

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL



“PREPARACION Y ALMACENAMIENTO DE
PRODUCTOS CONGELADOS”

Tesis para optar al Título
de Ingeniero Naval,
Mención Máquinas Marinas.

PROFESOR PATROCINANTE.
SR. Héctor Legue L.
Ingeniero Civil Mecánico.
Mención Ingeniería Oceánica.

JUAN CARLOS ORDÓÑEZ MUÑOZ

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de **Ingeniero Naval**, mención **Máquinas Marinas**.

EXAMEN DE TITULO:

Nota de Presentación (Ponderada) (1) : 4,402
Nota de Examen (Ponderada) (2) : 1,340
Nota Final de Titulación (1+2) : 5,74

COMISIÓN EXAMINADORA:

PROF. FREDY RIOS M.
DECANO

PROF. HECTOR LEGÜE L
EXAMINADOR

PROF. MARIO LOAIZA O.
EXAMINADOR

PROF. CARLOS SANGUINETTI V.
EXAMINADOR

PROF. MILTON LEMARIE O.
SECRETARIO ACADEMICO



[Firma]
FIRMA

[Firma]
FIRMA

[Firma]
FIRMA

[Firma]
FIRMA

[Firma]
FIRMA

Valdivia, SEPTIEMBRE 29 DE 2006.

Nota de Presentación : $NC/NA \cdot 0,6 + \text{Nota de Tesis} \cdot 0,2$

Nota Final : $\text{Nota de Presentación} + \text{Nota de Examen} \cdot 0,2$

NC : Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis.

NA : Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida la Práctica Profesional.

AGRADECIMIENTOS.

Para empezar quisiera dedicar este trabajo a todas las personas que han participado en mi vida, ya sea de buena o mala manera, ya que todos han ayudado en mi formación personal y profesional. Pero quisiera dedicarlo a mis padres y familia, y hoy en especial a mi tío Alfonso Contreras y a mi amigo Raúl Hernández, para que sigan adelante, con fuerza y cariño.

También quisiera agradecer a mi familia en especial a mis padres y hermanos, que sin su apoyo y amor, quizás no hubiera logrado llegar hasta esta instancia. También quisiera agradecer a todos mis tíos y primos, principalmente a aquellos que me han acogido en sus casas como a un verdadero hijo y hermano, les agradezco su trato y cariño, por que sin ese apoyo tampoco hubiese logrado lo que hasta hoy he hecho.

Quisiera dar las gracias a mi Polola, que sin su insistencia no hubiera terminado esto, por que ha sido una gran pilar para mi.

Quisiera agradecer a todos los que han sido, son y siempre serán mis amigos y amigas, en especial a cada uno de ellos y ellas, por que me han premiado con su amistad. A mis amigos del barrio que son un brazo que no deja caer. A mis amigos que hice en la universidad, particularmente a los de la carrera, que con ellos pase noches de fuerte estudio y carrete. También a mis amigos de La Serena, que a la distancia siempre estuvieron con migo. Y por ultimo quiero agradecer de todo corazón, a las familias de mis amigos en especial a sus padres, ya que muchos me acogieron como parte de ellos, tratándome como de la familia, de verdad gracias

No quiero dejar de lado al scoutismo, con mucho sentimiento y cariño al grupo La Merced, en especial a mi equipo S.S. (13-10-1998) al cual jamás olvidare, ya que allí aprendí gran parte de cómo enfrentar la vida y como tratar de ser una mejor persona.

No puedo olvidar a todas las personas que trabajan en la universidad. A los profesores que con sus exigencias no nos dejaban vivir nuestra juventud, en especial a aquellos que creyeron en nosotros. A los funcionarios, que cumplen una labor importante en lo social de nuestra formación profesional.

Y por ultimo quisiera volver a agradecer a todos los que en mi vida me han dejado una enseñanza, buena o mala, ya que con todas me he formado y aprendido, y espero seguir haciéndolo.

A todos ustedes gracias por todo, y que tengan buena caza.

ÍNDICE.

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO I: CONGELACIÓN.	4.
1.1. Definición de congelación.	4.
1.1.1. Proceso de Congelación.	4.
1.1.2. Duración de la Congelación.	4.
1.1.3. Velocidad de Congelación (°C/h).	5.
1.1.4. Velocidad de Avance del Frente de Congelación (cm./h).	5.
1.1.5. Duración del Almacenamiento.	5.
1.1.6. Conservación de Alta Calidad.	5.
1.1.7. Duración Práctica del Almacenamiento.	6.
1.2. Aspectos de la congelación.	6.
1.2.1. Aspectos Físicos de la Congelación.	6.
1.2.2. Aspectos Bioquímicos de la Congelación.	11.
1.2.3. Aspectos Microbiológicos de la Congelación.	12.
1.2.4. Aspectos Nutricionales.	12.
1.2.5. Aspectos Técnicos.	13.
1.3. Elaboración, Embalaje y Procesos de Congelación.	14.
1.3.1. Elaboración Previa a la Congelación.	14.
1.3.2. Embalaje de los Productos.	16.
1.3.3. Procesos de Congelación.	19.
CAPITULO II: ALMACENAMIENTO EN ESTADO CONGELADO.	33.
2.1. Cadena de Frío.	33.
2.2. Almacén Frigorífico.	34.
2.2.1. Mantenimiento y Limpieza de la Cámara Frigorífica.	35.
2.2.2. Determinación de la Ubicación de la Cámara Frigorífica.	36.
2.2.3. Construcción de Almacenes Frigoríficos.	37.
2.2.4. Diseño del Almacén Frigorífico.	37.
2.3. Transporte Frigorífico.	48.
2.3.1. Vehículos de Transporte.	49.
2.3.2. Manejo y almacenamiento durante el transporte.	52.
2.4. Modificación de la calidad durante el almacenamiento.	54.
2.4.1. Modificaciones Físicas, Químicas y Bioquímicas.	54.

2.4.2.	Relación entre Temperatura y Duración de Almacenamiento.	55.
2.5.	Descongelación.	55.
2.5.1.	Métodos de Descongelación.	55.
CAPITULO III: GASES REFRIGERANTES.		59.
3.1.	Definición y Clasificación de los Refrigerantes.	59.
3.1.1.	Definición.	59.
3.1.2.	Identificación de Refrigerantes.	59.
3.1.3.	Requerimientos de los Refrigerantes.	61.
3.1.4.	Clasificación de los Refrigerantes.	63.
3.1.5.	Clasificación Combinada.	64.
3.2.	Características de algunos refrigerantes.	66.
3.3.	Humedad en las instalaciones frigoríficas.	74.
3.3.1.	Precauciones Generales Contra la Humedad.	74.
3.4.	Mezclas de Refrigerantes.	75.
3.4.1.	Mezclas Zeotrópicas.	76.
3.4.2.	Mezclas Azeotrópicas.	77.
3.5.	Código de Colores para los Cilindros de Refrigerantes.	78.
3.6.	Gases Refrigerantes y su Incidencia en el Cambio Climático.	79.
3.6.1.	Contaminación Atmosférica.	79.
3.6.2.	Los CFCs y la Capa de Ozono.	80.
3.6.3.	Gases de Efecto Invernadero.	81.
3.6.4.	Situación de los Gases Refrigerantes.	82.
3.7.	Recomendaciones del instituto internacional del frío.	84.
CAPITULO IV: COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN.		86.
4.1	Funcionamiento de un Sistemas de refrigeración.	86.
4.1.1.	Refrigeración por compresión.	86.
4.1.2.	Refrigeración por absorción.	87.
4.2	Circuito de Refrigeración y sus Componentes.	89.
4.2.1.	Instalación frigorífica.	89.
4.2.2.	Funcionamiento de la Instalación.	89.
4.3	Unidad Condensadora.	90.
4.3.1.	Compresor.	90.
4.3.2.	Condensadores.	100.
4.3.3.	Tratamiento del Agua.	106.
4.4	Unidad de Expansión y Válvulas.	107.

4.4.1. Tubos Capilares (como unidad de expansión).	107.
4.4.2. Válvulas de Expansión Termostáticas.	108.
4.4.3. Válvulas Manuales.	114.
4.4.4. Válvula Solenoide.	124.
4.5 Unidad Evaporadora.	125.
4.6 Accesorios y Tuberías.	128.
4.6.1. Presostatos.	128.
4.6.2. Manómetros.	131.
4.6.3. Termostatos.	131.
4.6.4. Separador de Aceite.	134.
4.6.5. Indicador de Líquido y Humedad.	135.
4.6.6. Intercambiador de Calor.	137.
4.6.7. Recipientes de Líquido.	138.
4.6.8. Filtro Deshidratados	139.
4.6.9. Acumuladores de Succión o Separador de Liquido	140.
4.6.10. Torre de Enfriamiento.	143.
4.6.11. Bombas.	143.
4.6.12. Tuberías.	143.
CONCLUSIÓN.	148.
ANEXO.	149.
Glosario.	149.
BIBLIOGRAFÍA.	176.

RESUMEN.

El presente trabajo entrega una guía de refrigeración, realizada por una recopilación bibliográfica para ser utilizada en proyecto y en el mantenimiento de cámaras frigoríficas, se entregan antecedentes desde la congelación, procesos, refrigerantes, componentes de un circuito de refrigeración, finalmente se entrega un programa computacional para ser utilizado en cuantificar las necesidades frigoríficas para un proyecto de cámaras de frío.

SUMMARY.

The present work gives a refrigeration guide, carried out by a bibliographical summary to be used in project and in the maintenance of refrigerating cameras, they surrender antecedents from the freezing, processes, coolant, components of a refrigeration circuit, finally he/she surrenders a software to be used in quantifying the refrigerating necessities for a project of cameras of he/she fried.

INTRODUCCIÓN.

La congelación es uno de los procesos más comunes utilizados en la preservación de los alimentos. Se sabe que la disminución de la temperatura, reduce la actividad de microorganismos y enzimas, previniendo de esta forma el deterioro de los alimentos.

Por lo anteriormente dicho se utiliza la congelación para mantener los alimentos durante un periodo de tiempo mayor que el que nos permite la refrigeración, ya que en este proceso se solidifica una gran parte de agua contenida en el alimento. Estos alimentos congelados se deben almacenar en estas condiciones hasta el momento de su consumo, dependiendo su valor nutritivo del tipo de alimento y el tiempo de congelación. Estos almacenes deben ser diseñados y construidos de tal forma que impidan el rompimiento de la cadena de frío y así asegurar que el producto se mantiene a la temperatura en que fue congelado.

En el presente trabajo, se hablará sobre la preservación de productos congelados, ya sea en tierra o durante su transporte. Además se presentarán diversos procesos de congelación y el almacenamiento de productos durante cierto tiempo; este capítulo servirá para contextualizar el trabajo realizado.

El tema fue elegido por la importancia para el hombre de hoy, el de mantener sus alimentos frescos por la mayor cantidad de tiempo posible, procurando que el producto se mantenga en las mejores condiciones. Por esto es que se incluye en la investigación, las causas de los cambios que sufren los productos en el proceso de congelamiento.

En este trabajo se utilizó como bibliografía esencial la Enciclopedia de la Climatización, en su tomo II Refrigeración. La metodología utilizada fue de investigación en biblioteca, en artículos e Internet. No se pretende en ninguna forma ser un manual Técnico, ni un curso de refrigeración. El énfasis principal se hace en los diferentes componentes y accesorios de un sistema de refrigeración, así mismo se tratan otros temas complementarios con el objetivo de proporcionar un conocimiento a fondo de una manera detallada; tales como los aspectos de la congelación y las propiedades y características de los refrigerantes.

Entre los objetivos específicos planteados en este trabajo se encuentran:

- Exponer la importancia de conocer los procedimientos a los que se ven sometidos los productos antes de su almacenamiento.
- Identificar y conocer los refrigerantes más utilizados en el mundo, con sus propiedades y características; y la incidencia de estos en el medio ambiente.

- Explicar por medio del diseño de una cámara frigorífica, las necesidades frigoríficas.
- Identificar los equipos y dispositivos básicos de un sistema de refrigeración.

El objetivo general de realizar este trabajo, es dar a conocer los cambios que sufre un producto al ser congelado y durante su transporte, dependiendo del uso que se le da a la cámara frigorífica.

De este objetivo se desprende la siguiente hipótesis:

Los productos congelados sufren cambios físicos, biológicos y microbiológicos, dependiendo de su manipulación en la cadena de frío y por ésta misma.

La estructura del trabajo es:

- Proceso de congelación
- Diseño básico de una frigorífica.
- Refrigerantes.
- Componentes de una cámara de refrigeración.
- Software sobre las necesidades frigoríficas.

CAPITULO I: CONGELACIÓN.

1.1. DEFINICIÓN DE CONGELACIÓN.

Este proceso se utiliza de manera general para enfriar los productos a una temperatura de -10°C , de esta forma se consigue preservar la calidad inicial y la integridad del producto con vista a su posterior consumo.

Para obtener este efecto, una proporción significativa de agua, que contienen los productos, debe ser convertida en hielo y mantener este estado durante todo el tiempo que dure el almacenamiento, para que así no existan en lo posible modificaciones físicas, químicas y microbiológicas, lo que en caso contrario, llevaría al deterioro del producto.

En la practica industrial y comercial existentes, se utilizan dos gamas de temperaturas para el almacenamiento y distribución del producto, ya sea congelado o ultracongelado. La denominación de congelado se aplica a los productos mantenidos a una temperatura de -10°C durante el almacenamiento y distribución. El término de ultracongelado implica que la temperatura se mantiene a -18°C o más.

1.1.1. Proceso de Congelación.

Durante este proceso los productos pasan por distintas fases:

- a. Precongelación; tiempo en el cual el producto, a su temperatura original, es sometido a la congelación, en el momento en que comienza la cristalización del agua (temperatura crioscópica);
- b. Congelación; tiempo durante el cual el producto es congelado a una temperatura prácticamente constante, el calor extraído se emplea en transformar el agua del producto en hielo (calor latente);
- c. Reducción de la temperatura de almacenamiento; periodo en el cual se disminuye la temperatura, desde la temperatura en que la mayor parte de agua se ha transformado en hielo hasta la temperatura final deseada.

1.1.2. Duración de la Congelación.

Es el tiempo que comprende desde el comienzo de la precongelación hasta obtener la temperatura final deseada. Este lapso de tiempo depende los siguientes factores, (a)

temperatura inicial y final, (b) cantidad de calor a extraer y (c) dimensiones (espesor) y forma del producto. Además de los factores recién nombrados hay que tener en cuenta los parámetros de transmisión térmica.

1.1.3. Velocidad de Congelación (°C/h).

Es el cociente de la diferencia entre temperatura inicial y temperatura final, por la duración de la congelación.

1.1.4. Velocidad de Avance del Frente de Congelación (cm./h).

Es otra expresión de la rapidez de congelación por medio de la velocidad a la que se desplaza el frente de hielo a través del producto. Esta velocidad es mayor cerca de la superficie que hacia el centro.

La calidad de un producto congelado depende de la velocidad a la que éste es congelado. Dicha velocidad se define como la distancia mínima entre la superficie y el punto crítico, partida por el tiempo en el que el punto crítico ha pasado desde 0°C a -15°C.

Se considera:

- Lenta: < 1 cm/h, por ejemplo un congelador doméstico con el aire inmóvil a -18°C.
- Media: 1-5 cm/h, en un túnel de aire frío a 20 Km/h y -40°C.
- Rápida: > 5cm/h, en la inmersión en nitrógeno líquido.

1.1.5. Duración del Almacenamiento.

Las reacciones físicas y químicas que se producen en un alimento congelado producen una pérdida gradual, acumulativa e irreversible en la calidad del producto, después de algún tiempo el producto ya no sirve para el consumo debido a la transformación sufrida.

1.1.6. Conservación de Alta Calidad.

Es el tiempo que transcurre entre el momento en que se congela un producto de alta calidad y el momento en que se detecta una diferencia en relación con la calidad luego

de ser descongelada. Esta diferencia se establece cuando el 70% de los degustadores pueden distinguir una variación entre el producto y la muestra patrón.

1.1.7. Duración Práctica del Almacenamiento.

En el almacenamiento de productos congelados es importante que estos conserven sus propiedades características y sea propicio para el consumo, ya sea en su estado inicial o en la transformación que se le destine.

1.2. ASPECTOS DE LA CONGELACIÓN.

La congelación es un excelente medio para mantener casi inalterable, durante tiempos extensos, las características originales de los productos perecibles. Esta conservación se debe por la disminución de la temperatura, ya que esta retarda las reacciones bioquímicas e inhibe las actividades microbianas.

El agua es el mayor componente de casi todos los alimentos. Durante la congelación, la nucleación del hielo y el crecimiento de los cristales provocan numerosas modificaciones, físicas, bioquímicas y microbiológicas.

Las modificaciones en el proceso de la congelación y del almacenamiento son marcadas en el ámbito físico-químico, pero son diferencias apenas perceptibles en el producto finalmente consumido.

Para obtener el mejor aprovechamiento de la congelación y reducir algunas reacciones no deseables, es importante determinar con exactitud los tratamientos anteriores a la congelación. Mayor importancia tiene la calidad de la materia prima. Para asegurar que el producto que se ofrece al consumidor es el mejor, hay que escoger bien los aspectos físicos, fisicoquímicos y bioquímicos del tratamiento que se le deba aplicar al producto.

