
<input type="radio"/>	T2 - 5	10	N	10.84	2.709	53	15,05	1.14	✓
<input type="radio"/>	T2 - 6	10	N	12.95	3.238	44	15,05	1.14	✓

Figura 14. Selección de válvula de expansión termostática

Fuente: Elaboración propia

### Datos a ingresar

1. Sistema: Seco
2. Capacidad de refrigeración:  $5.6957 \text{ kW}$



3. Temperatura de evaporación: -4 °C
4. Temperatura de condensación: +44 °C
5. Seleccionar ubicación de la válvula de expansión termostática.
6. Refrigerante: R-507
7. Familia del producto: T2 (Válvula de expansión termostática T2/TE2. Conexiones abocardadas y para soldar. Diseño en 2 partes: cuerpo de latón con elemento termostático de acero inoxidable y orificio intercambiable.)

#### Resultado del software

8. Selección: T2-4
9. Códigos seleccionados: (068Z3458, 068-2007)  
T2 - (068Z3458) cuerpo de latón con elemento termostático de acero inoxidable.  
N° 4 - (068-2007) orificio intercambiable.

#### **3.1.2.4. Selección de la válvula solenoide.**

Para seleccionar la válvula solenoide se utilizará el software COOLSELECTOR2, programa de la marca Danfoss.

Se necesita los siguientes datos para seleccionar la válvula de expansión termostática:

a) Carga térmica:

La capacidad de la unidad condensadora modelo HCZ028 es 4722 Kcal/h a temperatura de evaporación -5°C.

Nuestra temperatura de evaporación es -4°C. Tabulando en la tabla 3, se obtiene que la unidad condensadora modelo HCZ028 a temperatura de evaporación -4°C su capacidad es de **4897.4 Kcal/h.**

$$4897.4 \text{ Kcal/h} = 5.6957 \text{ KW}$$

b) Temperatura de evaporación:

La diferencia de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es  $DT=+6^{\circ}\text{C}$ .

$$T. \text{ de evaporación} = T. \text{ del interior de la cámara} - DT$$

$$T. \text{ de evaporación} = +2^{\circ}\text{C} - (+6^{\circ}\text{C})$$

$$T. \text{ de evaporación} = -4^{\circ}\text{C}$$

c) Temperatura de condensación:

La diferencia de temperatura que utiliza los fabricantes para conseguir la temperatura de evaporación es  $DT=+12^{\circ}\text{C}$ .

$$T. \text{ de condensación} = T. \text{ del ambiente} + DT$$

$$T. \text{ de condensación} = +32^{\circ}\text{C} + (+12^{\circ}\text{C})$$

$$T. \text{ de condensación} = +44^{\circ}\text{C}$$

d) Refrigerante: Para este proyecto se utilizará refrigerante ecológico R-507.

Ingresando los datos al software COOLSELECTOR2, se obtiene los siguientes resultados.

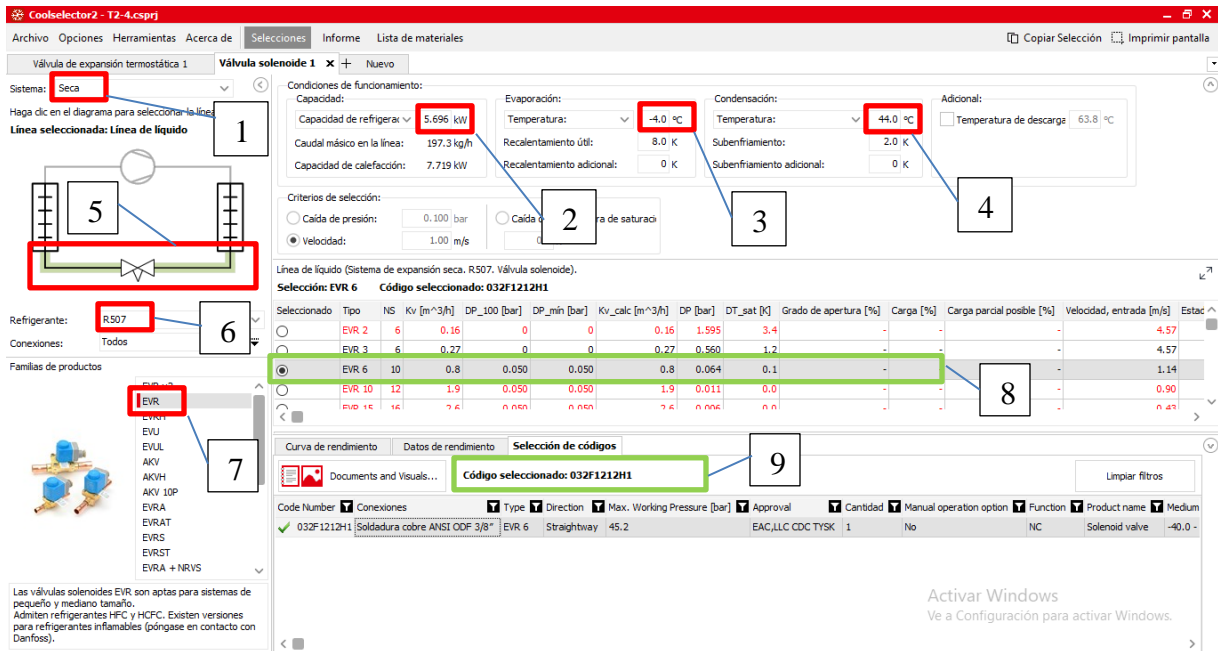


Figura 15. Selección de válvula solenoide

Fuente: Elaboración propia

### Datos a ingresar

1. Sistema: Seco
2. Capacidad de refrigeración: 5.6957 KW
3. Temperatura de evaporación: -4 °C
4. Temperatura de condensación: +44 °C
5. Seleccionar ubicación de la válvula solenoide.
6. Refrigerante: R-507.
7. Familia del producto: EVR (Las válvulas solenoides EVR son aptas para sistemas de pequeño y mediano tamaño. Admiten refrigerantes HFC y HCFC. Existen versiones para refrigerantes inflamables.)

### Resultado del software

8. Selección: EVR 6
9. Códigos seleccionados: (032F1212H1)

La bobina para la válvula solenoide debe ser de 10W/220V / 60Hz.

### 3.1.2.5. Selección del diámetro de la tubería de cobre.

Para dimensionar la tubería de cobre se utilizará tablas del "Instructivo para la instalación de compresores Maneurop" de la marca Danfoss.

La tabla a utilizar debe indicar que es para refrigerante R-507.