1.2.1. Aspectos Físicos de la Congelación.

1.2.1.1. Formación de Hielo.

Durante el proceso de congelación existen transformaciones en el producto, como la formación del hielo debido a la presencia de soluciones acuosas diluidas, esto sucederá cuando el producto enfriado por debajo de los 0°C, llegue a la temperatura crioscópica,

que es también la temperatura característica de fusión. La temperatura del comienzo de la congelación depende de la concentración molar de sustancias disueltas y no de su contenido en agua; por ejemplo, las frutas muy ricas en agua, tienen un punto de congelación de -2 a -3°C , mientras que las carnes poseen un punto de congelación a -1°C ; esto se debe a la gran concentración de azúcares y ácidos en las frutas, ya que en las carnes la concentración es más débil.

1.2.1.2. Cristalización del Hielo.

Una vez que el agua se ha comenzado a congelar se genera la cristalización del hielo, que se produce luego de una sobrefusión, y la congelación es acompañada de una elevación de temperatura cercana a la crioscópica. Cuando el agua ha comenzado a congelarse la cristalización dependerá de la velocidad del enfriamiento o congelación.

Para que la cristalización se produzca más fácilmente se necesita la existencia de alguna partícula o sal insoluble que actúe como núcleo de cristalización. Cuanto menor es la temperatura, más fácilmente ocurre el fenómeno, formándose un mayor número de agregados cristalinos y, consecuentemente, el tamaño de los cristales es menor. Por el contrario a una temperatura próxima al punto de fusión, la nucleación es lenta, los núcleos cristalinos son pocos y, por tanto, resultan cristales relativamente grandes.

Al estudiar al microscopio las formas de los cristales de hielo, se observa que la congelación rápida produce cristales pequeños más o menos redondeados mientras que la congelación lenta da lugar a cristales mayores, alargados o en agujas. Esta congelación lenta tiene como consecuencia la rotura de las fibras y paredes celulares perdiendo el alimento parte de sus propiedades.

En alimentos sólidos o de viscosidad elevada el tamaño de los cristales varía en una zona u otra del alimento. En las zonas periféricas los cristales se forman rápidamente y son de pequeño tamaño, mientras que en el interior la transferencia de calor es más difícil y los cristales crecen más lentamente alcanzando un mayor tamaño. En la figura 1 se representa esquemáticamente la formación de cristales en diversas condiciones del proceso de congelación.

Al ir reduciendo la temperatura se alcanza un punto en el que agua restante conjuntamente con los solutos que han ido concentrándose se solidifican juntos en un punto de saturación llamado punto eutéctico, este punto es muchas veces inferior a los que son capaces de alcanzar muchos congeladores comerciales. Esto permite que queden pequeñas cantidades de agua no congelada que permite sobrevivir a algunos microorganismos, aunque no es posible su crecimiento y reproducción.

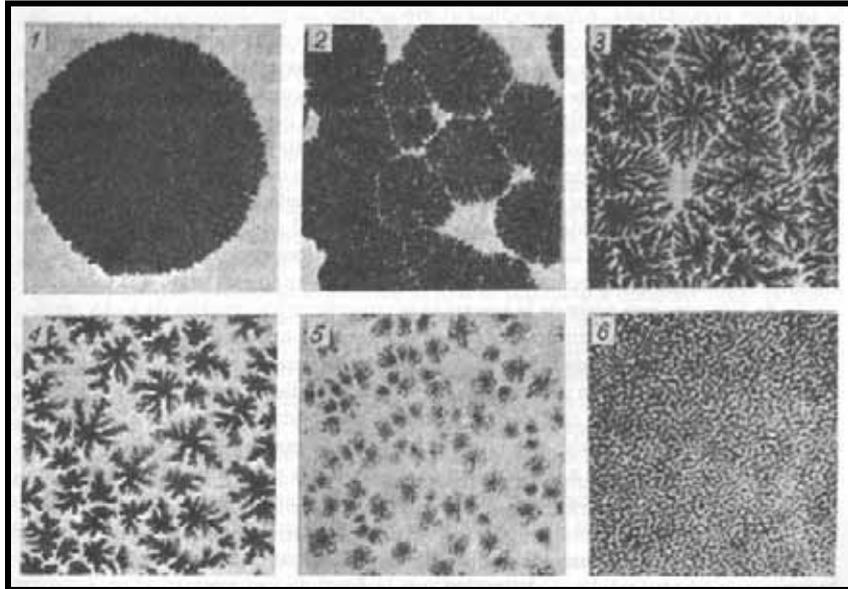


Figura 1. Relación existente entre número y tamaño de los cristales de hielo formados a distintas temperaturas.

1.2.1.3. Cambios Dimensionales.

La congelación también produce el aumento de volumen del agua que es del 8 al 10% y en los alimentos es de aproximadamente un 6%. Esto explica un cambio dimensional del producto en el proceso ya que va acompañado de una dilatación de este. Debido a este fenómeno los alimentos más ricos en agua se expanden más que aquellos cuyo contenido es menor. Esto puede dar lugar a fracturas o agrietamientos. Es importante tenerlo en cuenta a la hora de fabricar el envase si este puede ir muy ajustado y también en el momento de diseñar los equipos.

1.2.1.4. Conductividad Térmica.

El hielo también posee una conductividad térmica, que es cuatro veces mayor que la del agua. Siendo un factor importante en la rapidez congelación.

1.2.1.5. Calor Desprendido Durante la Congelación.

La cantidad de calor eliminado durante la congelación depende en gran medida del agua congelable. Esta cantidad se debe a tres factores:

- a. La variación de la entalpía de enfriamiento de la temperatura inicial al punto de congelación,
- b. El calor latente de congelación, y

- c. La variación de entalpía de enfriamiento del punto de congelación a la temperatura final.

1.2.1.6. Tiempos de Congelación.

La duración real de los tiempos de congelación, depende de factores concernientes al producto a congelar y los equipos a utilizar:

- Dimensiones y forma del producto (espesor),
- Temperatura inicial y final,
- Temperatura del refrigerante,
- Coeficiente de transferencia de calor superficial del producto,
- Variación de entalpía, y
- Conductividad térmica del producto.

Los tiempos de congelación para un producto se pueden medir experimentalmente, observando las temperaturas del producto. Los cálculos son difíciles a causa de los numerosos parámetros que intervienen.

El tiempo de congelación de un producto depende de su naturaleza y del procedimiento empleado. El cálculo del tiempo empleado en congelar un producto es muy complejo. Gracias a la fórmula del tiempo de congelación de Plank, se puede determinar éste tiempo.

$$t = \frac{\Delta H * \gamma}{\Delta \zeta} * \frac{1}{N} * D * \left(\frac{D}{4 * \lambda} + \frac{1}{\alpha} \right)$$

Donde:

- **ΔH :** Reducción de entalpía que sufrirá el producto (KJ/kg).
- **γ :** Masa volumétrica del producto congelado (kg/m³).
- **λ :** Coeficiente de conductividad térmica en congelación (W/m °C).
- **D :** Espesor, medido en paralelo al flujo de calor. (m).
- **N :** Coeficiente que caracteriza la forma, siendo N=2 para una placa, N=4 para un cilindro y N=6 para una esfera.
- **$\Delta \zeta$:** Incremento de temperatura entre el medio refrigerador y la temperatura de congelación. (°C).
- **α :** Coeficiente superficial de transmisión térmica entre el medio refrigerante y el producto, teniendo en cuenta el embalaje. (W/m°C).

Para un producto determinado, de forma y tamaño determinados, el tiempo de congelación depende solamente de las características del proceso.

Para un mismo proceso, el tiempo de congelación depende del espesor, forma y volumen del producto y de su diferencia de entalpía.

1.2.1.7. Fin de la Congelación.

El proceso de la congelación concluye cuando la mayor cantidad de agua congelable del producto, se transforma en hielo en el centro térmico del producto. Si se retira el producto del congelador antes de este momento, puede resultar una congelación muy lenta en el centro de este, trayendo como consecuencia una pérdida de su calidad, por esto es preferible continuar con el enfriamiento hasta descender a una temperatura de equilibrio de -18°C .

1.2.1.8. Desecación de los Alimentos.

El proceso de desecación es cuando la capa de aire entre el producto y el envoltorio está sometida a las variaciones de temperatura, cuando la temperatura exterior disminuye, la cara interna del embalaje está más fría que el producto y el hielo se sublima, condensándose en forma de escarcha sobre el interior del embalaje, cuando la temperatura ambiente aumenta, el proceso es el inverso el vapor de agua se condensa en la superficie del producto.

1.2.1.8.1. Durante la Congelación.

Si el producto no está protegido con un envoltorio impermeable y en contacto con él, habrá una cierta proporción de agua que se evaporará durante la congelación. Si el producto se encuentra en un excelente embalaje impermeable al vapor de agua antes de la congelación, no habrá pérdida de humedad del producto, pero cuando se forme una bolsa de aire entre la envoltura y el producto, el agua evaporada del producto se podrá depositar en forma de escarcha en el interior de la envoltura.

Para los productos congelados sin envasar, la pérdida de humedad puede variar entre 1 y 2 %, o incluso más. Si la congelación se realiza rápidamente, la temperatura de la superficie del producto desciende a un valor en que la evaporación del agua es débil. Las pérdidas de humedad dependerán del tipo de superficie y la forma de estos.

1.2.1.8.2. Durante el Almacenamiento.

La pérdida de humedad en esta etapa es un grave problema por el tiempo transcurrido. Los embalajes impermeables al vapor de agua y en contacto con el producto evitan toda pérdida de humedad. Pero aun se congelan alimentos sin ser embalados, o sin embalar con materiales impermeables; acá la pérdida de agua dependerá de las condiciones de almacenamiento, siendo mínima la pérdida de peso si la temperatura de la cámara se mantiene baja, constante y uniforme.

El ciclo del proceso de desecado se renueva dentro de la cámara de refrigeración, esto produce que los cristales de hielo sobre el alimento varíen mas de temperatura que la masa del producto, sublimizando nuevas cantidades de hielo. La escarcha en el interior de los embalajes puede alcanzar o superar el 20% de la masa del producto. La desecación de las capas superficiales hace aumentar la superficie expuesta y favorece el acceso del oxígeno, lo que puede dar lugar a un grave deterioro.

1.2.1.9. Modificación del Tamaño de los Cristales de Hielo en los Alimentos Congelados Durante el Almacenamiento.

Los cambios de forma y tamaño son causados por variaciones periódicas de temperatura durante el almacenamiento, si estas variaciones son grandes los cambios son más marcados y el riesgo de destrucción celular provoca mas exudado en la descongelación.

1.2.2. Aspectos Bioquímicos de la Congelación.

Los alimentos aportan al hombre el agua, diversas sales minerales, glúcidos, lípidos, prótidos y vitaminas. Frecuentemente el agua se encuentra en una gran proporción, en la cual solo una pequeña parte es incongelable (agua ligada a las proteínas o a las grandes moléculas de glucósidos).

Los alimentos vegetales son una fuente importante de sales, glúcidos, vitaminas y a veces lípidos. Los alimentos de origen animal aportan sustancias minerales, proteínas y vitaminas. Los productos lácteos son ricos en proteínas, lípidos y sales minerales.

Las frutas y hortalizas frescas, se encuentran vivas, y su composición química evoluciona al mismo tiempo que respiran y maduran.

En el curso de las operaciones que siguen a la congelación, la composición de los alimentos puede modificarse por causa de la oxidación. Toda elevación de temperatura

que siga a la recolección o matanza y hasta la compra por el consumidor, acelera las reacciones químicas, en particular la oxidación.

1.2.3. Aspectos Microbiológicos de la Congelación.

La mayor cantidad de los alimentos, ya sea animal o vegetal, están sujetos a los ataques por microorganismos. En una temperatura ambiente superior a 15 °C el ataque microbiano es tan rápido que las otras modificaciones tienen un menor papel.

La congelación tiende a prolongar la facultad de conservación de los alimentos, esto no debe considerarse como un tratamiento letal contra la contaminación microbiológica de los alimentos. Sin embargo, puede determinar la muerte de ciertos microorganismos e inhibirá el desarrollo de otros.

La congelación y el almacenamiento acaban con ciertos microorganismos presentes antes de la congelación, este proceso depende de la naturaleza del producto y del tipo de microorganismo contaminante. La congelación no puede reducir principalmente la contaminación microbiana, el estado higiénico del producto antes de ser congelado, tiene una importancia primordial. El almacenamiento a una temperatura inferior a -10°C, inhibe prácticamente el crecimiento de los microorganismos, por lo que es un estado eficaz para proteger a los alimentos contra una alteración microbiana.

En los productos que han de congelarse, la cantidad inicial de microbios debe mantenerse lo más baja posible, esto ayudará a lograr un tiempo de conservación apropiado al reducir los problemas relacionados, por ejemplo, con aromas, colores o sabores desagradables durante el almacenamiento en un congelador.

La formación de cristales en el interior de las células produce una alta mortalidad, que reducen el tamaño de la población microbiana.

1.2.4. Aspectos Nutricionales.

El valor nutricional de los alimentos congelados, está bien preservado. Este método de conservación degrada menos que los otros.

Si el alimento es congelado rápidamente y almacenado a temperatura suficientemente baja, la retención de los nutrientes es muy buena.

La congelación propiamente dicha no altera el valor nutritivo de los alimentos. Pero en eventuales etapas preparatorias y en el curso del almacenamiento en estado congelado, pueden sobrevenir pérdidas para las vitaminas menos estables.

1.2.5. Aspectos Técnicos.

1.2.5.1. Higiene.

La mayor parte de los alimentos y productos alimenticios están sujetos a los ataques de los microorganismos, apareciendo siempre contaminados por diversos organismos presentes en la cadena de las operaciones de producción. Los productos alimenticios están sometidos a otros riesgos de contaminación en el curso de la preparación anterior a la congelación, por contacto con los aparatos, las manos de los obreros, los embalajes, el aire y el agua. En razón de los riesgos sanitarios y de la degradación de la calidad que resultan de tales contaminaciones, resulta necesario realizar los mayores esfuerzos para reducir en este estado la contaminación a un nivel razonable. La congelación no debe considerarse nunca como un sustituto de las buenas practicas de higiene.

1.2.5.1.1. Contaminación Humana.

Las bacterias patógenas tienen frecuentemente un origen humano, es por tanto de primordial importancia que la atención de los empleados de la fábrica esté dirigida a la higiene personal. En ciertos casos es necesario llevar guantes de caucho y una mascarilla. Se recomienda la vigilancia médica de todo el personal manipulador de alimentos y, en ciertos casos, debe ser obligatoria. El objetivo es separar de la manipulación de alimentos, en la medida de lo posible, a toda persona susceptible de aportar algún virus o bacteria.

1.2.5.1.2. Edificios y Equipos.

Los edificios y las tuberías de evacuación están concebidos para impedir la entrada de parásitos. Muros interiores, suelos y techos, estarán recubiertos de un producto que no se descascarille y que sea resistente a detergentes y desinfectantes. Los ángulos estarán redondeados para facilitar la limpieza. El edificio será lo suficientemente espacioso como para permitir el acceso de los aparatos para la limpieza.

Los equipos se ensucian habitualmente por residuos orgánicos, actuando como portadores de microorganismos. Deben diseñarse y construirse para evitar los riesgos de orden higiénico y permitir una fácil y completa limpieza. Todas las superficies serán lisas, duras e impermeables. La limpieza y desinfección de la nave de tratamiento de

productos, comprendidos los equipos y utensilios, se efectuarán frecuentemente y a intervalos regulares.

1.3. ELABORACIÓN, EMBALAJE Y PROCESOS DE CONGELACIÓN.

1.3.1. Elaboración Previa a la Congelación.

La velocidad y tipo de alteración de los alimentos antes de su congelación depende de sus condiciones en el momento de la recolección o sacrificio y de la forma en que después se manipulen. Cuanto mayor sea la temperatura durante su manipulación, más rápidamente ocurrirán los cambios químicos o enzimáticos. Las temperaturas a que se mantienen los alimentos y otras condiciones ambientales determinan el tipo de microorganismos que en ellos se desarrollan y los cambios que sufren. Las condiciones en que se encuentra el alimento al congelarse determinan su calidad potencial una vez congelado.

1.3.1.1. Disposición y Preparación de Vegetales.

Las materias primas destinadas a congelarse deben disponerse y prepararse antes de ser sometidas a esta operación.

La calidad del alimento a congelar es de extraordinaria importancia, ya que no podrá mejorar después de su congelación, las frutas y hortalizas se seleccionan basándose en su estado de madurez y en su adaptabilidad para la congelación, previamente se lavan, se trituran, se cortan o se someten a otros tratamientos, según convenga. La mayor parte de las hortalizas se escaldan y las frutas suelen envasarse en almíbar. La mayoría de los alimentos se empaquetan antes de la congelación, sin embargo hay algunos, como las fresas, que se congelan antes de su envasado.

Las frutas y verduras destinadas a ser congeladas deben pasar por las siguientes etapas:

- Clasificación: Es un trabajo que tiene por objeto ordenar la materia prima de acuerdo con determinados criterios de calidad.
- Calibrado: Consiste en seleccionar la materia prima de acuerdo con determinadas dimensiones de límites previstos de tamaño.

- Limpiado: En esta operación se eliminan de la materia prima las porciones vegetales no comestibles o de valor inferior, así como también las suciedades orgánicas (cuerpos extraños inocuos).
- Enjuagado: Son operaciones en las cuales se retiran de la superficie de los frutos impurezas minerales, también como impurezas de tierra que provocan fuertes contaminaciones microbianas.
- Escaldado: El escaldado o blanqueado de los vegetales se practica con agua caliente o vapor, variando la duración de este tratamiento con los distintos alimentos. Este breve tratamiento térmico se practica para; inactivar la mayoría de las enzimas vegetales, que de otra forma podrían endurecer el alimento, modificar su color, marchitarlo, hacerle perder el aroma, ablandarlo o disminuir su valor nutritivo; reducir (a veces hasta en un 99%) el número de microorganismos del alimento; resaltar el color verde de algunas hortalizas, como guisantes, brócoli y espinacas; ablandar las hortalizas foliáceas, como la espinaca, con lo que se envasan mejor; la eliminación del aire encerrado en los tejidos.

1.3.1.2. Disposición y Preparación de Productos Animales.

La carne, pescados y mariscos se seleccionan teniendo en cuenta su calidad, y se procura manipularlos de forma tal que se reduzcan al mínimo las alteraciones enzimáticas y microbianas.

El destino a posteriori de los productos animales puede ser muy variado; artículos para entregar a industrias, productos para la venta, producción de alimentos a escala industrial, etc. Entre estos artículos procede establecer una clasificación:

- Semiproductos: Después de la descongelación se someten a tratamientos por el calor.
- Productos congelados y refrigerados dispuestos para la mesa: Después del tratamiento térmico se almacenan refrigerados o congelados.

La diferencia de ambos grupos es que tenga lugar o no un tratamiento térmico en el curso de la elaboración, la preparación de la carne comprende las siguientes operaciones y etapas laborales básicas:

- Descuartizado: Corte de la canal en partes previstas para tratamientos y usos distintos.

- Deshuesado: Retirado de los huesos de las masas musculares a las que se encuentran unidos.
- Despiezado: División de los cuartos en piezas de carne compactas y adecuadas para diversos fines.

La fase de preparación consiste en eliminar las porciones no comestibles y en cortar la carne.

La operación básica en la elaboración de productos refrigerados y congelados, es el tratamiento por el calor. El tratamiento térmico consigue destruir los microorganismos y la inactivación de enzimas.

El tratamiento térmico provoca cambios en las características tales como consistencia, color, capacidad fijadora de agua, olor y sabor.

La carne que se congela inmediatamente después del sacrificio sufre en el tratamiento por el calor, menores pérdidas de peso que la carne congelada después de un periodo de refrigeración. Cuanto menores son las pérdidas de peso en el calentamiento, de mejor calidad resulta la carne desde el punto de vista de su jugosidad y blandura, y de su utilización (escasa pérdida de sustancia solubles).

1.3.2. Embalaje de los Productos.

Un requisito esencial para la conservación adecuada de los productos congelados es un buen envasado, ya que no solo con el tratamiento a bajas temperaturas basta para conservar en buen estado y mantener lo mejor posible la calidad de los productos congelados durante largos periodos de almacenamiento. Por ende es necesario una protección lo mas completa y eficaz de los productos para hacer frente a la acción de factores externos nocivos.

El embalaje es el que se interpone entre el medio refrigerante y el producto que se desea congelar, ofreciendo una resistencia al paso del calor o a la penetración de frío.

1.3.2.1. Características Requeridas.

El embalaje puede ser tan diverso como los productos que pueda contener y proteger, debe soportar temperaturas bajas y altas, y satisfacer las siguientes exigencias:

- Bajo grado de permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua, así como de permeabilidad para sustancias aromáticas volátiles.

- Ausencia de reacciones químicas con el agua, grasa, ácidos y productos oleosos.
- Protección contra contaminaciones microbianas secundarias, contra la acción de sustancias nocivas vegetales y animales, contra el empolvado y el ensuciado.
- Inodoros e insípidos, y también indiferentes en los aspectos químicos y fisiológico.
- Conservación de propiedades básicas tales como la solidez ante sobrecargas mecánicas, impermeabilidad a la luz, elasticidad y falta de adherencia a los productos congelados dentro de grandes zonas de temperatura.
- Capacidad de conformación, dosificación y cierre con ayuda de maquinas.

1.3.2.2. Materiales más Importantes de Envasado y Tipos de Envases Para el Depósito de Artículos Congelados.

1.3.2.2.1. Materiales y Envases a Base de Celulosa.

- a. Cartón y papel. Estos materiales se caracterizan por la variedad de formas que admiten, fácil acoplamiento a maquinas dosificadoras y envasadoras, buenas posibilidades de almacenamiento y transporte. Sin embargo tienen una gran permeabilidad a los gases y vapor de agua, y mucha sensibilidad a la acción de la humedad y de las grasas. Se mejoran estas propiedades aplicando cera y parafina, pero las capas de estos revestimientos son muy sensibles frente a acciones externas.
- b. Celulosa regenerada. Esta se utiliza para envasar semiproductos animales en porciones, siendo el material utilizado con frecuencia el celofán. En su forma natural el celofán es permeable a gases y vapores, no siendo adecuada para la soldadura térmica. Las propiedades del celofán están determinadas por la tasa de agua existente en la hoja. La humedad normal del celofán se encuentra en un 7%, encontrándose este a una humedad del aire entre un 40% y 50%. La disminución de la humedad aumenta la fragilidad de la hoja, mientras que el aumento acentúa la tendencia a arrugarse la lámina de celofán.

1.3.2.2.2. Materiales y Envases a Base de Polímeros Sintéticos.

El desarrollo de la industria química ha creado muchos materiales sintéticos de envasado que se utilizan en forma creciente en el envasado de productos congelados.

- a. Polietileno. Poseen inmejorables barreras impermeables al vapor y al agua, resisten temperaturas hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, posibilitan la soldadura térmica, resistencia a la acción de ácidos y bases, y son inodoros. Entre los inconvenientes se puede nombrar el envejecimiento, escasa resistencia a altas temperaturas (hasta 88°C), elevada permeabilidad al oxígeno atmosférico y sustancias aromáticas, pérdidas de sus propiedades mecánicas al contacto con las grasas, así como permeabilidad para microorganismos. Se utiliza para envasado de artículos congelados prensados, pudiéndose utilizar también en carnes y aves.
- b. Polipropileno. Es algo más rígida que el polietileno, posee menor resistencia a las temperaturas bajas y es menos permeable a los gases y vapor de agua. Tiene una gran resistencia a las altas temperaturas (se reblandece a los 150°C y se funde a los 160°C). Por no tener ninguna reacción con los lípidos, se utiliza en los productos grasos. Uno de sus inconvenientes es su escasa resistencia a la luz y al oxígeno atmosférico.
- c. Poliestirol. Este se emplea generalmente para envasados al vacío. Con temperaturas bajas aumenta su resistencia a la tracción (30 % aprox.), a la torsión y a los golpes (20 % aprox.). también posee una gran resistencia al envejecimiento, no absorbe humedad. Un inconveniente es una gran permeabilidad a los gases y al vapor de agua.
- d. Polimerizados mixtos de cloruro de polivinilideno y cloruro de vinilo. Se caracterizan por su indiferencia al sabor y olor, acentuada permeabilidad a gases y vapores, capacidad de soldarse al calor, así como también su resistencia al agua, ácidos, bases y grasas. Este material resiste temperaturas entre $75 - 90^{\circ}\text{C}$, pero su calentamiento entre $30 - 50^{\circ}\text{C}$ provoca un encogimiento en este. Este material se utiliza con mucha frecuencia para envasar productos de forma irregular (principalmente canales de ave).
- e. Poliamida. Se caracterizan por una alta resistencia química y mecánica, escasa permeabilidad a los gases y una baja capacidad captadora de agua. Los materiales del tipo nylon son impermeables al vapor, impiden la oxidación, transparentes, soldables al calor y fácilmente estampables.
- f. Poliéster. Se caracteriza por su gran resistencia, escasa permeabilidad al vapor, baja permeabilidad a los gases y resistencia ante oscilaciones térmicas (de -60 a $190\text{ }^{\circ}\text{C}$). Sirven para productos grasos.
- g. Hojas de aluminio. Poseen una completa impermeabilidad a los gases y al vapor de agua, resistencia a la corrosión, estabilidad frente a los factores químicos, no se envejece, higroscopicidad y absorción de sustancias extrañas.

- h. Botes de hojalata y botes mixtos. Son hechos de chapa fina de hierro revestida de zinc, se recubre con un barniz incoloro y resistente a los ácidos. Este tipo de envase se emplea para frutas con adición de azúcar en seco o de jarabe, así como para jugos congelados.

1.3.3. Procesos de Congelación.

El proceso de congelación deberá realizarse de tal manera que se reduzcan al mínimo los cambios físicos, bioquímicos y microbiológicos, de los productos, tomando en cuenta el tipo de aparato de congelación y su capacidad, la naturaleza del producto (conductividad, dureza, forma, temperatura inicial) y el volumen de producción. En la mayoría de los productos el mejor sistema para ello es hacer que el alimento pase rápidamente por la gama de temperaturas de máxima cristalización del hielo, comprendida habitualmente entre -1°C y -5°C en el centro térmico del producto.

El proceso de congelación no se considerará completo mientras en el centro térmico del producto no se haya alcanzado una temperatura de -18°C o más baja tras la estabilización térmica. El producto que sale del aparato de congelación no deberá exponerse a humedad elevada ni a temperaturas cálidas, y habrá de trasladarse cuanto antes a una cámara frigorífica. Lo mismo vale para aquellos productos que se envasan para la venta al por menor después del proceso de congelación rápida.

Un equipo de congelación debe estar concebido para acomodarse a las tres etapas del proceso de congelación (Definición de congelación, pagina 4). Estos equipos se pueden agrupar en función del medio de transmisión térmica.

1.3.3.1. Congeladores de Contacto Directo (metal).

En estos sistemas, el alimento se pone en contacto con una placa o una banda metálica desde donde se realizará la transmisión térmica por conducción (contacto entre sólidos). Estos dispositivos aseguran un tiempo corto de congelación siempre que el producto sea un buen transmisor de calor y su espesor no sea excesivo (menor a 50 - 60 mm). Es muy importante que durante todo el proceso de congelación se mantenga un contacto estrecho entre el producto y la superficie congeladora.

Es importante que los paquetes deban estar bien llenos, si se emplean bandejas metálicas estas deben ser bien planas. Se debe mantener un estrecho contacto a lo largo de la congelación, ya que la presión de las placas o de las correas mantiene los

paquetes en su forma original, esto se aplica ya que debido al proceso de congelación el producto puede llegar a aumentar su volumen hasta un 9 %.

Se distinguen tres tipos de congeladores por contacto directo: de placas, de bandas y de tambor rotativo.

1.3.3.1.1. Congeladores de Placa.

El congelador de placas horizontales contiene entre 15 y 20 placas. El producto se ubica sobre bandejas o en cuadros metálicos. Este tipo de congelador se utiliza sobre todo para productos en bloques de 10 y 15 kg.

Este sistema contiene una serie de placas verticales enfriadas. Entre cada placa se forma un compartimento semejante a un cajón abierto, en este espacio es donde se coloca el producto. Este tipo de congelador se utiliza para congelar, pescados, despojos de pescados o de carne.

En la figura 2 se describe el funcionamiento del mecanismo hidráulico, para un congelador de placas, en la cual sus componentes son; (1) Placas de congelación, (2) Suspensión pantográfica, (3) Topes inferiores, (4) Embolo de mecanismo hidráulico, (5) Cilindro del mecanismo hidráulico, (6) Producto a congelar, (7) Topes de separación.

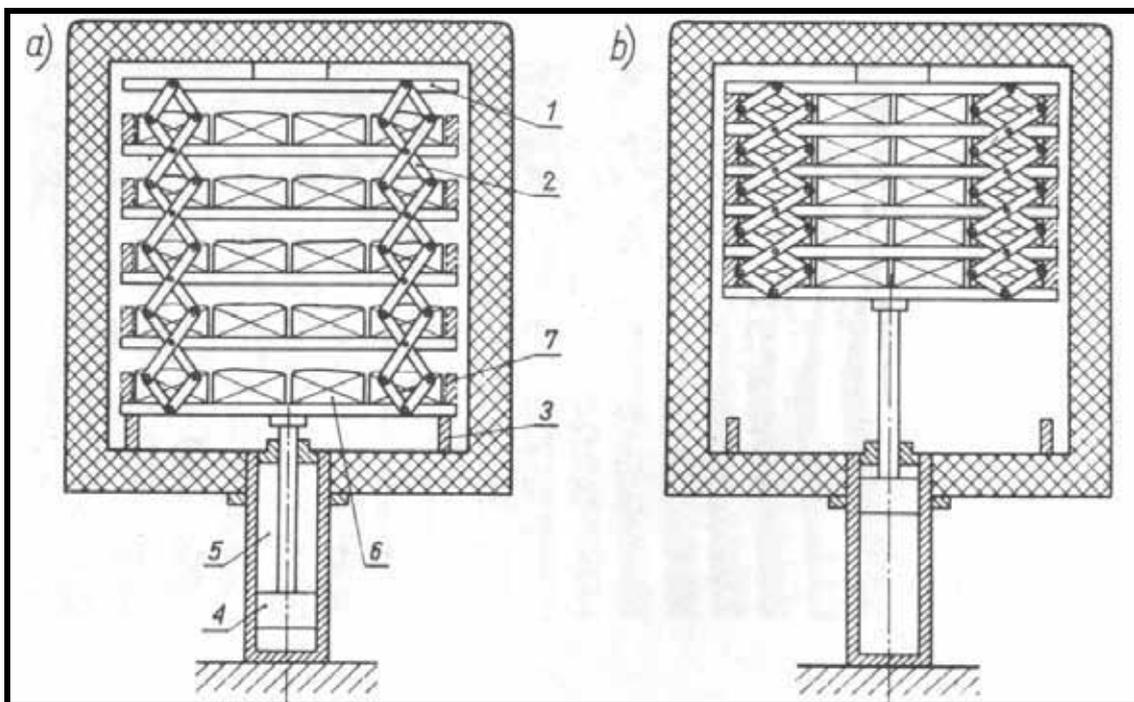


Figura 2. Esquema de cierre de placas mediante embolo hidráulico.

1.3.3.1.2. Congeladores de Contacto de Cinta o Correa.

Este sistema se utiliza para congelar capas delgadas de productos líquidos o pastosos, carne preparada y filetes de pescado.

Los productos son colocados sobre una correa simple de acero inoxidable o sujetos entre dos correas. La correa inferior esta fabricada de un acero ondulado y el superior de cinta de acero lisa. Ambas cintas se encuentran muy próximas (entre 2 a 3 mm aprox.) y atraviesan toda la zona de congelación paralelas y con producto entre ellas. En la zona de congelación se pulveriza sobre la superficie interna de las dos cintas una solución de glicol a -35°C . El glicol se enfría en evaporadores y se hace circular repetidamente. El producto es llevado desde la línea de procesado hasta el tanque de situado, sobre el punto de abastecimiento. La correa superior se desvía un poco hacia delante con respecto al superior y un mecanismo especial esparcidor bombea el producto sobre la superficie libre de la cinta ondulada. La cinta inferior que recibe el producto entra en contacto con la cinta superior, la cual iguala la capa del producto, luego ambas cintas con el producto encerrado entre ellas atraviesan la zona de congelación. En la figura 3 se muestra el tramo de salida. El tambor motriz de la cinta superior esta más adelantado con respecto al de la cinta inferior. Las barras del producto se separan de la cinta ondulada y prosiguen en horizontal en unión de la cinta superior. Cuando la cinta superior gira en torno de su tambor, las barras caen y son cortadas en gránulos.

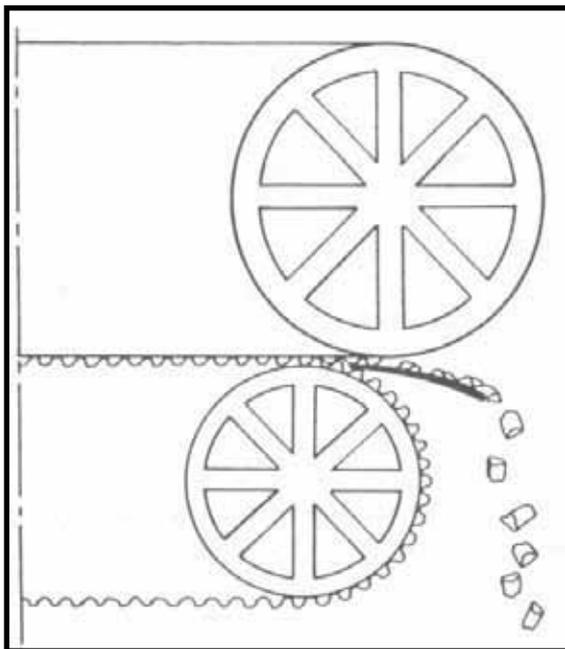


Figura 3. Extremo de descarga del congelador de cinta.