Tabla 6  
Dimensiones de tuberías - línea de succión

Diámetro de la línea de succión - R404A e R-507																				
Temperatura de succión						Temperatura de succión						Temperatura de succión								
-7°C						-12°C						-23°C								
Capacidad Frigorífica			Longitud Equivalente (m)						Longitud Equivalente (m)						Longitud Equivalente (m)					
Btu/h	Kcal/h	W	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m	61 m	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m	61 m	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m	61 m
1000	252	293	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2
3000	756	879	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8
4000	1008	1172	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8
6000	1512	1758	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8
9000	2268	2637	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8
12000	3024	3516	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8
15000	3780	4395	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8
18000	4536	5274	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8
24000	6048	7032	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
30000	7560	8790	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
36000	9072	10548	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
42000	10584	12306	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
48000	12096	14064	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
54000	13608	15822	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
60000	15120	17580	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
66000	16632	19338	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
72000	18144	21096	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
78000	19656	22854	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
84000	21168	24612	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
90000	22680	26370	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8
120000	30240	35160	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
150000	37800	43950	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8
180000	45360	52740	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8
210000	52920	61530	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8
240000	60480	70320	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
300000	75600	87900	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
360000	90720	105480	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8
480000	120960	140640	2 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8
600000	151200	175800	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8

Fuente: (Danfoss Industrias Ltda., 2003)

La interconexión del evaporador y unidad condensadora tiene una longitud de 22.5 metros aproximadamente.

La capacidad de la unidad condensadora modelo HCZ028 es 4722 Kcal/h a temperatura de evaporación -5°C.

Tabulando, a -7°C de temperatura de evaporación la capacidad de refrigeración es 4371.2 Kcal/h.

Diámetro de la línea de succión - R404A e R-507													
			Temperatura de succión						Temperatura de succión				
			-7°C						-12°C				
Capacidad Frigorífica			Longitud Equivalente (m)						Longitud Equivalente (m)				
Btu/h	Kcal/h	W	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m	61 m	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m
1000	252	293	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
3000	756	879	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8
4000	1008	1172	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8
6000	1512	1758	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8
9000	2268	2637	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8
12000	3024	3516	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
15000	3780	4395	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8
18000	4536	5274	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8
24000	6048	7032	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8

Figura 16. Selección de diámetro de tubería de succión

Fuente: Elaboración propia

Buscando en la tabla la capacidad de refrigeración 4371.2Kcal/h, temperatura de evaporación -7°C y longitud 22.5 metros, se obtiene que el diámetro de la línea de succión es 7/8”.

Para seleccionar el diámetro de tubería de la línea de líquido utilizaremos la siguiente tabla del “Instructivo para la instalación de compresores Maneurop” de la marca Danfoss.

La tabla a utilizar debe indicar que es para refrigerante R-507.

Tabla 7  
Dimensiones de tuberías - línea de líquido

Diámetro de la línea de líquido - R 404A e R-507								
Tanque de líquido para válvula de expansión								
Capacidad Frigorífica			Longitud Equivalente (m)					
Btu/h	Kcal/h	W	8 m	15 m	23 m	30 m	45 m	61 m
1000	252	293	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
3000	756	879	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
4000	1008	1172	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
6000	1512	1758	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
9000	2268	2637	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
12000	3024	3516	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2
15000	3780	4395	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2
18000	4536	5274	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2
24000	6048	7032	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2
30000	7560	8790	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
36000	9072	10548	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8
42000	10584	12306	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8
48000	12096	14064	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8
54000	13608	15822	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8
60000	15120	17580	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8
66000	16632	19338	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8
72000	18144	21096	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8
78000	19656	22854	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8
84000	21168	24612	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8
90000	22680	26370	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8
120000	30240	35160	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
150000	37800	43950	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8
180000	45360	52740	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8
210000	52920	61530	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
240000	60480	70320	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8
300000	75600	87900	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
360000	90720	105480	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
480000	120960	140640	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
600000	151200	175800	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8

Fuente: (Danfoss Industrias Ltda., 2003)

La interconexión del evaporador y unidad condensadora tiene una longitud de 22.5 metros aproximadamente.

Teniendo la capacidad de refrigeración 4371.2 Kcal/h a temperatura de evaporación -7°C, buscamos en la tabla el diámetro de la línea de líquido.

Diámetro de la línea de líquido - R 404A e R-507							
Tanque de líquido para válvula de expansión							
Capacidad Frigorífica			Longitud Equivalente				
Btu/h	Kcal/h	W	8 m	15 m	23 m	30 m	
1000	252	293	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
3000	756	879	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
4000	1008	1172	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
6000	1512	1758	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
9000	2268	2637	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
12000	3024	3516	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
15000	3780	4395	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
18000	4536	5274	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2
24000	6048	7032	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2
30000	7560	8790	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2
36000	9072	10548	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2

Figura 17. Selección de diámetro de tubería de líquido

Fuente: Elaboración propia

Buscando en la tabla la capacidad de refrigeración 4371.2Kcal/h y longitud 22.5 metros, se obtiene que el diámetro de la línea de líquido es 3/8”.

#### **3.1.2.6. Accesorios.**

Al pedir una unidad condensadora a la fábrica, la unidad condensadora debe tener los siguientes elementos principales.

- Presostato dual
- Separador de aceite
- Válvula check
- Tanque recibidor de líquido
- Filtro de líquido
- Visor de líquido
- Llave de paso para línea de aceite.

En caso no contenga algunos de estos elementos la unidad condensadora, se deberá comprar.

## 3.2. Resultados

### 3.2.1. Resultados obtenidos en cálculos.

De los cálculos anteriores se obtuvo lo siguiente.

a) Unidad condensadora

Marca Danfoss

Modelo HCZ 028

Capacidad de refrigeración: 4897.4 Kcal/h

Temperatura de evaporación: -4 °C

Temperatura de condensación: +44 °C

Refrigerante: R-507

Voltaje: 220V / 3HP / 60Hz

Cantidad: 1 unidad

b) Evaporador

Marca BOHN

Modelo ADT 208

Capacidad de refrigeración: 5239 Kcal/h

Temperatura de evaporación: -4 °C

Temperatura de condensación: +44 °C

Refrigerante: R-507

Voltaje: 220V / 1HP / 60Hz

Cantidad: 1 unidad

c) Válvula de expansión termostática

Marca Danfoss



Modelo T2-4

Códigos seleccionados: (068Z3458, 068-2007)

Refrigerante: R-507

d) Válvula solenoide

Marca Danfoss

Modelo EVR 6

Códigos seleccionados: (032F1212H1)

Refrigerante: R-507

Bobina de válvula solenoide 10W / 220V/ 60Hz

e) Diámetros de tubería de cobre (interconexión)

Línea de succión: Ø7/8"