1.3.3.1.3. Congelador de Tambor Rotativo.

El congelador consiste en un tambor giratorio alojado en una carcasa aislante, un cuello de alimentación oscilante, dispositivo rascador y transportador de salida. La superficie interna del tambor esta enfriada por un refrigerante secundario (alcohol etílico o R11) o por evaporación directa de amoníaco o freón. El medio refrigerante llega al interior del tambor a través del eje motriz hueco. El tambor es movido por un motor cuya velocidad de giro se regula a voluntad, de esta manera el tiempo de congelación puede adaptarse al producto.

El producto líquido o semilíquido es extendido uniformemente por el cuello oscilante sobre toda la longitud de la superficie superior del tambor. La capa se congela inmediatamente y se adhiere al tambor. Después de dar una vuelta completa, la capa esta congelada a -18°C y la uña recolectora la despega de la superficie del tambor en forma de copos. Estos van cayendo en el transportador de salida y luego son envasados en recipientes preparados. Pero esta presentación del producto final no es buena para posteriores usos y tampoco es recomendable para un prolongado almacenamiento producto de la decoloración del producto, pérdidas de aroma y vitaminas, bajo peso por unidad de volumen de los containers.

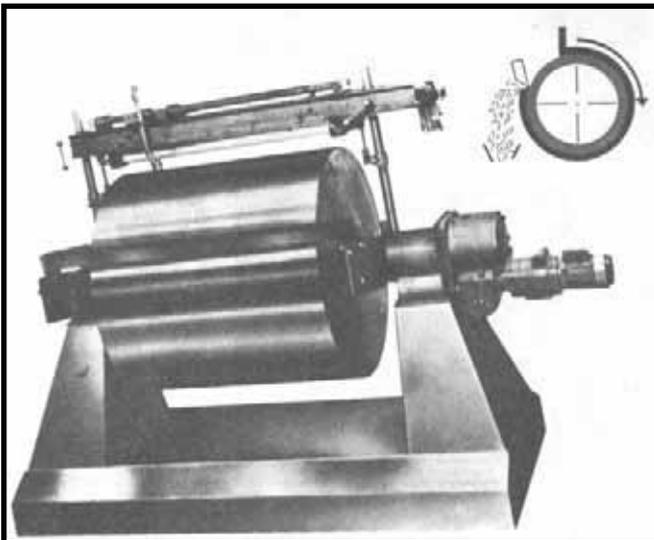


Figura 4. Congelador de tambor modelo HP/HL-300 de A/S Atlas, para líquidos y semilíquidos. En la parte superior se encuentra la boquilla oscilante para la distribución del producto.

1.3.3.2. Congeladores de Aire Forzado.

El aire es el sistema más común de congelación. Se debe dejar en claro que una cámara de conservación de congelados no debe considerarse un sistema de

congelación. Las velocidades de congelación que se consiguen en una cámara son muy pequeñas, por lo que la calidad de los productos obtenidos será siempre baja.

La congelación por aire en buenas condiciones se realiza en equipos especialmente diseñados para este fin, como son los túneles de congelación, los congeladores de banda transportadora y los de lecho fluidizado. En todos los casos, se utilizan evaporadores por los que circula un medio refrigerante, el aire pasa a través de los evaporadores, enfría y de esta forma atraviesa el producto, llevándose a cabo el fenómeno de congelación.

Como se dijo recientemente que en este tipo de cámara la velocidad de congelación es muy lenta, por este motivo, se obtiene una calidad inferior para ciertos productos. En caso de que la cámara haya sido hecha para el almacenamiento, la potencia frigorífica es insuficiente para enfriar los productos. Si el producto no se encuentra cubierto, la escarcha se acumula sobre los evaporadores, disminuyendo la potencia.

1.3.3.2.1. Túneles de Congelación.

Son cámaras equipadas con evaporadores y ventiladores, donde el aire frío circula a través de los productos, estos se encuentran sobre bandejas, cuadros dispuestos sobre estantes estacionarios o sobre carros que corren el túnel aisladamente o en serie.

El transporte térmico depende de las dimensiones y de la forma del producto, de la conductividad térmica del producto y del coeficiente de transferencia térmica.

El túnel es un sistema de congelación muy flexible, el cual se adapta a productos de todas dimensiones y formas, empaquetados o no, sin embargo es conveniente utilizar los productos embalados. En los productos no embalados hay tendencia a adherirse a las bandejas, provocando perdidas de masa y tiempo, durante el desmontaje y limpieza.

El ciclo de congelación depende del tipo de túnel congelador, tamaño del producto a congelar, clase de envase y temperatura de evaporación, este oscila entre las 2 horas para raciones individuales, 12-18 horas para congelar cuartos y medias canales, y 24-40 horas para aves en caja o cajones. Aquí el consumo de energía por unidad es elevado. Además hace falta una temperatura de evaporación del refrigerante, muy baja, entre los -45 y -40°C, lo que hace un gasto mas de energía.

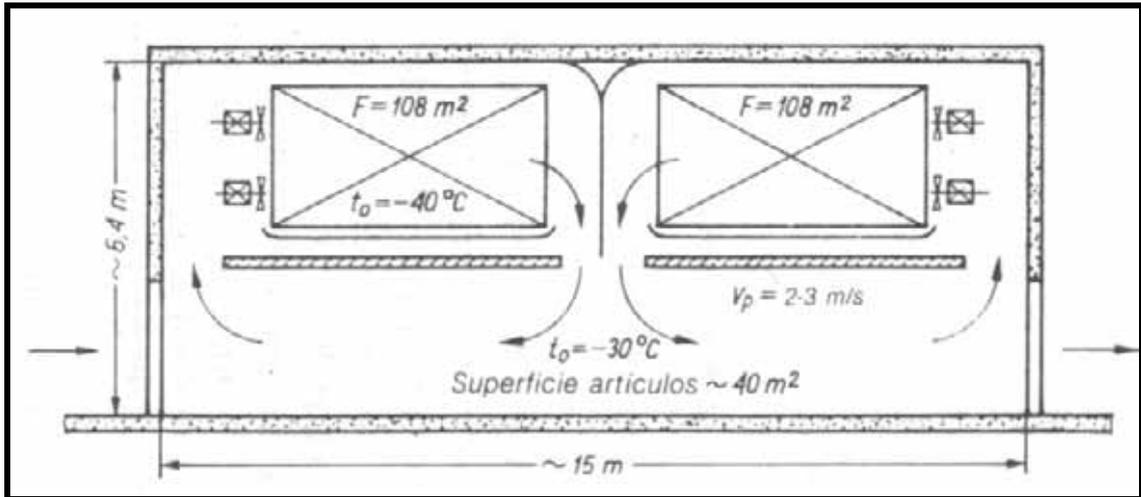


Figura 5. Túnel típico de congelación de los almacenes frigoríficos.

En la figura 6 se ve un túnel de congelación por corriente de aire existente en industrias de frutas y verduras, con un rendimiento de 20 t./24 h., siendo las partes allí enumeradas las siguientes; (1) Refrigerador de aire, (2) Cubierta intermedia, (3) Vagonetas de carga.

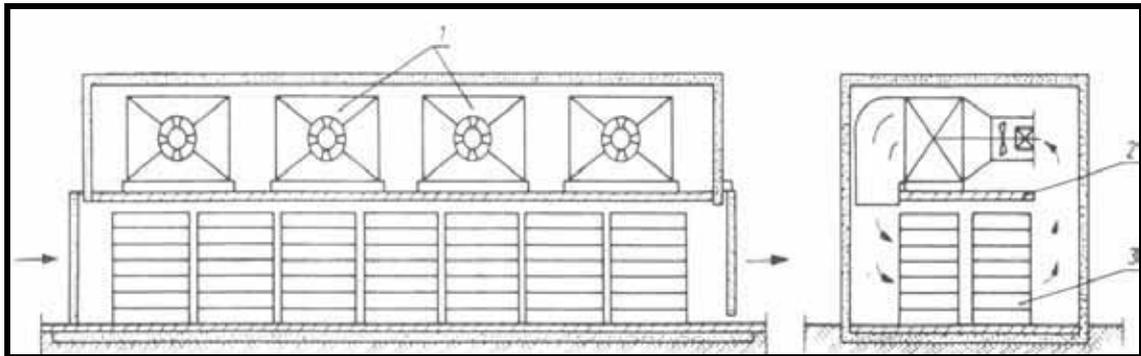


Figura 6. Túnel de congelación por corriente de aire.

1.3.3.2.2. Congeladores de Banda Transportadora.

Estos pueden ser de una banda, dos bandas o bandas en espiral con tambor rotativo. Generalmente la banda es hecha de un enredado metálico, este se desplaza en el interior de la cámara, siendo necesarios dispositivos para introducir y evacuar los productos. También hay bandas que salen del congelador permitiendo que los productos sean colocados en el mismo local de preparación.

Generalmente el aire es insuflado verticalmente y forzado a través de la capa de productos. Si el flujo de aire es inadecuado, la capacidad de congelación puede reducirse considerablemente, una carga insuficiente puede ocasionar una velocidad de

aire menor sobre le producto y un tiempo de congelación aumentado o una temperatura final del producto insuficientemente baja.

Los congeladores de banda transportadora son principalmente utilizados para los productos no envueltos.

Aparato congelador de cinta en espiral.

La parte fundamental de este tipo de congelador es la cinta transportadora, que se enrolla sobre un tambor en espiral.

En la figura 7 se muestra un congelador con cinta en espiral de la firma Frigoscandia, la cual tiene los siguientes componentes; (1) Tambor motriz, (2) Carril en espiral (guía de la cinta), (3) Cinta, (4) Basculador de la cinta, (5) Sistema de compensación, (6) Propulsor elevador cinta, (7) Refrigerador, (8) Ventiladores, (9) Complejo hidráulico, (10) Cuadro de mando, (11) Dispositivo lavador cinta.

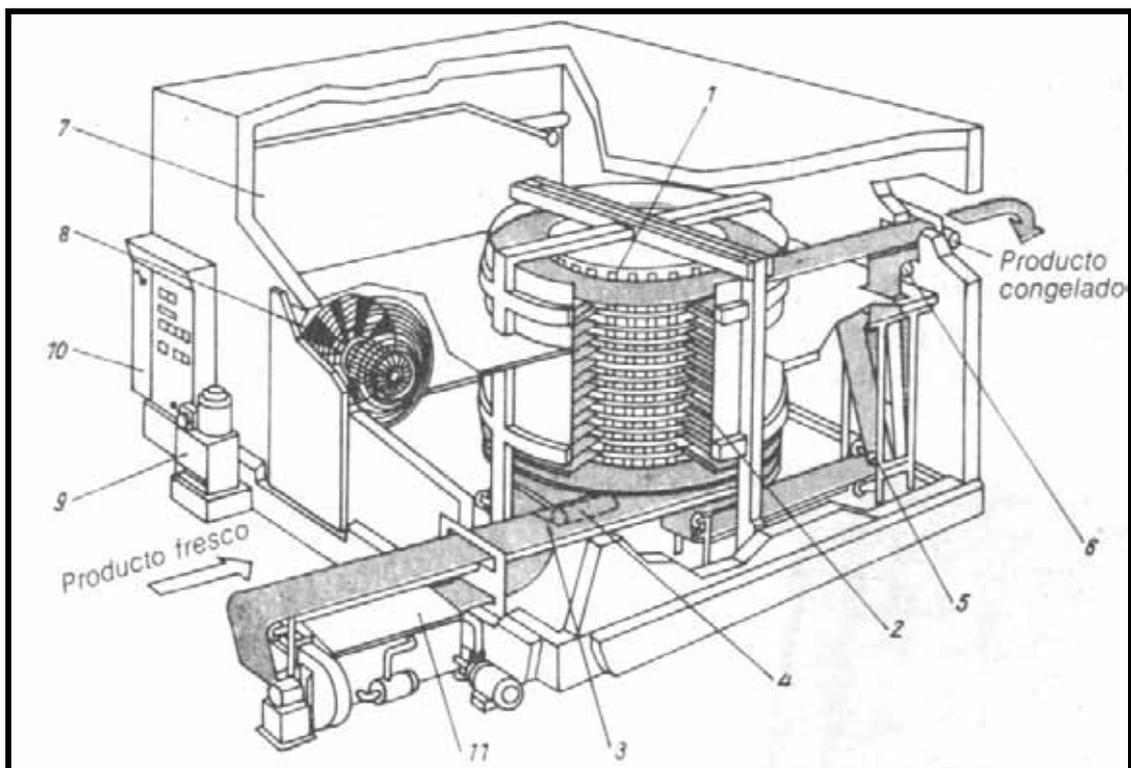


Figura 7. Aparato congelador con cinta espiral modelo Gyro-Freeze de Frigoscandia.

En la figura 8 se muestra un esquema de un sistema de circulación de aire en un congelador de cinta en espiral, donde la figura a. es la cinta vertical a la superficie de la cinta y la figura b. es la vista paralela a la superficie de la cinta.

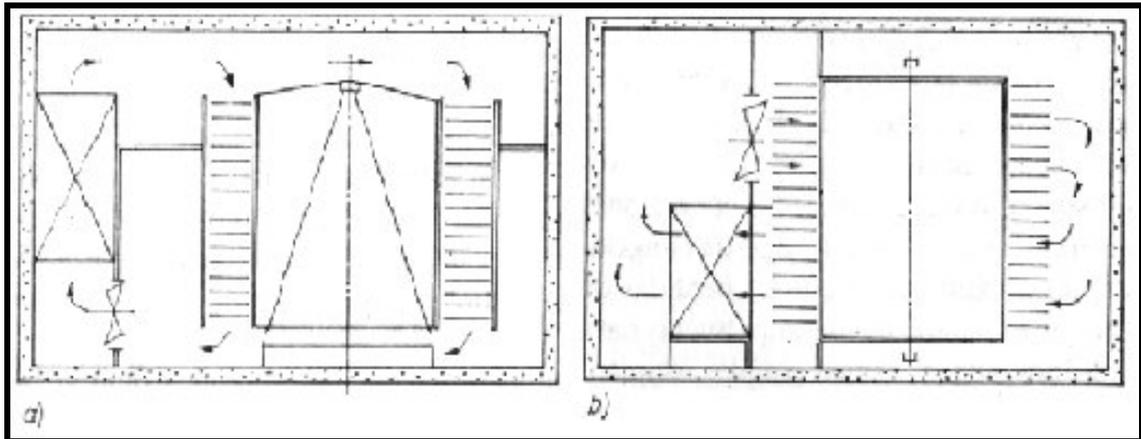


Figura 8. Sistema de circulación de aire en un congelador de cinta en espiral.

Congeladores de cinta de contacto.

En estos congeladores se pueden congelar productos planos y de pequeños tamaño, como filetes de pescado, hamburguesas, gambas, etc. Este consiste en una cinta de acero inoxidable que corre a lo largo de cierto número de módulos-tanques congeladores de acero inoxidable, dotados de boquillas pulverizadoras.

La zona de congelación está incluida en un recinto aislado. Se bombea salmuera refrigerada en los tanques, llenándolos hasta rebosar, haciendo que la cinta flote en la capa líquida de refrigerante, la cual es agitada continuamente por chorros de spray sumergidos. El producto se coloca a mano en capa sencilla utilizando la mayor superficie posible de la cinta. La salmuera fluye por la fuerza de gravedad al rebosar de los tanques hasta un depósito colector, desde el cual es bombeada a través de una conducción hasta las boquillas. A medida que la cinta de acero se incurva sobre la polea de descarga, el producto congelado es despegado por un rascador y se transporta a la sección de envasado. El trayecto de retorno de la cinta discurre por fuera del recinto aislado, para su inmediata descongelación y lavado.

En la figura 9 se muestran los componentes del sistema de congelación recién nombrado, y estos son: (1) Tanque de salmuera, (2) Cinta de acero inoxidable, (3) Refrigeradores de aire, (4) Alimentador de las boquillas pulverizadora de salmuera, (5) Producto.