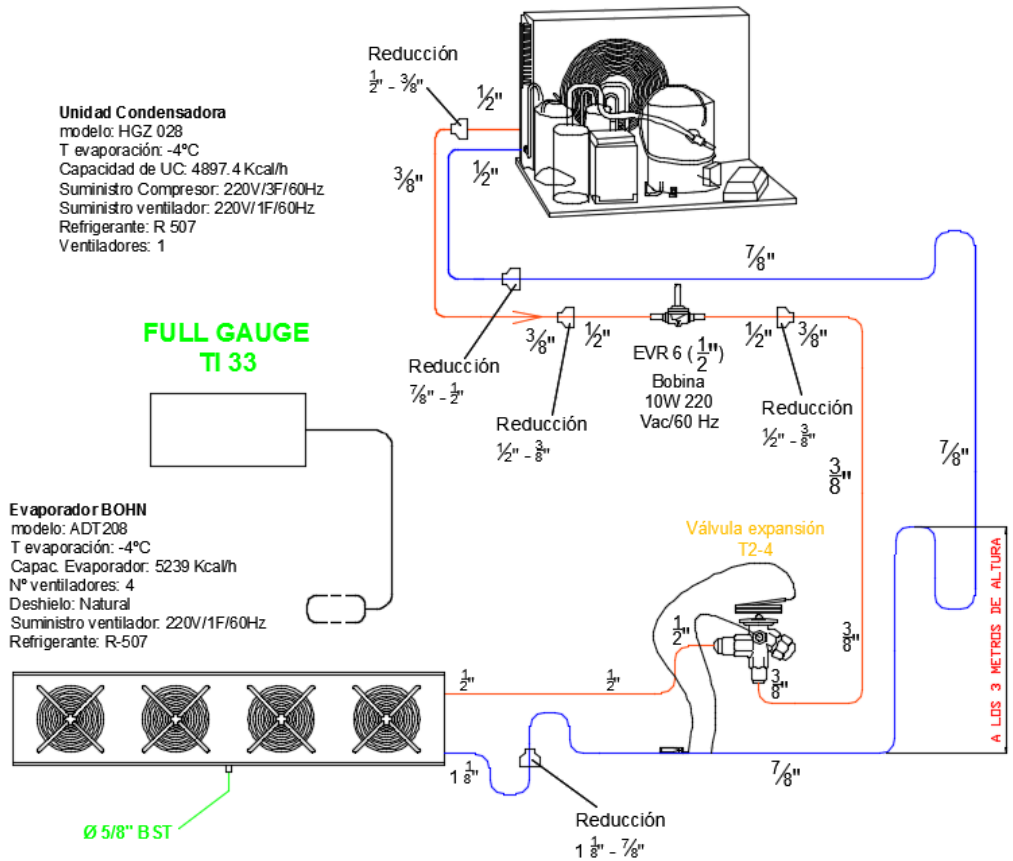
Línea de líquido: Ø3/8"

f) Accesorios

- Presostato dual
- Separador de aceite
- Válvula check
- Tanque receptor de líquido
- Filtro de líquido
- Visor de líquido
- Llave de paso para línea de aceite.

### 3.2.2. Esquema técnico de refrigeración.

La interconexión de la unidad condensadora, evaporador, válvulas solenoide y válvula de expansión termostática se muestra en la siguiente imagen.

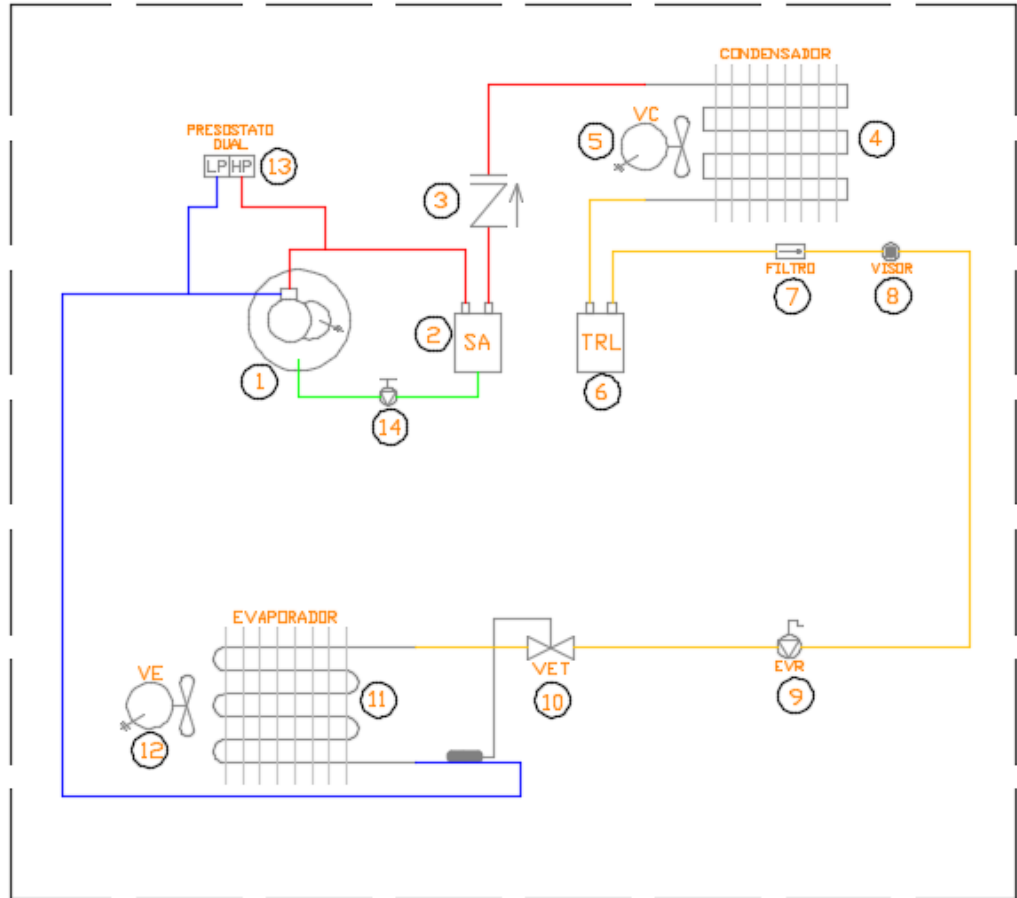


*Figura 18.* Esquema técnico de refrigeración

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Circuito técnico de refrigeración.

Los elementos básicos de debe tener la instalación mecánica en una cámara de refrigeración de media temperatura es como se muestra en la siguiente imagen.



#### LEYENDA

- |                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| 1. COMPRESOR                       | — LINEA DE DESCARGA |
| 2. SA, SEPARADOR DE ACEITE         | — LINEA LIQUIDO     |
| 3. VALVULA CHECK                   | — LINEA DE SUCCION  |
| 4. CONDENSADOR                     | — LINEA ACEITE      |
| 5. VENTILADOR DE CONDENSADOR       |                     |
| 6. TRL, TANQUE RECIPIOR DE LIQUIDO |                     |
| 7. FILTRO DE LIQUIDO               |                     |
| 8. VISOR DE LIQUIDO                |                     |
| 9. VALVULA SOLENOIDE               |                     |
| 10. VALVULA EXPANSION TERMOSTATICA |                     |
| 11. EVAPORADOR                     |                     |
| 12. VENTILADOR DE EVAPORADOR       |                     |
| 13. PRESSTATO DUAL                 |                     |
| 14. LLAVE DE PASO LINEA DE ACEITE  |                     |

Figura 19. Circuito técnico de refrigeración

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Diseño de la cámara de refrigeración.

El diseño de la cámara de refrigeración es como se muestra en las siguientes imágenes.

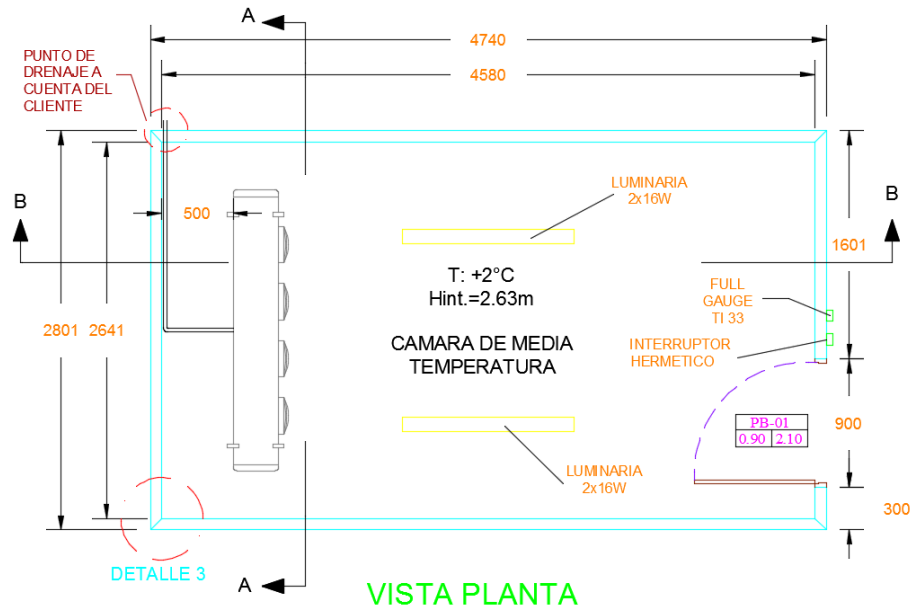


Figura 20. Cámara de refrigeración - Vista de planta

Fuente: Elaboración propia

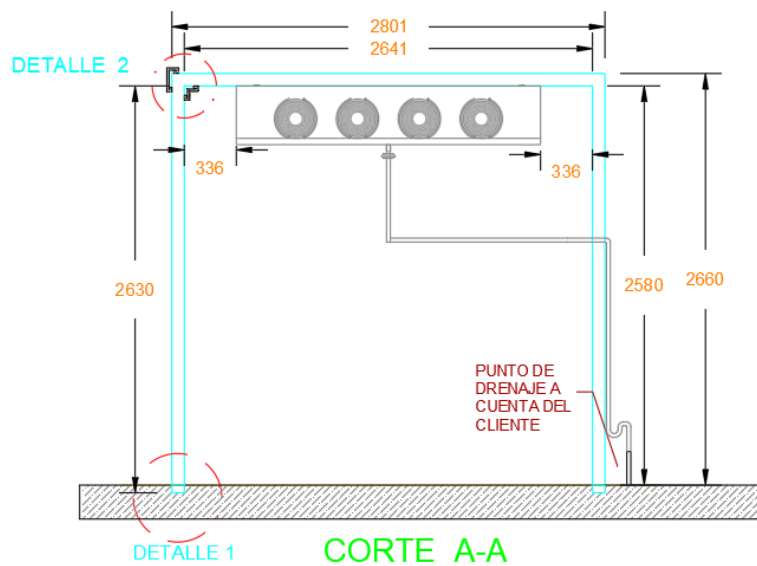
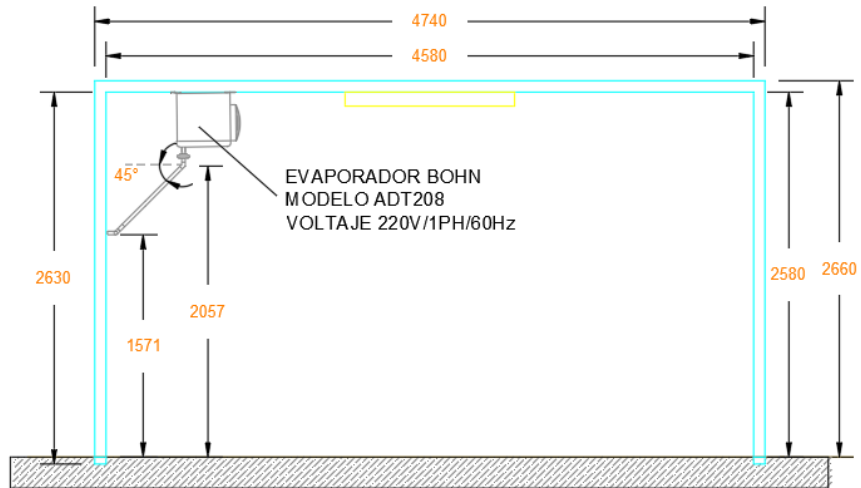


Figura 21. Cámara de refrigeración - Corte A-A (Vista de elevación)

Fuente: Elaboración propia

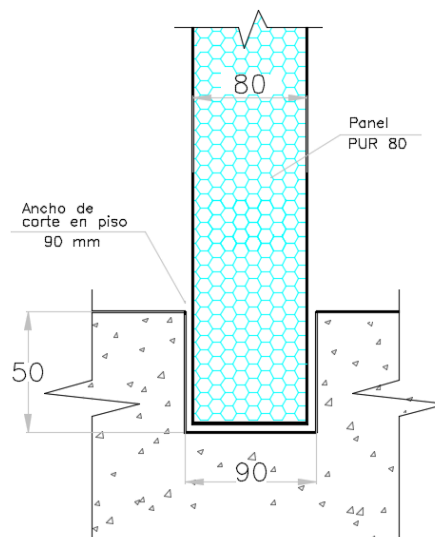


**CORTE B - B**

*Figura 22.* Cámara de refrigeración - Corte B-B (Vista de elevación)

Fuente: Elaboración propia

El panel se empotra en el piso a 50mm y la zanja debe ser de 90mm de ancho para introducir el panel.