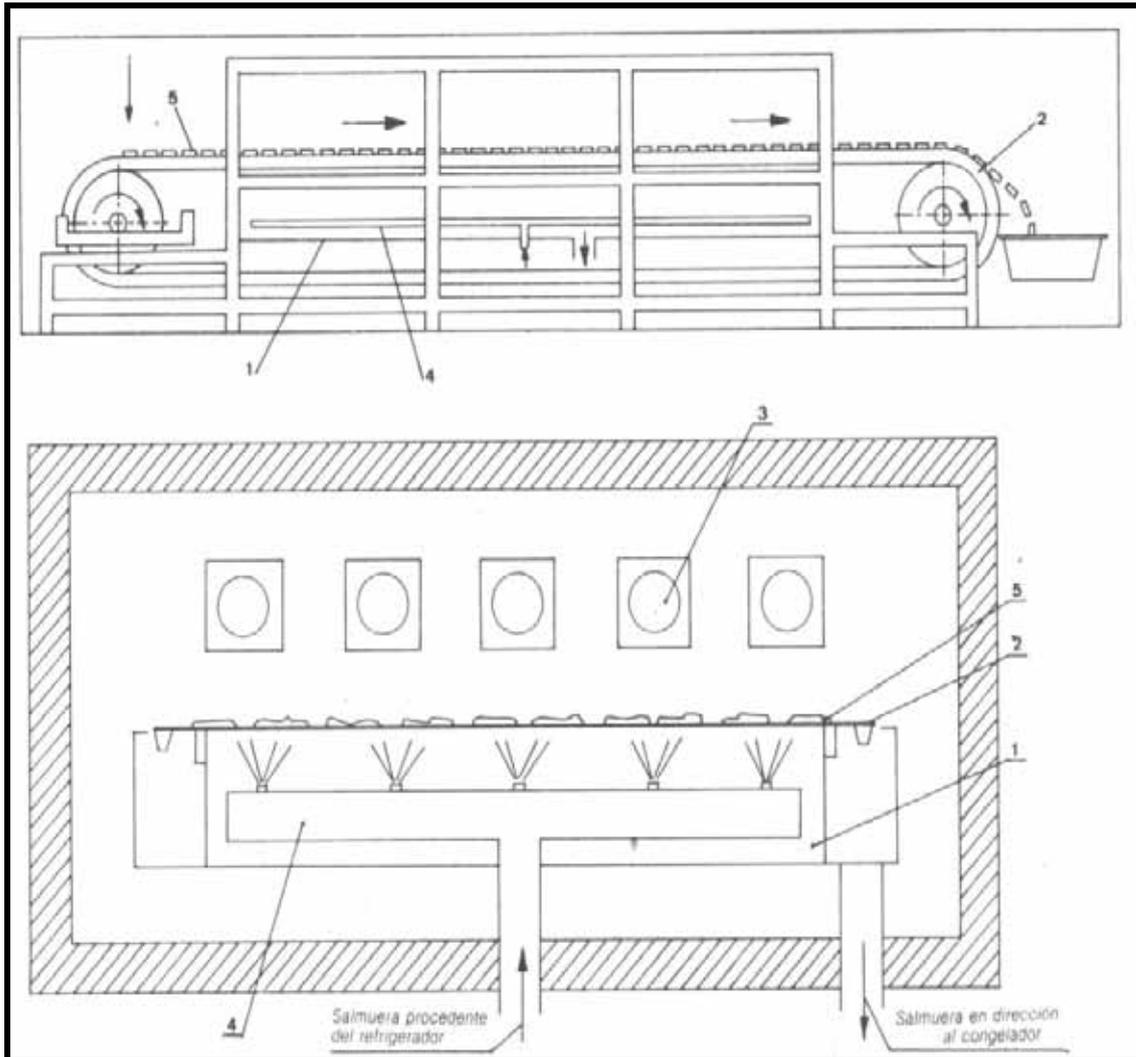


Figura 9. Congelador de cinta de contacto.

1.3.3.2.3. Congeladores de Lecho Fluidizado.

Cuando una capa de partículas colocadas sobre una superficie perforada es insuflada hacia arriba por un gas, al alcanzar la velocidad de este un cierto valor comienzan las partículas a separarse entre si (fluidización) y la capa se comporta como un liquido.

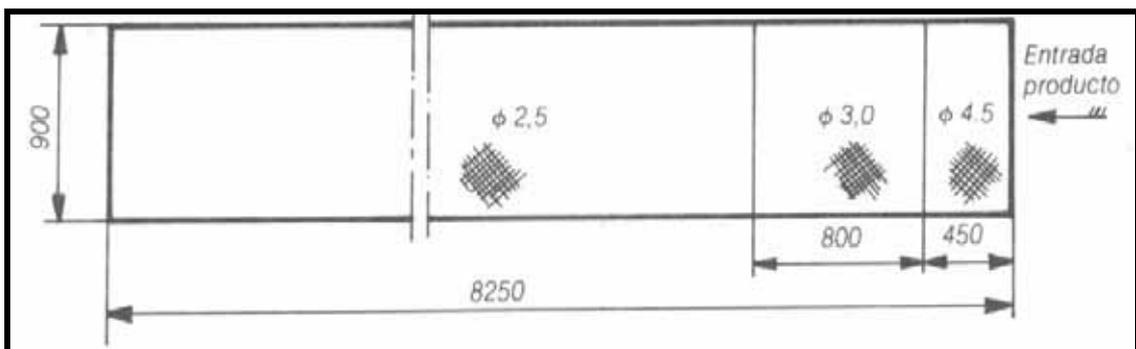


Figura 10. Perforación del suelo del lecho fluidizado del túnel Flo-Freeze.

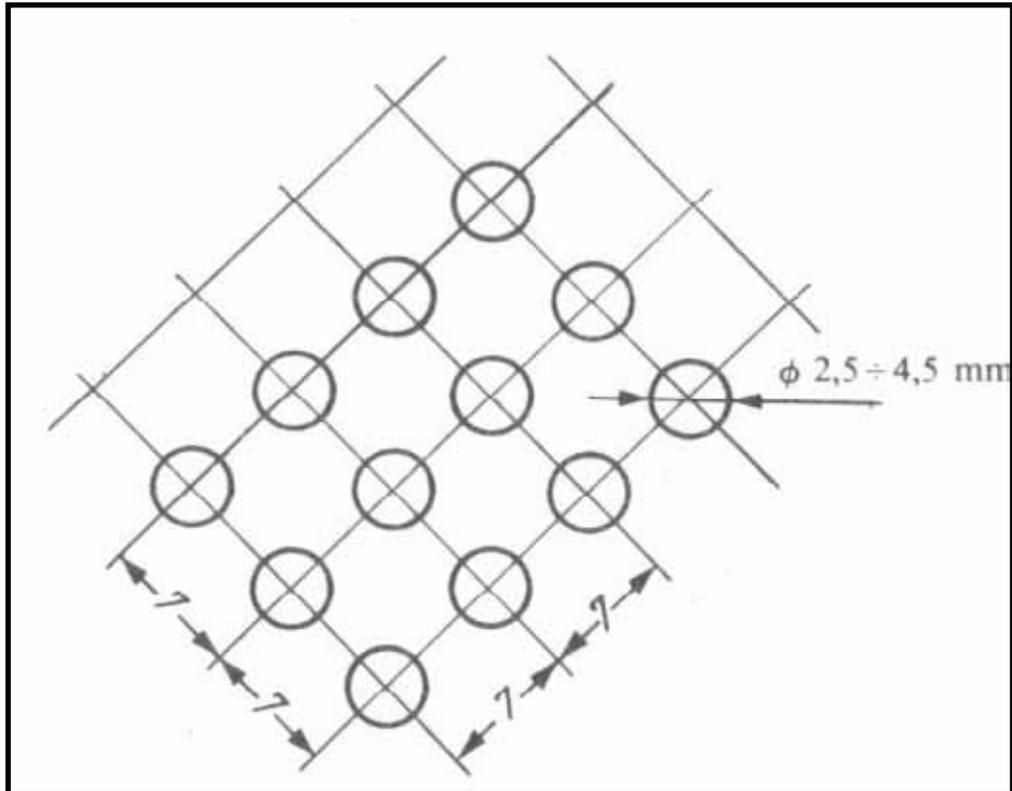


Figura 11. Perforación del fondo de la bandeja del lecho fluidizado del túnel Flo-Freeze.

En la figura 12 se muestra un modelo de congelador de lecho fluidizado, Flo-Freeze de la empresa frigoscandia, en la cual se muestran sus siguientes componentes; (1) Revestimiento aislante, (2) Transporte vibratorio, (3) Lecho fluidizado, (4) Ventiladores, (5) Conducto salida del producto congelado, (6) Batiente para regular la altura del lecho, (7) Transportador de la materia prima, (8) Evaporador, (9) Filtro para la solución de glicol, (10) Recipiente para el producto congelado, (11) Puente de servicio, (12) Cuadro de mandos.

Este método tiene algunas ventajas:

- a. El producto es congelado de forma individual,
- b. Si la carga se reduce no afecta a la distribución de aire,
- c. Un aparato de lecho fluidizado profundo puede tratar productos muy húmedos.

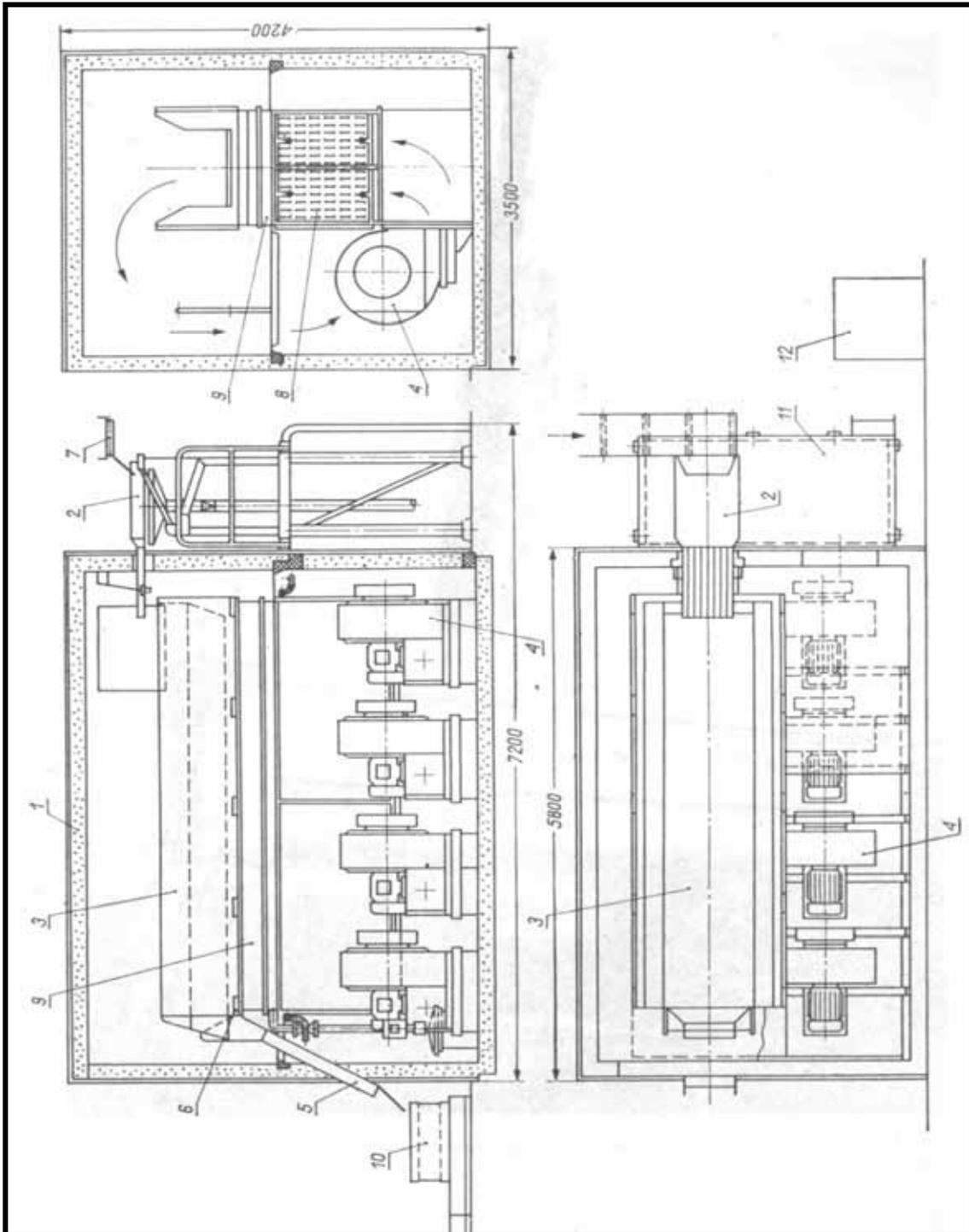


Figura 12. Aparato congelador por el método del lecho fluidizado.

1.3.3.3. Congeladores de Inmersión.

En las instalaciones de esta clase, funcionan con el principio de pulverización o inmersión del producto a congelar en salmuera fría. Debido a las optimas condiciones en que se produce el intercambio calórico entre el medio refrigerante y el producto a congelar, se consiguen tiempos de congelación relativamente bajos, sin embargo estas

instalaciones tienen los siguientes inconvenientes; el producto congelado durante largo tiempo pierde su aspecto y adquiere sabor salado; la sal corrosiona y deteriora las instalaciones; las prescripciones higiénicas del proceso congelador son muy difíciles de observar; no se autoriza el empleo de otras soluciones (glicol, metanol).

Con este método de inmersión directa del alimento, ya sea empaquetado o no, en el refrigerante, se utiliza en productos como ocurre en la congelación del pescado en salmuera o de frutas como grosellas y fresas en jarabes especiales.

En la figura 13 se muestra una instalación congeladora de aves por inmersión de la firma Linde, teniendo como componentes las siguientes partes; (1) Entrada de canales frescas de aves, (2) Dispositivo rociador, (3) Tapa aislada de la pila, (4) Cinta de extracción, (5) Cinta de escurrido, (6) Tambor de descarga, (7) Rociado de la capa superficial congelada con ducha de agua, (8) Pila de recogida, (9) Regreso del liquido al refrigerador, (10) Aporte del liquido frío.

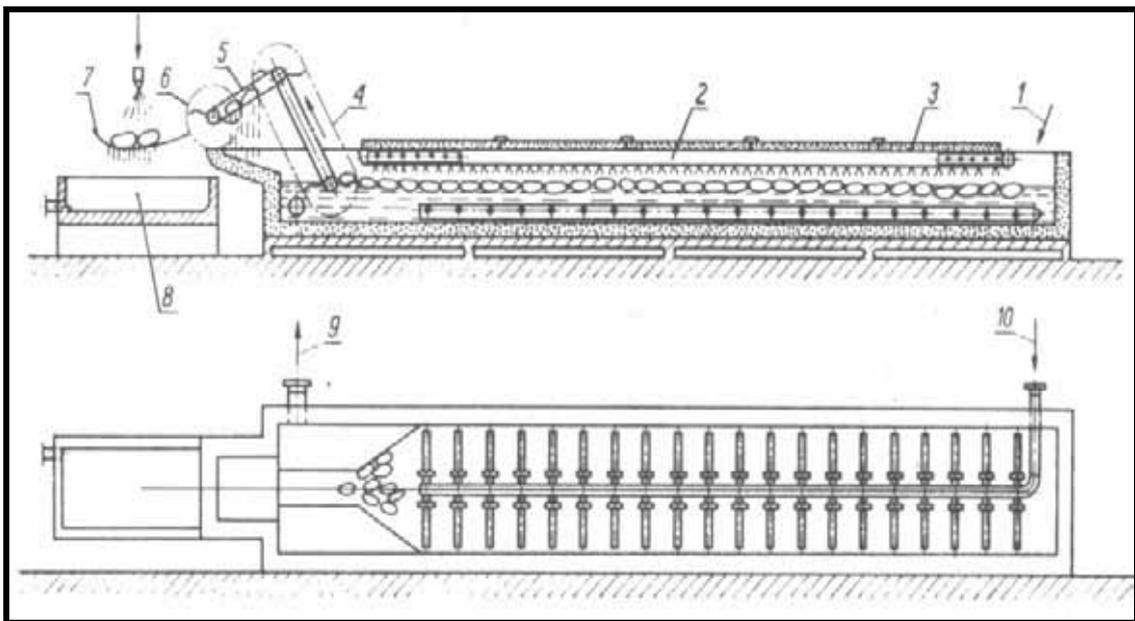


Figura 13. Instalación congeladora por inmersión.

1.3.3.4. Congeladores por Vaporización de Líquido o Sólido.

1.3.3.4.1. Congeladores de Nitrógeno Líquido

Se pulveriza el nitrógeno líquido (-196°C) sobre la banda transportadora para congelar el producto, luego este en estado gaseoso sirve para una pre-refrigeración superficial del producto, antes de ser llevado a su evacuación en la atmósfera.

El nitrógeno es utilizado en los túneles, armarios, congeladores en espiral, de pequeña o media capacidad.

Con el nitrógeno líquido también se puede obtener una rápida congelación, sumergiendo el producto directamente en el nitrógeno líquido, siempre y cuando se tomen todas las precauciones, ya que una congelación demasiado rápida, puede provocar grietas superficiales.

Ciertas frutas y hortalizas, pescado, gambas y setas se congelan actualmente por medio de nitrógeno líquido

1.3.3.4.2. Congeladores de Dióxido de Carbono.

Es el mismo que se aplica al del nitrógeno líquido, con la diferencia que el CO₂ en condiciones atmosféricas, solo se manifiesta en forma gaseosa o sólida. En estado sólido se puede poner en estrecho contacto con el producto a congelar.

1.3.3.4.3. Congeladores a Base de Hidrocarburos Halogenados Líquidos.

Son los conocidos como; R12, R14, R22, etc. Estos se utilizan en circuitos cerrados. El producto es transportado sobre una correa a un baño con el criógeno, el vapor formado es recuperado por condensación. El producto queda con una pequeña parte de criógeno, la mayor parte se evapora en el almacén frigorífico.

Desde la línea de producción cae el producto sobre la cinta de abastecimiento que lo lleva hasta el interior del túnel congelador y, después de un pre-enfriamiento, se traslada ya con una capa superficial congelada al transportador horizontal. La capa superficial congelada impide la formación de grumos y la adherencia del producto a la rejilla del transportador.

Sobre el transportador horizontal se realiza el proceso principal de la congelación. Las boquillas situadas por encima del mismo pulverizan el freón líquido sobre el producto en movimiento, con lo que se logra su completa congelación y sale fuera del túnel.

Estas instalaciones sirven especialmente para congelar productos delicados, como fresas, frambuesas, langostinos, etc.