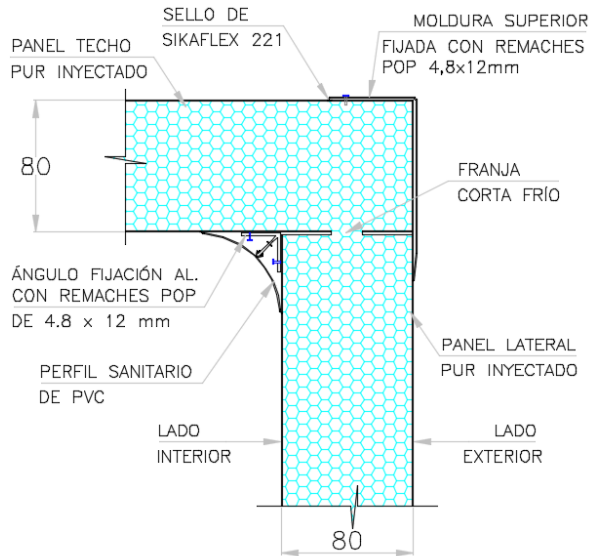


**DETALLE 1**

**CÁMARAS MEDIA T°**

*Figura 23.* Detalle de empotramiento del panel

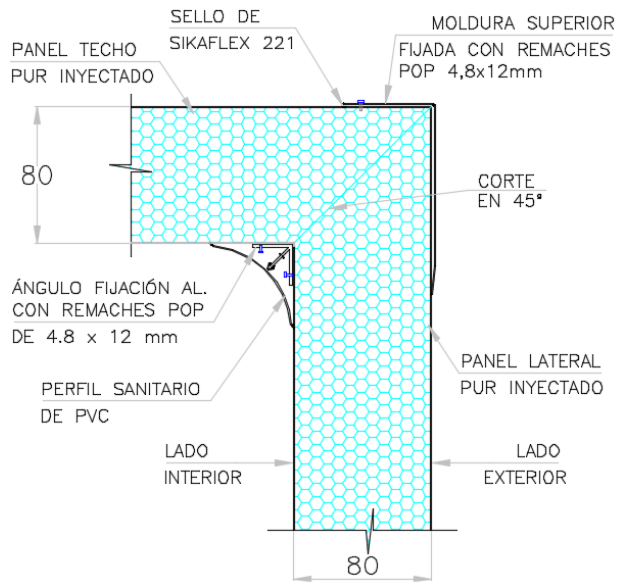
Fuente: Elaboración propia



DETALLE 2  
ENCUENTRO ESQUINA  
PANEL TECHO Y PANEL MURO

Figura 24. Detalle encuentro de esquina panel techo y panel muro

Fuente: Elaboración propia



DETALLE 3  
ENCUENTRO ESQUINA  
PANEL MURO Y PANEL MURO

Figura 25. Detalle encuentro de esquina panel muro y panel muro

Fuente: Elaboración propia

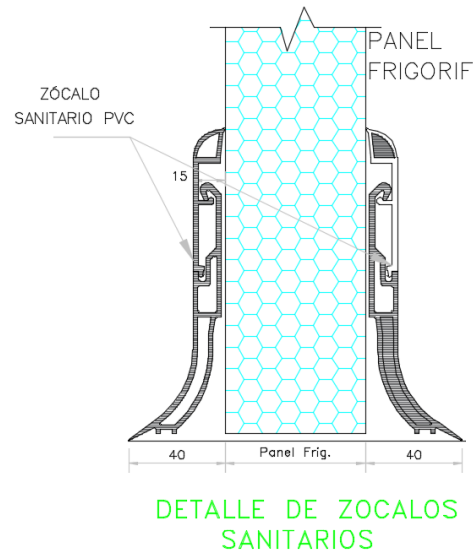


Figura 26. Detalle de zócalos sanitarios

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Los componentes que muestra la figura 19 son los necesarios para un buen funcionamiento de la cámara de refrigeración.
- La carga térmica obtenida por el software SR2015 se obtuvo de acuerdo a la aplicación y producto a usar.
- El refrigerante utilizado es R507, refrigerante inocuo a la capa de ozono.



## RECOMENDACIONES

- Verificar la unidad condensadora tanto en físico como la ficha técnica, asegurando que contenga los accesorios indicados en la ficha técnica.
- Verificar la unión entre paneles y el sellado entre la puerta y su marco, para evitar condensación en espacios abiertos.
- Utilizar la cámara de acuerdo a la aplicación e información entregada al proyectista. Caso contrario, los equipos sufrirán daños y el producto almacenado se descompondría rápidamente ocasionando pérdidas económicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Artiko suministros. (s.f.). *Artiko Suministros de refrigeración*. Obtenido de <http://artikosuministros.com/producto/visor-liquido-14-flare/>
- BOHN. (2019). Catálogo de productos refrigeración comercial e industrial. *BOHN*, 6.
- Carvalho, J. P., & Vargas, R. (Junio de 2003). *Válvulas solenoide*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/5988509/v%C3%A1lvulas-de-solenoide>
- Catucuago Zurita , N. F., & Tipán Suntaxi, L. (2015). Ingeniero Mecánico. *Diseño y construcción de una cámara frigorífica modular de 9.6 m3 para conservación de vacunas*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Quito, Ecuador.
- Céspedes Urrutia, R. S. (2012). Ingeniero Mecánico. *Sistema de refrigeración con capacidad de bodega para almacenar 300Kg de pescado*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Conceptodefinicion. (18 de Julio de 2019). *Conceptodefinicion*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/conservacion-alimentos/>
- Cosmos. (s.f.). *Información Técnica y Comercial de la Carne de res*. Obtenido de <https://www.cosmos.com.mx/wiki/carne-de-res-4dgz.html>
- Danfoss. (2005). Selección y aplicación de unidades condensadora hermetica 60 Hz. *Danfoss*, 10.
- Danfoss. (2005). Selección y aplicación de unidades condensadora hermetica 60 Hz. 1.
- Danfoss. (2005). Selección y aplicación de unidades condensadora hermetica 60 Hz. *Danfoss*, 5.
- Danfoss. (2010). *Selección rápida. Controles de refrigeración, compresores y unidades condensadoras*. Obtenido de <http://catalogosaire.splitmania.com/PROVEEDORES/ACTUALIZADAS/DANFOSS/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Danfoss. (s.f.). *Danfoss*. Obtenido de <https://www.danfoss.com/es-es/products/valves/dcs/thermostatic-expansion-valves/#tab-overview>
- Danfoss Industrias Ltda. (2003). Instructivo para la instalación de compresores MANEUROP. *Danfoss*, 17.
- Danfoss Industrias Ltda. (2003). Instructivo para la instalación de compresores MANEUROP. *Danfoss*, 19.

- Enciclopedia de Clasificaciones. (2017). *Tipos de carnes*. Obtenido de <https://www.tiposde.org/general/505-tipos-de-carnes/>
- Expofrío. (2015). Funcionamiento de los sistemas de refrigeración. *Mercado de frío* ., 6.
- Expofrío. (2015). Selección de equipos para la construcción de un sistema de enfriamiento. *Mercado de frío*., 30-32.
- Foodsafety.gov. (12 de Abril de 2019). *Tabla de conservación de alimentos fríos*. Obtenido de <https://espanol.foodsafety.gov/tablas-de-seguridad-alimentaria-mfu8/Tabla-de-conservación-de-alimentos-fríos>
- González de la Cruz, R., & González G., R. (2006). *Metodología para la evaluación de sistemas de refrigeración industrial*. Scientia et Technica Año XII, N°3.
- Guillén Mayorga, D. A. (2011). DISEÑO DE INSTALACIONES Y SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA EL ÓPTIMO ALMACENAJE EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS CÁRNICOS. *INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL* . Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Huertas Samayoa , Z. J. (2013). Diseño de sistema frigorífico para el control de la maduración de una carga de plátanos. *Ingeniero Mecánico*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Imcosamex. (2013). *Separadores de aceite*. Obtenido de [imcosamex.com/wp-content/uploads/2013/07/funcionan-los-separadores-de-aceite.pdf](http://imcosamex.com/wp-content/uploads/2013/07/funcionan-los-separadores-de-aceite.pdf)
- IPR partes y repuestos. (2018). *IPR partes y repuestos*. Obtenido de <https://iprpartesyrepuestos.com/producto/danfoss-presostato-alta-auto-2/>
- Lasso Barrionuevo, P. F. (2015). Ingeniero Mecánico. *Diseño de una cámara frigorífica a ser montada en los camiones de la cooperativa de transporte de cárnicos "El camal" de la ciudad de Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Marketing Industrial. (2016). *Total frío*. Obtenido de <https://totalfriocompany.com/shop/refrigeracion/unidades-condensadoras-danfoss/>
- Mipal. (2018). Evaporador de aire forzado de bajo perfil. *Mipal*, 1.
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2012). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/calor/>
- Rivera Mata, E. (16 de Febrero de 2018). *Refrigeración para no ingenieros: Cómo elegir tu unidad condensadora*. Obtenido de Mensaje en un blog:

<https://blog.froztec.com/refrigeracion-para-no-ingenieros-como-elegir-tu-unidad-condensadora>

United Technologies. (s.f.). *UTC SERVICIO*. Obtenido de <https://www.repuestosutc.es/valvulas-solenoides/18449-valvula-solenoides-danfoss-evr25.html>

Vásquez Benavides, J. L. (2013). *Cálculo de una cámara de frío para conservación de hielo, hortalizas y frutas congeladas*. Obtenido de [http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/793/1/Vasquez\\_Benavides\\_José\\_Leonardo.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/793/1/Vasquez_Benavides_José_Leonardo.pdf)

Zelsio. (22 de Febrero de 2016). *Evaporadores: qué son y diferentes tipos*. Obtenido de Blog: <http://www.refrigeracionzelsio.es/blog/evaporadores/>

# ANEXOS

## Ficha técnica evaporador marca BOHN, modelo ADT208

Modelo	CAPACIDAD		Ventilador			Motor			Dimensiones						Conexiones (Pulgadas)			Peso Embarque	
	BTUH 10°F DT	Kcal/hr 5.5°C DT	CFM	m3/ min	No.	Dia. pulg	115/1/60 FLA	230/1/60 FLA	Largo		Ancho		Alto		Líquido	Succión	Drenaje	Lbs.	kg.
									cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg					
ADT040	4000	1008	730	1240	1	12	0.55	0.28	74.93	29.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	5/8 DI	5/8 MPT	23	13
ADT052	5200	1310	700	1189	1	12	0.55	0.28	74.93	29.5	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	5/8 DI	5/8 MPT	31	15
ADT065	6500	1637	650	1104	1	12	0.55	0.28	74.93	29.5	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	34	16
ADT070	7000	1763	1460	2481	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	45	21
ADT090	9000	2267	1400	2379	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	48	22
ADT104	10400	2620	1400	2379	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	49	23
ADT120	12000	3023	1300	2209	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	51	24
ADT130	13000	3275	1300	2209	2	12	1.10	0.56	115.57	45.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	53	25
ADT140	14000	3526	2100	3568	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	63	29
ADT156	15600	3929	2100	3568	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	67	31
ADT180	18000	4534	1950	3313	3	12	1.65	0.84	156.21	61.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	7/8 DI	5/8 MPT	69	32
ADT208	20800	5239	2800	4758	4	12	2.20	1.12	196.85	77.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	82	38
ADT260	26000	6549	3250	5522	5	12	2.75	1.40	237.49	93.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	103	47
ADT312	31200	7859	3900	6627	6	12	3.30	1.68	278.13	109.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 1/8 DI	5/8 MPT	124	57
ADT370	37000	9320	3900	6627	6	12	3.30	1.68	278.13	109.50	37.80	14.88	37.95	14.94	1/2 DE	1 3/8 DI	5/8 MPT	127	58

Capacidad a -3.9 °C (25 °F) temperatura de evaporación

EVAPORADORES

PERFIL BAJO

DESHEIOPOR AIRE

## Especificaciones generales de la unidad condensadora modelo HCZ 028



### Especificações Gerais

Modelos	Referência Comercial (HP)	Peso (Kg)	Compressor			Condensador			
			Modelo	Volume deslocado (m³/h)	Carga de óleo (litros)	Vazão de ar (m³/h)	Tipo Serpentina	Ventilador	
								Qtde (Nb)	Ø do vent. (mm)
HCM 009	3/4	41	T6220	3,8	0,70	700	B4	1	254
HCM 012	1	45	J9226	4,7	0,89	850	B5	1	300
HCM 015	1 1/4	47	J9232	5,7	0,89	960	C4	1	300
HCM / HCZ 018	1 1/2	49	MT / MTZ 18	6,3	0,95	1500	C5	1	300
HCM / HCZ 022	2	59	MT / MTZ 22	8,0	0,95	2325	D5	1	355
HCM / HCZ 028	2 1/2	65	MT / MTZ 28	10,1	0,95	4100	E5	1	450
HCM / HCZ 032	2 3/4	72	MT / MTZ 32	11,3	0,95	4100	E5	1	450
HCM / HCZ 036	3	74	MT / MTZ 36	12,7	0,95	4100	G5	1	450
HCM / HCZ 040	3 1/2	84	MT / MTZ 40	14,3	0,95	4100	H5	1	450
HCM / HCZ 044	4	85	MT / MTZ 44	16,0	1,8	4100	J5	1	450
HCM / HCZ 050	4 1/2	95	MT / MTZ 50	18,0	1,8	4100	J5	1	450
HCM / HCZ 056	5	95	MT / MTZ 56	20,2	1,8	4100	J5	1	450
HCM / HCZ 064	5 1/2	110	MT / MTZ 64	22,6	1,8	4100	J5	1	450
HGM / HGZ 072	6	125	MT / MTZ 72	25,4	1,8	8600	M3	2	450
HGM / HGZ 080	7	128	MT / MTZ 80	28,5	1,8	8600	M3	2	450
HGM / HGZ 100	9	154	MT / MTZ 100	36,0	3,9	8200	N3	2	450
HGM / HGZ 125	10 1/2	225	MT / MTZ 125	45,2	3,9	15250	P3	2	600
HGM / HGZ 144	12	230	MT / MTZ 144	50,8	3,9	15250	P3	2	600
HGM / HGZ 160	13 1/2	245	MT / MTZ 160	57,0	3,9	13500	Q3	2	600
LCM / LCZ 022	2	51	LT / LTZ 22	10,1	0,95	1400	C5	1	300
LCM / LCZ 028	2 1/2	62	LT / LTZ 28	14,2	0,95	3250	D5	1	355
LCM / LCZ 044	4	85	LT / LTZ 44	22,6	1,8	5650	G5	1	450
LCM / LCZ 050	4 1/2	98	LT / LTZ 50	28,5	1,8	4650	H5	1	450
LGM / LGZ 088	7 1/2	144	LT / LTZ 88	45,2	3,9	9000	L3	2	450
LGM / LGZ 100	9	150	LT / LTZ 100	57,0	3,9	9000	L3	2	450