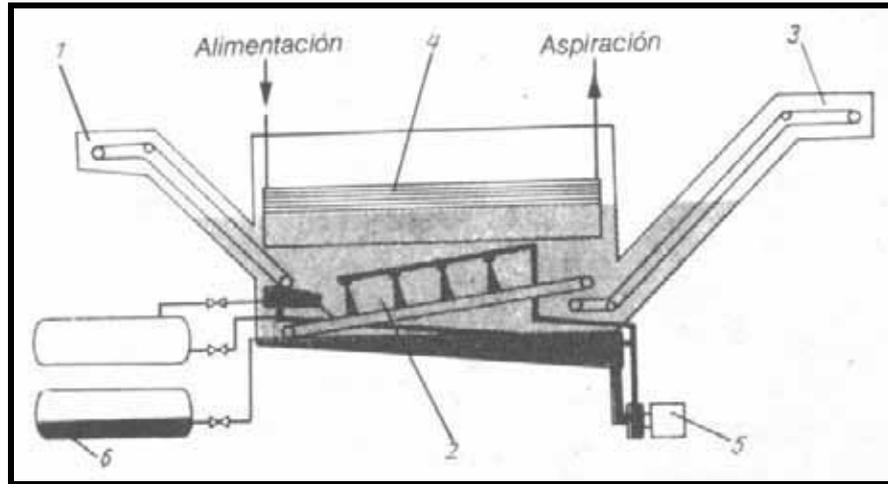


Figura 14. Aparato de congelación en freón líquido R 12.

En la figura 14 se muestra un congelador con freón R12 Du Pont de Frigoscandia, donde sus componentes son; (1) Cinta de carga, (2) Cinta de ducha de agua, (3) Cinta de extracción, (4) Licuador freón-evaporador NH_3 , (5) Bomba de circulación de freón, (6) Deposito del freón liquido.

CAPITULO II: ALMACENAMIENTO EN ESTADO CONGELADO.

2.1. CADENA DE FRIO.

El concepto de conservación por congelación de alimentos no solo comprende la etapa de congelación, sino también las actividades que se deben realizar para suministrar al consumidor un producto de calidad. Este conjunto de operaciones, que comprende desde la obtención de la materia prima hasta la descongelación del producto terminado antes del consumo, recibe el nombre de cadena de frío. Eslabones de esta cadena son los almacenes frigoríficos de producción, depósito y distribución, instalaciones frigoríficas de comercio, así como las neveras caseras con capacidad de congelación.

Una cadena frigorífica de funcionamiento racional debe ser ininterrumpida, compleja, extensa (en el espacio y en el tiempo), uniformemente desarrollada y adecuada a las especificaciones propias de cada rama en particular.

La interrupción de este sistema en cualquiera de sus puntos, equivale a una merma de la calidad o la descomposición del producto cuando este no se utiliza en un plazo determinado. Todos los eslabones de la cadena tienen la misma importancia, dándole mayor consideración al almacenamiento y transporte.

En la tabla 2.1 se muestra el curso seguido por las alteraciones de la calidad de los productos congelados, tomando como ejemplo el pescado magro. Esta tabla comprende dos zonas de temperatura:

- Zona I de temperatura: Condiciones muy buenas (almacén frigorífico a -24°C , frigorífico de distribución a -20°C , vehículo de transporte a -18°C , vitrinas congeladoras de venta a -18°C).
- Zona II de temperatura: Condiciones medias. (A temperaturas respectivas de a -20°C , -18°C , -15°C , -12°C).

Además la tabla comprende dos columnas verticales, una de largo tiempo de depósito (A), y otra de corto tiempo (B). El producto experimenta una merma en su calidad del 100% cuando llega al límite de su plazo de consumo. Se deduce de la tabla que, incluso en condiciones óptimas de la cadena de frío, el pescado almacenado durante 5 meses no debe permanecer en la tienda más de 5 días.

Tabla 2.1. Mermas de calidad del pescado magro en los diversos eslabones de la cadena frigorífica. (Según Gutschmidt, Partmann).

Zona De Tº.	Eslabón de la cadena de frío.	Tempe- ratura dep. en ºC.	Plazo dep. admi- sible en días.	Merma calidad en % cada 24h.	Plazo dep. A		Plazo dep. B	
					Plazo dep. días.	Merm a calida d en %.	Plaz o dep. días.	Merm a calida d en %.
I	Frig. producción	-24	180	0.56	8	4.4	8	4.4
	Frig. almacén	-24	180	0.56	144	80.6	101	56.5
	Transp.a distancia	-18	120	0.83	1	0.8	1	0.8
	Frig. distribución	-20	140	0.71	10	7.1	30	21.3
	Transp. distribución	-18	120	0.83	0.5	0.4	0.5	0.4
	Tiendas de venta al por menor	-18	120	0.83	5	4.2	14	11.6
	Vitrinas –dep. para venta en congelador	-18	120	0.83	3	2.5	6	5
II	Frig. producción	-20	140	0.71	8	5.7	8	5.7
	Frig. almacén	-20	140	0.71	93	66	41	29.7
	Transp.a distancia	-15	80	1.25	1	1.3	1	1.3
	Frig. distribución	-18	120	0.83	10	8.3	30	24.8
	Transp. distribución	-12	30	3.33	0.5	1.7	0.5	1.6
	Tiendas de venta al por menor	-15	80	1.25	5	7	14	17.5
	Vitrinas –dep. para venta en congelador	-15	30	3.33	3	10	6	20

2.2. ALMACEN FRIGORÍFICO.

Dentro de la cadena frigorífica estos constituyen un punto de enlace entre la producción y la distribución.

2.2.1. Mantenimiento y Limpieza de la Cámara Frigorífica.

Las instalaciones y el equipo deberán mantenerse en un estado apropiado de reparación y condiciones para:

- facilitar todos los procedimientos de saneamiento;
- poder funcionar según lo previsto,
- evitar la contaminación de los alimentos, por ejemplo a causa de fragmentos de metales, desprendimiento de yeso, residuos y productos químicos.

En la limpieza deberán eliminarse los residuos de alimentos y la suciedad que puedan constituir una fuente de contaminación. Los métodos y materiales necesarios para la limpieza dependerán del tipo de empresa alimentaria (para ver los programas desarrollados para cada alimento, ver SAC en el anexo del disco). Puede ser necesaria la desinfección después de la limpieza.

2.2.1.1. Procedimientos y Métodos de Limpieza.

La limpieza puede realizarse utilizando por separado o conjuntamente métodos físicos, por ejemplo fregando, utilizando calor o una corriente turbulenta, aspiradoras u otros métodos que evitan el uso del agua, y métodos químicos, en los que se empleen detergentes, álcalis o ácidos.

Los procedimientos de limpieza consistirán en lo siguiente:

- eliminar los residuos gruesos de las superficies;
- aplicar una solución detergente para desprender la capa de suciedad y de bacterias y mantenerla en solución o suspensión;
- enjuagar con agua, para eliminar la suciedad suspendida y los residuos de detergente;
- lavar en seco o aplicar otros métodos apropiados para quitar y recoger residuos y desechos; y
- desinfectar, en caso necesario.

2.2.1.2. Programa de Limpieza.

Los programas de limpieza y desinfección deberán asegurar que todas las partes de las instalaciones estén debidamente limpias, e incluir la limpieza del equipo de limpieza.

Deberá vigilarse de manera constante y eficaz y, cuando sea necesario, documentarse la idoneidad y eficacia de los programas de limpieza y desinfección.

Cuando se preparen por escrito programas de limpieza, deberá especificarse lo siguiente:

- superficies, elementos del equipo y utensilios que han de limpiarse;
- responsabilidad de tareas particulares;
- método y frecuencia de la limpieza; y
- medidas de vigilancia.

2.2.1.3. Certificación de la Cámara Frigorífica.

Las normas internacionales de inocuidad que califican a los alimentos para exportación y consumo, tienden a ser cada vez menos gravitante en el producto y descansan fundamentalmente en la calidad de los procesos con los cuales han sido producidos, faenados, procesados, elaborados o transportados.

El codex alimentario (FAO) da los lineamientos básicos de higiene de los alimentos, aplicables a lo largo de toda la cadena alimentaria (desde la producción primaria hasta el consumidor final), a fin de lograr el objetivo de que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo humano. También recomiendan la aplicación de criterios basados en el sistema de HACCP (Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control) para elevar el nivel de inocuidad alimentaria.

Los gobiernos pueden decidir la manera mejor de fomentar la aplicación de estos principios generales. En nuestro País los organismos responsables en certificar y fiscalizar que se cumplan todos los requerimientos son; el SAG, responsable de todos los productos ganaderos y agrícolas, y SERNAPESCA, relacionado con los productos marinos (para mas información ver anexo del disco). El Servicio de Salud, es el encargado de realizar inspecciones sanitarias, con el fin de asegurar que la empresa no tiene problemas de contaminación que puedan afectar al consumidor.

2.2.2. **Determinación de la Ubicación de la Cámara Frigorífica.**

Para analizar la determinación de los almacenes frigoríficos, deben analizarse previamente muchos factores. Se tomaran en cuenta tanto las necesidades de producción como de consumo. Las necesidades de producción requieren que el lugar elegido para el frigorífico este próximo a los centros de producción.

2.2.3. Construcción de Almacenes Frigoríficos.

El almacén frigorífico es una construcción de hacer con capa aislante, el cuerpo de la construcción se apoya en una base de hormigón armado.

Actualmente se utilizan diversos materiales aislantes, como planchas de corcho, espuma de poliestirol, lana mineral, espuma de vidrio y de poliuretano.

En la construcción de los almacenes se suele utilizar planchas prefabricadas, las cuales se montan directamente sobre el armazón de acero u hormigón, y los espacios que quedan entre planchas se rellenan con el material aislante.

Un factor primordial en la construcción de los almacenes frigoríficos, es impedir la entrada de la humedad por la tendencia a penetrar vapor de agua desde el exterior hasta el aislamiento, donde se condensa aumentando la tasa de humedad, esto logra una reducción de la capacidad aislante del material

2.2.4. Diseño del Almacén Frigorífico.

La cámara es diseñada con el fin de dar un volumen y un frío necesario para mantener una temperatura optima de almacenamiento.

Las funciones de las cámaras frigoríficas deben ser definidas con mucho cuidado. Por lo mismo es necesario establecer las actividades diarias, medias y máximas. Esas consideraciones son:

- Cantidad de producto que se recibe,
- Temperatura a la que se debe recibir el producto,
- Numero de operarios y carretones que trabajan simultáneamente,
- Numero previsto de aperturas de puertas, y
- Máxima cantidad que sale de una vez del almacén.

Todo los elementos enumerados anteriormente son incluidos en los cálculos de las necesidades máximas de frío.

El cálculo de las necesidades frigoríficas de las cámaras frigoríficas son operaciones rutinarias y repetitivas.

La utilización de tablas hace un desarrollo del cálculo más fácil y simplificado, ya que el utilizar gráficos, requiere de un estudio previo y el conocimiento de estas para poder leerlas sin problemas.

En esta parte del capitulo se analizara la carga térmica de una cámara frigorífica. Aunque se hable de calor, a lo que se refiere es a las potencias caloríficas o frigoríficas.

Para mantener fría la cámara y todo lo que se encuentre dentro de ella, hay que extraer el calor inicial y luego el que vaya entrando a esta.

2.2.4.1. Carga de Calor del Producto.

Esta se refiere a la carga calorífica de los alimentos, y puede dividirse a en 3 ítems dependiendo del producto a refrigerar:

2.2.4.1.1. Refrigeración del género a la temperatura de entrada a la cámara, hasta la de almacenamiento.

$$Q_R = m * c_e * \Delta t$$

Donde: m = Masa diaria de alimento introducido (kg/día).

c_e = Calor específico másico (kJ/kg*K) o (kcal/kg*°C) obtenido en la tabla 2.2.

Δt = Diferencia de temperatura (K) o (°C).

Al valor que se obtiene por enfriamiento de la mercancía, en el caso de las frutas, se añade un 10%, en cámaras pequeñas, y hasta un 20%, en cámaras grandes, para así obtener correctamente este elemento.

2.2.4.1.2. Calor de Congelación.

Esta carga se evalúa según la cantidad de género, y se considera siempre y cuando, la carga esta previamente congelada.

$$Q_f = m * q_f$$

Donde: m = Masa en toneladas o kilogramos al día (kg/día o ton/día).

q_f = Calor de congelación (kJ/kg) o (kcal/ton), obtenido en la tabla 2.2.

2.2.4.1.3. Calor de Respiración de los Géneros.

Las frutas y verduras liberan energía mediante su respiración, la cual debe de tenerse en cuenta en todos los cálculos.

$$Q_s = m * c_s$$

Donde: m = Masa en kilogramos (kg).

c_s = Calor de respiración (kJ/kg*día), obtenido en la tabla 2.2.

Por lo tanto como resultado final tenemos:

$$Q_e = Q_R + Q_f + Q_s$$

TABLA 2.2. Temperaturas recomendadas, humedad relativa, calor másico específico y calor de respiración de alimentos refrigerados.

Alimentos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Carne y productos cárnicos											
Tocino	<i>Fresco</i>	-4	1	85	2-6 sem.	-2	1,53	1,1	68		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	4-6 meses						
Filete	<i>Fresco</i>	-1	0	88	92	-2	3,2	1,67	231		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	9-12 meses						
Jamón	<i>Fresco</i>	0	1	85	90	-2	2,53	1,46	167		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	6-8 meses						
Cordero	<i>Fresco</i>	0	1	85	90	-2	3	1,86	216		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	8-10 meses						
Manteca De cerdo	<i>Fresco</i>	7		90	95	-2	2,09	1,42	210		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	12-14 meses						
Hígado	<i>Congel.</i>	-18	90	95	3-4 meses						
Carne de Cerdo	<i>Fresco</i>	0	1	85	90		2,13	1,3	128		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	4-6 meses						
Aves	<i>Fresco</i>	0		85	90	-2,7	3,3	1,76	246		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	8-12 meses						
Conejo	<i>Fresco</i>	0	1	90	95	-2,7	3,1	1,67	228		
	<i>Congel.</i>	-18	90	95	0-6 meses						
Salchicha	<i>Fresco</i>	0	1	85	90	-2	3,73	2,34	216		
	<i>Congel.</i>	-18			2-6 meses						
Vaca	<i>Fresco</i>	0	1	90	95	-2	3,08	1,67	223		
	<i>Congel.</i>	-18	1	90	95					8-10 meses	

Legumbres											
Alcachofa	-1	0	90	95	1-2 sem.	1	3,64	1,88	280		
Espárrago	0	2	95		2-3 sem.	-0,5	3,94	2	312	11,10	1
Alubias Verdes	4	7	90	95	7-10 días	-0,7	3,81	1,97	298	11,60	
Remolacha Roja	0		95		3-5 meses	-1	3,77	1,92	293	3,10	
Boralis	0		90	95	10-14 días	-0,6	3,85	1,97	302	8,70	2
Coles de Bruselas	0		90	95	3-5 sem.	-0,8	3,68	1,93	284	6,70	
Coles	0		90	95	3-4 meses	-0,9	3,94	1,97	307	1,40	
Zanahoria	0		90	95	4-5 meses	-1,4	3,76	1,93	293	2,40	
Coliflor	0		90	95	2-4 sem.	-0,8	3,89	1,97	307	4,50	
Apio	0		90	95	2-3 meses	-0,5	3,98	2	314	1,90	2
Maíz	0		90	95	4-8 días	-0,5	3,31	1,76	246		
Pepino	7	10	90	95	10-14 días	-0,5	4,06	2,05	319		
Endivia	0		90	95	2-3 sem.	-0,6	3,94	2	307		
Ajo	0		65	70	6-7 meses	-0,8	2,89	1,67	207		
Puerro	0		90	95	1-3 meses	-0,7	3,68	1,93	293	10,80	
Lechuga	0		95		2-3 sem.	-0,1	4,02	2	316	3,90	2
Melón	2	4	85	90	5-15 días	-1,1	3,89	2	307	1,50	2
Melón Honeydrew	7	10	85	90	3-4 sem.	-0,9	3,94	2	307	1,20	
Sandía	4	10	80	85	2-3 sem.	-0,4	4,06	2	307		
Champiñón	0		90		3-4 días	-0,9	3,89	1,97	302	7,20	
Aceituna	7	10	85	90	4-6 sem.	-1,5	3,25	1,76	251	1,00	
Cebolla	0		65	70	1-8 meses	-0,8	3,77	1,93	288	1,00	2
Guisante	0		90	95	1-3 sem.	-0,6	3,31	1,76	246	9,60	2
Pimienta	7	10	90	95	2-3 sem.	-0,7	3,94	1,97	307	3,14	1
Planta Nueva	10	13	90		2-4 sem.	-0,6	3,56	1,84	270	3,00	
Planta Tardía	3	10	90			-0,6	3,43	1,8	258	1,80	1
Ruibarbo	0		95			-0,9	4,02	2	312		
Espinaca	0		90	95	10-14 días	-0,3	3,94	2	307	11,10	
Tomate Verde	13	21	85	90	1-3 sem.	-0,5	3,98	2	312	7,20	
Tomate Morado	0	7	85	90	4-7 días	-0,5	3,94	2	312	4,30	1
Nabo	0		90	95	4-5 meses	-1	3,89	1,97	302	2,20	