Fuente: (Danfoss, 2005)

Especificaciones generales de la unidad condensadora modelo HCZ 028



**Especificações Gerais**

Modelos	Conexões					Tanque de líquido		
	Linhas			Condensador		Diâmetro externo (mm)	Altura (mm)	Volume interno (litros)
	Sucção (pol)	Descarga (pol)	Líquido (pol)	Entrada (pol)	Saída (pol)			
HCM 009	1/2"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	102	252	2,4
HCM 012	1/2"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	102	252	2,4
HCM 015	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	130	252	3,1
HCM / HCZ 018	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	130	252	3,1
HCM / HCZ 022*	1/2"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	130	252	3,1
HCM / HCZ 028*	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	170	291	6
HCM / HCZ 032	5/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 036	5/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 040	5/8"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 044	7/8"	5/8"	1/2"	5/8"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 050	7/8"	5/8"	1/2"	5/8"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 056	7/8"	5/8"	1/2"	5/8"	1/2"	170	384	7,5
HCM / HCZ 064	7/8"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	70	384	7,5
HGM / HGZ 072	1 1/8"	3/4"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
HGM / HGZ 080	1 1/8"	3/4"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
HGM / HGZ 100	1 1/8"	3/4"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
HGM / HGZ 125	1 1/8"	7/8"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
HGM / HGZ 144	1 1/8"	7/8"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
HGM / HGZ 160	1 1/8"	7/8"	5/8"	3/4"	5/8"	220	455	14
LCM / LCZ 022	5/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	130	252	3,1
LCM / LCZ 028	5/8"	1/2"	3/8"	1/2"	1/2"	130	252	3,1
LCM / LCZ 044	7/8"	5/8"	1/2"	5/8"	1/2"	220	384	7,5
LCM / LCZ 050	7/8"	5/8"	1/2"	5/8"	1/2"	220	384	7,5
LGM / LGZ 088	1 1/8"	3/4"	1/2"	3/4"	5/8"	220	350	10
LGM / LGZ 100	1 1/8"	3/4"	1/2"	3/4"	5/8"	220	350	10

\* Para os modelos HCM / HCZ - LGM / LGZ 022 e 028 na opção monofásica, a linha de sucção é de 5/8".

Fuente: (Danfoss, 2005)



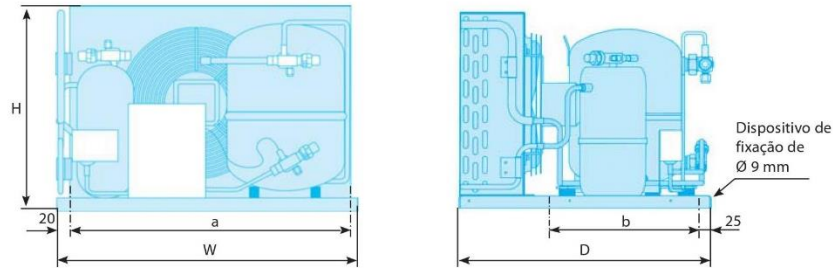


## Datos generales



## Dados Gerais

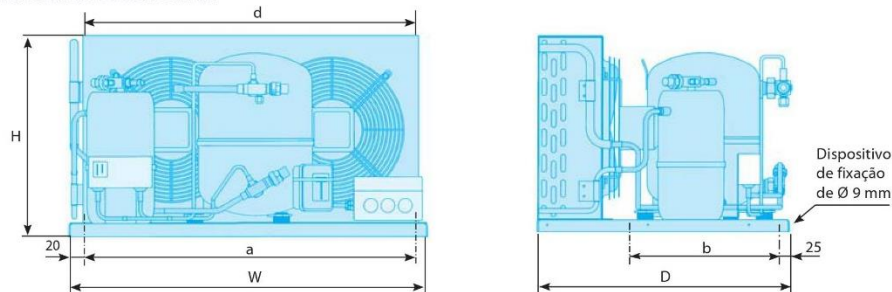
### DIMENSIONAL COMPACT LINE



Modelos	Dimensões gerais			Fixação	
	W (mm)	D (mm)	H (mm)	a (mm)	b (mm)
HCM 009	550	450	345	400	405
HCM 012	550	450	345	400	405
HCM 015	700	500	442	660	300
HCM / HCZ 018 *	700	500	442	660	300
HCM / HCZ 022*	700	500	442	660	300
HCM / HCZ 028	800	600	548	760	400
HCM / HCZ 032	800	600	548	760	400
HCM / HCZ 036	800	600	548	760	400
HCM / HCZ 040	800	700	696	760	450
HCM / HCZ 044	800	700	696	760	450
HCM / HCZ 050	800	700	696	760	450
HCM / HCZ 056	800	700	696	760	450
HCM / HCZ 064	800	700	696	760	450
LCM / LCZ 022 *	700	500	442	660	300
LCM / LCZ 028 *	700	500	442	660	300
LCM / LCZ 044	800	600	548	760	400
LCM / LCZ 050	800	700	696	760	450

\*Para as opções de montagem 49 e 50, considerar as dimensões das unidades HCM / HCZ 028.

### DIMENSIONAL BLUE STAR



Modelos	Dimensões gerais			Fixação	
	W (mm)	D (mm)	H (mm)	a (mm)	b (mm)
HGM / HGZ 072	1200	800	671	1160	500
HGM / HGZ 080	1200	800	671	1160	500
HGM / HGZ 100	1200	800	671	1160	500
HGM / HGZ 125	1500	870	975	1460	500
HGM / HGZ 144	1500	870	975	1460	500
HGM / HGZ 160	1500	870	975	1460	500
LGM / LGZ 088	1200	800	671	1160	500
LGM / LGZ 100	1200	800	671	1160	500

Fuente: (Danfoss, 2005)

**CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS**

Modelos	Compressor								Ventilador	
	MCC - Corrente máxima de serviço (A)				LRA - Corrente de rotor bloqueado (A)				Corrente nominal (A)	Potência consumida (W)
	230V/1F	230V/3F	380V/3F	440V/3F	230V/1F	230V/3F	380V/3F	440V/3F	220V/1F	220V/1F
HCM 009	5,3	--	--	--	17,0	--	--	--	1 x 0,55	1 x 80
HCM 012	6,5	--	--	--	20,8	--	--	--	1 x 0,55	1 x 80
HCM 015	7,7	--	--	--	24,6	--	--	--	1 x 1,1	1 x 170
HCM / HCZ 018	13,0	9,0	7,0	5,0	51,0	38,0	16,0	16,0	1 x 1,1	1 x 170
HCM / HCZ 022	17,0	11,0	8,0	6,0	49,3	38,0	16,0	16,0	1 x 1,5	1 x 240
HCM / HCZ 028	25,0	16,0	11,0	7,5	81,0	57,0	23,0	23,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 032	26,5	18,0	9,0	8,0	84,0	60,0	35,0	35,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 036	30,0	17,0	9,5	9,0	84,0	74,0	35,0	30,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 040	34,0	22,0	--	10,0	99,0	98,0	--	38,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 044	34,0	22,0	13,0	9,5	103,0	115,0	78,0	42,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 050	37,0	25,0	13,5	12,0	143,0	115,0	78,0	42,0	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 056	--	--	--	--	--	--	--	--	1 x 2,2	1 x 450
HCM / HCZ 064	53,0	29,0	17,5	15,0	148,0	137,0	72,0	67,0	1 x 2,2	1 x 450
HGM / HGZ 072	--	31,0	18,5	15,5	--	135,0	100,0	80,0	2 x 2,2	2 x 450
HGM / HGZ 080	--	36,0	22,5	18,0	--	155,0	102,0	80,0	2 x 2,2	2 x 450
HGM / HGZ 100	--	43,0	26,0	22,0	--	157,0	110,0	90,0	2 x 2,2	2 x 450
HGM / HGZ 125	--	54,0	30,0	27,0	--	210,0	150,0	105,0	2 x 2,2	2 x 450
HGM / HGZ 144	--	64,0	40,0	30,0	--	259,0	165,0	115,0	2 x 2,2	2 x 450
HGM / HGZ 160	--	70,0	46,0	36,0	--	259,0	165,0	130,0	2 x 2,2	2 x 450
LCM / LCZ 022	17,0	11,0	5,0	6,0	49,3	38,0	22,5	16,0	2 x 1,1	2 x 170
LCM / LCZ 028	25,0	16,0	8,5	7,5	81,0	57,0	32,0	23,0	2 x 1,1	2 x 170
LCM / LCZ 044	34,0	22,0	11,0	9,5	103,0	115,0	57,0	42,0	2 x 1,5	2 x 240
LCM / LCZ 050	37,0	23,0	15,0	12,0	143,0	115,0	64,0	40,0	2 x 1,5	2 x 240
LGM / LGZ 088	--	43,0	23,0	22,0	--	157,0	110,0	90,0	2 x 2,2	2 x 450
LGM / LGZ 100	--	54,0	30,0	27,0	--	210,0	150,0	105,0	2 x 2,2	2 x 450

**Nota:** Os dados eléctricos do ventilador podem variar ligeiramente, dependendo do fabricante do motor.

**MCC é a corrente máxima na qual o protetor interno desliga o compressor.**

Toda a fiação elétrica deve cumprir legislação local e nacional.

**Sob condições normais, a corrente de operação da unidade condensadora será menor.**

Instalar um fusível de proteção (fusíveis de tempo) específico para motores. Não subdimensionar os contadores, o que poderia resultar na queima do motor.

Fuente: (Danfoss, 2005)

## Instalación



## Instalação e Manutenção

### LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE

A unidade condensadora deve estar localizada em uma área bem ventilada, na qual o fluxo de ar não deve ser restringido.

É importante verificar que não haja recirculação do fluxo de ar do

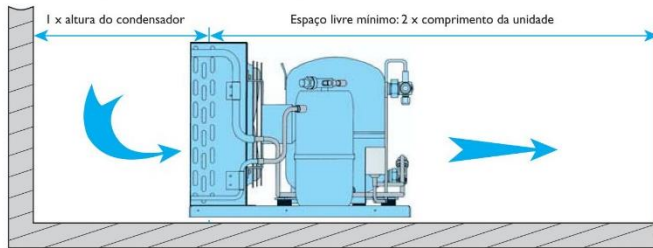
condensador e que a temperatura do ar ambiente esteja sempre em conformidade com a seleção da unidade condensadora.

Certificar-se de que a unidade esteja protegida contra intempéries.

Verificar a rotação adequada do ventilador (ar em direção ao compressor).

Para otimizar as condições de operação da unidade, a serpentina do condensador deve ser limpa regularmente.

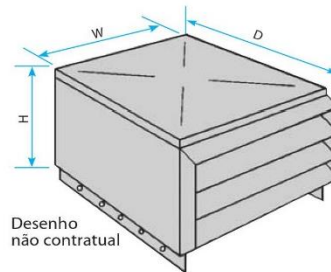
### Recomendação do local de instalação da unidade



### Carenagem

Para instalação externa, providenciar um abrigo ou utilizar a carenagem apropriada Blue Star. A Danfoss pode fornecer carenagens, que são feitas de chapas pintadas em epóxi.

Quando a unidade condensadora é instalada em uma máquina de refrigeração montada em fábrica, verificar se a caixa da máquina não restringe o fluxo de ar do condensador.



Modelos	Dimensões gerais			Código de carenagem
	W (mm)	D (mm)	H (mm)	
HCM 009	450	612	365	191U1265
HCM 012	450	612	365	191U1265
HCM 015	705	514	456	191U1270
HCM / HCZ 018	705	514	456	191U1270
HCM / HCZ 022	705	514	456	191U1270
HCM / HCZ 028	805	614	550	191U1272
HCM / HCZ 032	805	614	550	191U1272
HCM / HCZ 036	805	614	550	191U1272
HCM / HCZ 040	805	714	705	191U1272
HCM / HCZ 044	805	714	705	191U1272
HCM / HCZ 050	805	714	705	191U1272
HCM / HCZ 056	805	714	705	191U1272
HCM / HCZ 064	805	714	705	191U1272
HGM / HGZ 064	1250	875	700	191U1263
HGM / HGZ 072	1250	875	700	191U1263
HGM / HGZ 080	1250	875	700	191U1263
HGM / HGZ 100	1250	875	700	191U1263
HGM / HGZ 125	1550	945	1000	191U1264
HGM / HGZ 144	1550	945	1000	191U1264
HGM / HGZ 160	1550	945	1000	191U1264
LCM / LCZ 022	705	514	456	191U1270
LCM / LCZ 028	805	614	550	191U1271
LCM / LCZ 044	805	714	705	191U1272
LCM / LCZ 050	805	714	705	191U1272
LGM / LGZ 088	1250	875	700	191U1263
LGM / LGZ 100	1250	875	700	191U1263

Fuente: (Danfoss, 2005)