Frutas												
Manzanas		-4	-1	90		2-6 sem.	-1,5	3,64	1,88	281	1,92	
Albaricoques		-0,6	0	90		1-2 sem.	-1	3,68	1,92	284		
Aguacates		7	13	85	90	2-4 sem.	-0,3	3,01	1,67	219	25,60	1
Plátanos		13	15	90		5-10 días	-0,8	3,35	1,76	251		1
		-0,6	0	95		3 días	-0,8	3,68	1,92	284		
Cereza		-0,6	0	90	95	2-3 sem.	1,8	3,64	1,88	280	1,80	
Nuez de coca		0	2	80	85	1-2 meses	-0,8	2,43	1,42	156		
		2	4	90	95	2-4 meses	-0,8	3,77	1,93	288	1,10	2
Grosellas		-0,6	0	90	95	10-14 días	-1	3,68	1,88	280		
Dátiles (secos)		-18	0	< 75		6-12 meses	-15,7	1,51	1,08	67		
Higos (secos)		0	4	50	60	9-12 meses		1,63	1,13	80		
Grosellas		-0,5	0	90	95	2-4 sem.	-1,1	3,77	1,93	293		
Pomelos		10	16	85	90	4-6 sem.	-1,1	3,81	1,93	293	3,60	2
Uvas		-1	0	80	85	1-6 meses	-2,2	3,6	1,84	270	0,40	2
Limonos		14	16	86	88	1-6 meses	-1,4	3,81	1,93	295	4,24	1
Naranjas		0	9	85	90	3-12 sem.	-0,8	3,77	1,92	288	1,68	2
Melocotón		-0,5	0	90		2-4 sem.	-0,9	3,77	1,92	288	1,34	2
Peras		-1,7	-1	90	95	2-7 sem.	-1,5	3,6	1,88	274	0,93	2
Piñas (verdes)		10	13	85	90	3-4 sem.	-1	3,68	1,81	283		
Piñas (maduras)			7,2	85	90	2-4 sem.	-1,1	3,68	1,88	283		
Ciruelas		0,5	0	90	95	2-4 sem.	-0,8	3,68	1,88	274	0,64	2
Granadas			0	90		2-4 sem.	-3					
Frambuesas		-0,5	0	90	95	2-3 días	-0,6	3,56	1,86	284		
Fresas		-0,5	0	90	95	5-7 días	-0,8	3,85	1,76	300	5,47	
Mandarinas		0	3	90	95	2-4 sem.	-1	3,77	1,93	290	3,78	
Pescados												
Pescados	Fresco	0,6	2	90	95	5-15 días	-2,2	3,26	1,74	245		
	Ahum.	4	10	50	60	6-8 meses	-2,2	2,93	1,63	213		
Pescados		4	10	90	95	10-12 meses	-2,2	3,18	1,72	232		
Pescados	Salados	-2	-1	75	90	4-8 meses	-2,2	3,18	1,72	232		
	Congel.		-18	90	95	6-12 meses	-2,2		1,74	245		
Mejillón	Fresco	-0,5	-1	85	95	3-7 días	-2,2	3,62		277		
	Congel.	-29	-18	90	95	3-8 meses	-2,2		1,88	277		
Productos lácteos												
Mantequilla	Fresco	0	4	80	85	2 meses	-5,6	1,38	1,05	53		
	Congel.		-18	70	85	8-12 meses	-5,6	1,38	1,05	53		
Queso		-2	-1	65	70		-1,7	2,10	1,30	126		
Crema			-18			2-3 meses		3,27	1,76	242		
Crema Glaseada			-18			1-2 meses		2,93	1,63	207		
Leche Pasteurizada			0,6			7 días	-0,6	3,77	2,51	290		
Leche Condensada			4			var. Meses		1,75		93		
Lache alta temp.			T. Amb.			1 año		3,01		246		
Leche Entera			7	13		1 mes		0,92		9,3		
Leche Descremada			7	13		var. Meses		0,00				
								92,00		9,3		
Huevos	Crudos	-2	0	85	90	5-6 meses	-2,2	3,05		223		
	Frescos		0			1 año	-2,2		1,76	246		

Alimentos Diversos									
Cerveza	12				3-6 sem.	-2,2	3,85		300
Pan	-18				4-6 meses		2,93	1,42	115
Miel	< 10				1 año		1,46	1,1	60
Lúpulo	-1,6	0	80	60	var. Meses				
Helados	-4		80		-----			1,29	
Champiñón	1,1		75	80	8 meses				
Maíz	0	4	75	80	2 sem.				
Plantas verdes	0	2	85	90	3-6 meses				
Aceite de mesa	2				1 año				
Margarina	2		60	70	1 año		1,34	1,05	51

En la reciente tabla, los números que se encuentran en el encabezado indican lo siguiente:

1. Temperatura de almacenamiento (°C).
2. Humedad relativa (%).
3. Duración del almacenamiento.
4. Punto de congelación (°C).
5. Calor másico antes de la solidificación (kJ/kg*K).
6. Calor másico después de la solidificación (kJ/kg*K).
7. Calor de congelación (kJ/kg).
8. Calor de respiración (kJ*día/kg).
9. Observaciones, donde; 1) Muy sensible; 2) Poco sensible.

2.2.4.2. Transmisión de Calor a través de Paredes y Techo.

La pérdida de carga por paredes, es una medición del calor que fluye por conducción a través de las paredes del espacio refrigerado, del exterior hacia el interior.

El costo del aislamiento es una parte significativa del costo total de la construcción de la cámara frigorífica. La eficacia del aislamiento influye en la cámara, ya que el calor seco ingresa a esta por medio de las paredes.

El aislamiento se calcula de forma que el flujo térmico máximo no sea superior a un valor determinado, esto varía según las condiciones económicas del local, en numerosos países se utiliza un valor de 7 a 8 W/m².

El calor que ingresa a la cámara por transmisión a través de las paredes y techos, tiene la siguiente expresión:

$$Q_c = k * S * \Delta t$$

Siendo: Q_c = Tasa de calor (W o kcal/h).
 K = Coeficiente global de transferencia de calor del aislante de pared o techo ($W/m^2 \cdot K$) o ($kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$).
 S = Superficie de cada cerramiento (m^2).
 Δt = Diferencia de temperatura exterior e interior de la cámara en $^\circ C$ o K .

Los cerramientos se pueden calcular cada uno por separado para poder obtener resultados más exactos.

Los valores de K , se pueden obtener por medio de la tabla 2.3, en la que se encuentran los materiales mas usados.

TABLA 2.3. Coeficiente de transmisión calórica K para materiales usuales, en $W / (m^2 \cdot K)$.

Material aislante	Masa Volumétrica (kg/m^3)	Espesor del aislante en mm.									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Placa de corcho aglomerado	112	1.8	0.92	0.62	0.48	0.37	0.31	0.26	0.23	0.20	0.00
	144	2.10	1.05	0.70	0.52	0.42	0.35	0.30	0.26	0.23	0.20
Placas de corcho aglom. Húmedo	192	2.45	1.22	0.82	0.61	0.49	0.41	0.35	0.31	0.27	0.20
Corcho con granulación gruesa	80-112	2.45	1.22	0.82	0.61	0.49	0.41	0.35	0.31	0.27	0.20
Placas de corcho expandido	80-96	1.95	0.97	0.65	0.49	0.39	0.32	0.28	0.24	0.22	0.10
Lana de vidrio	80	1.65	0.82	0.55	0.41	0.33	0.27	0.24	0.21	0.18	0.10
Lana de vidrio con capa bituminosa	48-80	1.65	0.82	0.55	0.41	0.33	0.27	0.24	0.21	0.18	0.10
Poliestireno	24	1.65	0.82	0.55	0.41	0.33	0.27	0.24	0.21	0.18	0.10
	32	1.50	0.75	0.50	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.10
	64	1.65	0.82	0.53	0.41	0.33	0.27	0.24	0.21	0.18	0.18
	88	1.75	0.87	0.58	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17
Espuma de poliestireno	40	0.95	0.47	0.32	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.10
Placas de poliestireno	48	1.90	0.95	0.63	0.47	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19
Lana de escoria	136	1.68	0.84	0.56	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17
Lana de escoria a granel	176	1.82	0.91	0.61	0.45	0.36	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18

2.2.4.3. Transmisión de Calor a través del Intercambio de Aire Exterior Entrante en la Cámara.

Siempre es recurrente a la aireación de la cámara. En ocasión la ventilación se produce con cierta frecuencia por las puertas, para la entrada y salida de género. También, en caso de que la ventilación natural no fuera la necesaria, se cuenta con sistemas de ventilación forzada.

Por lo mismo la cámara se diseñara, en lo posible, para reducir el ingreso de aire caliente y la exposición de los productos a la temperatura exterior.

El calor en cantidad de renovaciones de aire, se puede obtener con la siguiente expresión:

$$Q_r = V * \Delta h * n$$

- Siendo: Q_r = Potencia calorífica aportada por el aire (kJ/día).
 V = Volumen de la cámara (m³).
 Δh = Calor de aire obtenido por el diagrama psicometrico o por la tabla 2.4 (kJ/ m³).
 n = Renovaciones de aire diariamente.

En la tabla 2.4, se puede observar los números de renovaciones de aire por día (n/d), tanto para cámaras por encima de 0°C y para cámaras negativas, en función del volumen de cada una.

TABLA 2.4. Renovación del aire diario por las aberturas de puertas para las condiciones normales de explotación "Cámaras Negativas" y "Cámaras por encima de 0°C"

Volumen de la cámara (m ³)	Renovación de aire diario N/d		Volumen de la cámara (m ³)	Renovación de aire diario N/d		Volumen de la cámara (m ³)	Renovación de aire diario N/d		Volumen de la cámara (m ³)	Renovación de aire diario N/d	
	-	+		-	+		-	+		-	+
2,5	52	70	20	16,5	22	100	6,8	9	600	2,5	3,2
3,0	47	63	25	14,5	19,5	150	5,4	7	800	2,1	2,8
4,5	40	53	30	13	17,5	200	4,6	6	1000	1,9	2,4
5,0	35	47	40	11,5	15	250	4,1	5,3	1500	1,5	1,95
7,5	28	38	50	10	13	300	3,7	4,8	2000	1,3	1,65
10,0	24	32	60	9	12	400	3,1	4,1	2500	1,1	1,45
15,0	19	26	80	7,7	10	500	2,8	3,6	3000	1,05	1,3

En la tabla 2.5 se observa el calor de aire que entra en la cámara para diferentes temperaturas y humedades relativas. Estos valores representan el calor requerido para disminuir la temperatura de 1 m³ de aire en las condiciones de temperatura de entrada, hasta las de temperatura final de la cámara.

TABLA 2.5. Calor del aire en (kJ/m³) para el aire exterior que penetra en la cámara fría.

	(+) 5°C		(+) 10°C		(+) 15°C		(+) 20°C	
	70% H.R.	80% H.R.	70% H.R.	80% H.R.	70% H.R.	80% H.R.	50% H.R.	60% H.R.
15°C							2,8	7
10°C					105,5	13,8	16,6	20,9
5°C			9,6	12	22,8	26,2	29	33,5
0°C	9,1	10,9	20,8	23,3	34,4	37,9	40,8	45,4
- 5°C	19,2	20,9	31	33,5	44,6	48,2	51,2	55,8
- 10°C	28,7	30,5	40,8	43,4	54,8	58,4	61,4	66,1
- 15°C	37,8	39,7	50,2	52,8	64,5	68,2	71,3	76,1
- 20°C	46,1	48	58,8	61,5	73,4	77,1	80,4	85,3
- 25°C	55,1	57,1	68	70,8	82,9	86,8	90,1	95,1
- 30°C	64,2	66,2	77,5	80,1	92,6	96,5	99,8	105
- 35°C	73,3	75,3	86,7	89,6	102	106	110	115
- 40°C	83,3	85,4	97,1	100	113	117	121	126
	(+) 25°C		(+) 30°C		(+) 35°C		(+) 40°C	
	50% H.R.	60% H.R.						
15°C	16,8	23,3	34,5	42,7	56,4		81,4	96,5
10°C	30,9	37,5	48,8	57,2	70,1	81,3	96,5	112
5°C	43,7	50,5	62,1	70,6	83,9	95,4	111	127
0°C	55,9	62,9	74,9	83,7	97,4	109	125	141
- 5°C	66,4	73,5	85,5	94,4	108	120	136	153
- 10°C	77	84,2	96,6	106	120	132	148	165
- 15°C	87,2	94,6	107	116	131	143	160	177
- 20°C	96,6	104	117	127	141	154	171	189
- 25°C	107	114	127	137	152	165	183	201
- 30°C	117	125	138	148	163	177	195	215
- 35°C	127	135	149	159	174	188	207	225
- 40°C	138	147	161	171	187	201	220	231

2.2.4.4. Calor Liberado por la Iluminación de la Cámara.

En las cámaras frigoríficas trabajan personas que manipulan los productos. Por esto la iluminación debe ser la suficiente para que estos puedan trabajar de la mejor manera. Aunque esto es necesario, la iluminación desprende calor, se procurara emplear lámparas con la mejor iluminación para una potencia determinada. En una cámara frigorífica debe haber una iluminación de 125 lux en el suelo y de 250 lux en las áreas de trabajo.

Esta energía irradiada en forma de calor, es equivalente a:

$$Q_L = \frac{p * t}{24}$$

Donde: P = Potencia total de la iluminación dentro de la cámara (W).
t = Tiempo de encendido de las lámparas (horas/días).

Q_L = Potencia de iluminación (W).

Si la cámara posee lámparas fluorescentes hay que multiplicar la potencia total obtenida por el factor 1.25, con esto se considera el consumo complementario de las reactancias.

Se puede estimar un valor entre 5 y 15 W/m², si no hay un valor conocido de la potencia de las lámparas.

2.2.4.5. Calor Liberado por las Personas que Trabajan en el Interior.

Como se nombra anteriormente, dentro de una cámara frigorífica trabajan personas manipulando los productos. Todas las personas emiten energía en forma de calor, por esto cuando parte del personal hace ingreso a la cámara, hay liberación de calor.

Esta liberación de calor es equivalente a:

$$Q_p = \frac{q * n * t}{24}$$

Donde: q = Calor de las personas según tabla 2.6 (W).

n = Numero de personas.

T = Permanencia de las personas dentro de la cámara (horas/día).

TABLA 2.6. Potencia calorífica aportada por las personas.

Temperatura de la cámara (°C)	Potencia liberada por persona (W)
10,00	210,00
5,00	240,00
0,00	270,00
-5,00	300,00
-10,00	330,00
-15,00	360,00
-20,00	390,00
-25,00	420,00

2.2.4.6. Calor Liberado por los Ventiladores.

Hay que tomar en cuenta el calor que aportan los motores y ventiladores en los sistemas empleados de evaporadores de aire forzado en las cámaras:

$$Q_v = \frac{p * t}{24}$$

Donde: P = Potencia global de los ventiladores (W).
t = Duración de los ventiladores (horas).

Si la potencia del motor empleado viene en CV, hay que multiplicar esta por 632 kcal/h.

Los ventiladores sólo están en funcionamiento cuando la maquina frigorífica se encuentra en servicio, en los periodos de descarche de los evaporadores están detenidos.

Por lo tanto como concepto de calor total de otras fuentes, recién nombradas, se tiene:

$$Q_t = Q_c + Q_r + Q_L + Q_p + Q_v$$

2.2.4.7. Calor Total de Refrigeración.

La carga total en una instalación frigorífica, son todas las cargas frigoríficas obtenidas en cada uno de los conceptos vistos anteriormente.

El requerimiento total de refrigeración se puede establecer de la siguiente forma:

$$Q_T = Q_e + Q_t$$

$$Q_T = Q_e + Q_c + Q_r + Q_L + Q_p + Q_v$$

Donde: Q_e = Es la carga térmica procedente del calor sensible, del calor latente de solidificación, de las reacciones químicas, del embalaje y del calor absorbido por la congelación del agua de los productos a congelar.

Q_t = Son todos los otros flujos de calor vistos anteriormente.

Ahora que se conoce la carga frigorífica de la cámara, se puede proceder a calcular la potencia frigorífica de la maquinaria.

Para Q_T calculado como potencia en W

$$N_R = Q_T \frac{24}{t}$$

Para Q_T como cantidad de calor, kcal/día;

$$N_R = \frac{Q_T}{t}$$

2.3. TRANSPORTE FRIGORÍFICO.

Las altas exigencias que caracterizan al transporte de productos congelados, dan como resultado que este sea el eslabón más delicado de la cadena de frío. Las instalaciones frigoríficas de los vehículos están más expuestas a sufrir averías que las instalaciones fijas, por lo que exigen ser atendidas por personal altamente calificado.

El transporte de los productos congelados puede hacerse por carretera, vía férrea, aérea y marítima, utilizando vehículos o contenedores aislados térmicamente y previstos de equipamiento frigorífico para mantener una temperatura suficientemente baja.

De forma ideal, el transporte debe efectuarse a una temperatura que no pase de los -18°C .

2.3.1. Vehículos de Transporte.

El transporte es a menudo el factor de mayor costo en el canal de mercadeo y en el caso de los productos de exportación transportados por vía aérea, el costo del transporte normalmente excede al de la producción. El método para el transporte está determinado por la distancia, la perecibilidad y el valor del producto, factores que son regulados por el tiempo. Cualquiera que sea el método que se use, los principios del transporte son los mismos:

- La carga y descarga deben ser tan cuidadosas como sea posible;
- La duración del viaje debe ser lo más corta posible;
- El producto debe protegerse bien en relación a su susceptibilidad al daño físico;
- Las sacudidas y los movimientos deben reducirse al mínimo posible;
- Debe evitarse el sobrecalentamiento;
- Debe ser restringida la pérdida de agua del producto;
- Una vez alcanzadas las condiciones de conservación requeridas, éstas deben mantenerse constantes, en particular en lo referente a la temperatura, humedad relativa y circulación de aire.

2.3.1.1. Enfriamiento de los Vehículos de Transporte.

No existe un método único para combatir las entradas de calor a través de las paredes del vehículo. Los métodos mas empleados son los siguientes:

- Vehículos frigorífico enfriados mecánicamente: estos son provistos de una maquina frigorífica que funciona mientras el vehículo esta en marcha, con un ventilador que insufla aire frío alrededor de los productos.
- Vehículos refrigerantes: enfriados por un medio consumible, como la nieve o el hielo carbónico (dióxido de carbono sólido) o nitrógeno líquido. Si es por un equipo eutéctico, donde la mezcla eutéctica (no toxica) contenida se enfría previamente con ayuda de una maquina frigorífica, este enfriamiento se efectúa previamente antes de que el vehículo sea cargado.

2.3.1.2. Circulación de Aire.

Para evacuar el calor que penetra a través de las paredes, e impedir que afecte a la carga, es necesaria una circulación de aire frío forzado en la carrocería del vehículo. La circulación de aire debe asegurar la temperatura uniforme, en especial en los

transportes de larga distancias, esta será tal que las diferencias de temperaturas en los distintos puntos de flujo del aire no sobrepase los 3 °C.

2.3.1.3. Aislamiento y Estanqueidad del Aire.

Se evitara el ingreso de humedad, ya que esta altera gravemente el aislamiento. Este debe caracterizarse por los siguientes factores: bajo coeficiente de conductibilidad calórica, mínimo peso posible, resistente a golpes y sacudidas, resistente a las sobrecargas dinámicas, impermeable al vapor, resistente a la humedad, fácil de limpiar y lo más económico posible.

Durante el uso del vehículo o container se debe evitar que sufran daños mecánicos que puedan romper la protección del aislante contra el vapor de agua.

Es necesario comprobar a intervalos regulares, las juntas de las puertas, la estanqueidad de la inserción del grupo frigorífico y los orificios de drenaje u otras aberturas para evitar las fugas de aire.

Los revestimientos exteriores del vehículo o container deben ser reflectantes y mantenerse limpios para reducir la absorción de calor radiante.

2.3.1.4. Diversos Modos de Transporte.

2.3.1.4.1. Transporte por Carretera.

Es el principal modo de transporte de los alimentos congelados. Para largas distancias, el enfriamiento utilizado es el mecánico, por ser más ventajoso en cuanto a peso, estorbo y costo.

Los sistemas mecánicos de refrigeración instalados en camiones varían en función de su capacidad de enfriamiento. La mayoría sirve únicamente para mantener la temperatura del producto que ha sido pro-enfriado por otros medios, ya que poseen ventiladores de baja capacidad que hacen circular el aire, solo lo suficiente para refrigerar el aire que se calienta debido a la lenta respiración del producto frío. En viajes largos puede ser necesario alguna forma de ventilación para evitar la disminución del oxígeno y la acumulación de dióxido de carbono.

Algunos vehículos refrigerados como los camiones remolques que tienen montado en la plataforma posterior un contenedor refrigerado, son capaces de enfriar rápidamente el producto caliente mediante circulación forzada, pero esto generalmente es una excepción debido a su alto costo.

2.3.1.4.2. Transporte Aéreo.

El transporte aéreo es muy costoso y sólo se justifica para productos de exportación de alto valor, para los mercados de Europa, Norteamérica y otros países que no los producen en ciertas estaciones del año.

El gran peso de las instalaciones y de los aislamientos excluye prácticamente la posibilidad de construir aviones frigoríficos. El transporte se realiza en containers ligeros de poliuretano, este debe ser acondicionado en el lugar de embarque inmediatamente antes de que despegue el avión.

Los productos frescos se pueden enviar en un avión de carga o en la zona disponible para la carga de un avión de pasajeros. La cantidad que puede enviarse varía según el avión y espacio disponible.

2.3.1.4.3. Transporte Marítimo.

En la mayoría de los casos, el transporte marítimo se efectúa con barcos frigoríficos, los cuales son muy utilizados en la exportación de productos frescos. El transporte marítimo, a causa de la duración de los viajes, es una forma de almacenamiento refrigerado, por lo que todas las precauciones necesarias para este tipo de almacenamiento son válidas en estas circunstancias.

Barcos frigoríficos. Totalmente equipados para la refrigeración, tienen sistemas eficientes para la circulación del aire y control de la velocidad de intercambio del aire. Los barcos frigoríficos generalmente son de gran capacidad (4000 toneladas y más) y regularmente transportan productos frescos, principalmente fruta, a todo el mundo. Los factores que limitan su uso, son la duración de los viajes que puede ser superior a la vida de almacenamiento de la mayoría de los productos y la considerable manipulación que se requiere para cargar y descargar.

Contenedores frigoríficos. Son una forma especializada de transporte marítimo que está ganando rápidamente popularidad internacional. Cada contenedor puede tener su propio sistema de refrigeración independiente el cual se conecta a la red de electricidad del barco, o puede tener en un extremo ductos especiales para el aire, que están alineados con relación a los ductos del barco de modo que la refrigeración es proporcionada enteramente por el propio sistema del barco (Sistema "Con-Air").

Sus principales ventajas son:

- Permiten el uso compartido del barco para contenedores frigorizados, por muchos productores de diferentes productos, siempre y cuando tengan acceso al uso de contenedores y que estén exportando por la misma ruta.
- Reducen en gran medida los daños por manejo, ya que se cargan en la bodega de empaque y no se descargan hasta que llegan a la bodega del cliente en el país de destino.
- En forma independiente se fija y vigila la temperatura.
- Capaces de pro-enfriar rápidamente el producto bajo las condiciones ambientales tropicales.

2.3.2. Manejo y almacenamiento durante el transporte.

Los factores que regulan el empaque para el transporte ya han sido tratados con anterioridad. Los golpes sufridos por los envases durante la carga y descarga son causa frecuente de daño para el producto y para el envase. Estos pueden minimizarse:

- Usando diseños y envases de pesos compatibles con el método de manejo;
- Mediante el correcto manejo y supervisión de la carga/descarga evitando la manipulación descuidada, asegurándose de que los trabajadores sean lo bastante fuertes y de estatura adecuada para el trabajo;
- Mediante el uso de áreas de carga con rampa, que tienen grandes ventajas para cargar los camiones con el producto;
- Brindando protección contra el sol y la lluvia en las áreas de carga y descarga;
- Usando carretones, correas transportadoras y montacargas para reducir la manipulación manual.

La forma de estibar el producto en el vehículo de transporte depende del empaque, producto y tipo y tamaño del vehículo, pero siempre debe planificarse y manejarse cuidadosamente para minimizar el daño, tanto físico como el de origen ambiental. Las siguientes son algunas recomendaciones útiles:

- Cargar de manera que se aproveche al máximo el espacio y se reduzca el movimiento del producto;
- Distribuir uniformemente el peso;
- Al despachar cargas de productos mixtos, colocar la mercadería en orden inverso a su secuencia de descarga;

- Dejar aberturas para la ventilación (en caso de que no haya suficientes incorporadas en el diseño del envase);
- Estibar solamente hasta una altura cuya carga pueda soportar los envases inferiores sin que se aplasten o dañen;
- No exceder la capacidad del vehículo;
- Asegurarse de que el vehículo tenga mantenimiento adecuado, las averías significan pérdida de tiempo y pueden ocasionar deterioro excesivo o total del producto;

2.3.2.1. Operaciones Previas a la Carga.

Antes de cargar un vehículo hay que asegurarse de que el grupo frigorífico funcione bien, que los evaporadores no estén bloqueados por la escarcha, y que el interior y las puertas del vehículo estén en buen estado. Se regula el termostato, para que el producto se encuentre a la temperatura requerida.

2.3.2.2. Operaciones Durante el Transporte.

Se debe comprobar y registrar regularmente la temperatura interior del vehículo, particularmente al final de los periodos de descarchado. Debe asegurarse el buen funcionamiento del grupo frigorífico y en caso contrario reponer el criógeno perdido. Estas comprobaciones deben ser realizadas por personal competente, que sea capaz de poner remedio en caso de avería o de temperatura incorrecta para el producto transportado.

2.3.2.3. Operaciones en la Descarga.

Se deben tomar las mismas medidas que en la carga, de forma que se limite, en lo posible, el aumento de la temperatura del producto; evitar exponer el producto al calor; descargar lo mas rápido posible; reducir cualquier permanencia de los productos fuera de un recinto frío; efectuar las comprobaciones de temperatura, condición y calidad de los productos solamente en un recinto frío; limitar en lo posible la apertura de las puertas.

2.4. MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Los principales parámetros de que depende la calidad de un alimento congelado en un determinado momento son:

- a. La naturaleza del producto y su calidad en el momento de la congelación.
- b. Las operaciones de preparación y de congelación.
- c. El embalaje.
- d. La temperatura de almacenamiento y sus fluctuaciones,
- e. La duración del almacenamiento.

2.4.1. Modificaciones Físicas, Químicas y Bioquímicas.

De manera general durante el almacenamiento los productos sufren una pérdida gradual, acumulativa e irreversible, de la calidad, que resulta de los distintos efectos individuales o combinados de las modificaciones físicas, físico-químicas, químicas y bioquímicas.

2.4.1.1. Modificaciones Físicas.

Estas proceden sobre todo de la deshidratación, que en los casos graves puede convertirse en quemaduras, esta puede ser dominada o al menos reducida mediante embalajes adecuados o a una temperatura de almacenamiento suficientemente baja y constante.

2.4.1.2. Modificaciones Físico-químicas.

Estas se deben esencialmente a la concentración de los líquidos tisulares que resultan de la congelación. Puede originarse durante el almacenamiento una desnaturalización de las proteínas y un aumento del exudado al descongelar.

2.4.1.3. Modificaciones Químicas y Bioquímicas.

Estas pueden resultar de reacciones diversas que provocan cambios de color, de aroma y de textura. Frecuentemente las oxidaciones son las más perjudiciales.

En la mayor parte de los casos, todas estas modificaciones son retrasadas por el efecto de una temperatura de almacenamiento suficientemente baja, y en el caso de la oxidación por un embalaje adecuado.

2.4.2. Relación entre Temperatura y Duración de Almacenamiento.

Para casi todos los alimentos congelados, la duración posible de almacenamiento aumenta cuando la temperatura disminuye al menos entre 25 °C y 40 °C. Sin embargo esto tiene algunas excepciones, si se expone bajo el efecto del cloruro sódico, ciertos productos tales como el tocino u otras carnes saladas pueden tener una duración de conservación máxima alrededor de 12 °C, o bien sufrir una degradación de la calidad que es independiente de la temperatura o incluso se acelera con una disminución de la temperatura.

2.5. DESCONGELACIÓN.

Los alimentos congelados deben tratarse antes de su empleo, con el objeto de prepararlos para el consumo o para posteriores preparaciones. Esta operación tiene como objeto el poner a los productos en un estado lo mas parecido posible a como se exhibía el producto antes de ser congelado.

El proceso de descongelación se realiza con el principio inverso al de la congelación. La temperatura interna del producto aumenta hasta alcanzar el punto de fusión, luego se mantiene constante hasta la conclusión del proceso alcanzando por ultimo la temperatura deseada.

En la descongelación es muy difícil evitar la condensación de humedad ambiental en la superficie del producto.

2.5.1. Métodos de Descongelación.

Están fundados sobre las propiedades térmicas del producto (transferencia de calor por conducción de las superficies hacia dentro) o bien sobre sus características dieléctricas o su resistividad eléctrica. Los métodos térmicos utilizan la convección a partir del aire o del agua y el vapor a presión inferior a la atmosférica. Los modos utilizados son por placas calefactoras, tubos térmicos o radiación infrarroja.

La concepción de un sistema de descongelación implica conocer bien el proceso a seguir para obtener la duración de descongelación deseada, así como sus efectos sobre el exudado, las pérdidas por evaporación del agua, el aspecto y la calidad microbiológica. El proceso consta de tres etapas: a) calentamiento del sólido hasta el nivel de descongelación (fase de atemperación; b) descongelación; c) calentamiento del producto por encima de punto de fusión final. La duración de descongelación es el tiempo necesario para que la temperatura del producto pase de su estado de congelado, hasta cuando no quede nada de hielo en el producto.

Cualquiera sea el método utilizado, se debe suministrar la energía calórica suficiente para fundir el hielo contenido en el producto. Por ejemplo, para descongelar 1 kg. de pescado blanco a partir de una temperatura de -30°C se necesitan 300 kJ y para el vacuno graso 100 kJ, disminuyendo la cantidad de energía a menor cantidad de agua y mayor grasa.

Como la conductividad térmica del producto es menor en estado descongelado, el calentamiento por el exterior es frenado y la resistencia térmica aumenta progresivamente a medida que se propaga la fusión. También es esencial que la elevación de la temperatura superficial no favorezca el desarrollo de las bacterias, por lo que se recomienda que la temperatura superficial no sobrepase los 4 ó 5°C .

2.5.1.1. Descongelación por Calentamiento Exterior.

Este procedimiento es el más utilizado en la práctica de hoy. En este método se aporta calor a la superficie del producto, exponiendo la superficie de este a la acción del aire, vapor de agua, líquido o a superficies calientes. La duración de la descongelación por métodos de este tipo depende de factores relativos al producto y al medio:

- Dimensiones y formas del producto, en especial su espesor.
- Conductividad térmica del producto.
- Variación de entalpía (calor total a suministrar).
- Temperatura inicial y final del producto.
- Características térmicas del medio.
- Temperatura y velocidad de circulación del medio, y su humedad en el caso del aire.

El plazo de descongelación aumenta principalmente cuando los artículos están envasados.

2.5.1.2. Descongelación por Aire.

El calor se transmite al producto congelado por conducción a través de la capa límite de aire en la superficie del producto, el flujo de calor que penetra depende de la velocidad del aire, de su humedad y de la diferencia de temperatura entre aire y producto. La humedad del aire se mantiene entre 85% y 100%. El aire utilizado se mantiene, sin sobrepasar, a una temperatura de 4 a 5°C para evitar el desarrollo microbiano, por lo que el flujo de calor es débil y la descongelación lenta. La temperatura del aire se determina en función del espesor del producto, la duración de la descongelación y las condiciones microbiológicas.

A medida que se aumenta la velocidad del aire, el espesor de la capa límite del aire disminuye, la transmisión del calor se acelera y la duración de la descongelación disminuye.

2.5.1.3. Descongelación por Agua.

Aquí el medio a utilizar es el agua, la cual circula alrededor del producto o se chorrea sobre este, su temperatura no debe exceder de 20°C y su velocidad debe sobrepasar los 0.5 cm/s para obtener una descongelación rápida.

2.5.1.4. Descongelación al Vacío.

Aquí el producto se somete a una presión menor a la atmosférica. A baja presión el vapor de agua se condensa en la superficie del producto, por esto se obtiene una transmisión térmica superficial muy superior a la de los métodos anteriores. La presión correspondiente a la temperatura deseada para el vapor de agua se adopta entre 5 y 30 °C. Con esta transferencia al vacío no se arriesga cocer el producto como puede suceder al aire libre.

2.5.1.5. Descongelación por Métodos Eléctricos.

En todos los métodos anteriores la rapidez de descongelación es en función de la transferencia de calor del medio a la superficie del producto y de la conducción de este calor hacia el centro. En los sistemas eléctricos, el calor se engendra en el seno del producto, de manera que la conducción térmica no es un factor limitante. En este sistema, en un campo electromagnético oscilante, se comunica a las moléculas una

energía cinética que se disipa por colisiones elásticas con las moléculas vecinas en forma de calor. La cantidad de calor engendrado de esta manera depende de las características eléctricas del producto.

2.5.1.6. Descongelación por Resistencia Eléctrica.

Este método utiliza corriente a baja frecuencia (50 Hz aprox.), no es aplicable mas que a bloques planos de superficie no muy irregular. Es una descongelación lenta, porque la resistencia eléctrica de los productos es elevada a bajas temperaturas. El procedimiento se emplea para bloques de productos previamente calentados en agua para disminuir su resistencia eléctrica.

2.5.1.7. Descongelación Dieléctrica.

Idealmente, se dispone una placa regular de un producto homogéneo entre dos electrodos paralelos, a los cuales se les aplica una frecuencia de 10 MHz, aproximadamente. Aquí no hay cambio térmico con el exterior, el campo eléctrico es uniforme en la placa del producto y la energía absorbida, por lo cual el calentamiento, es el mismo en todo punto del producto. Pero esto se aparta al cuadro ideal por las siguientes razones:

- El bloque del producto no es perfectamente un paralelepípedo,
- El bloque no es homogéneo, ya que contiene grasa, magro, hueso,
- El producto se calienta mientras es llevado al descongelador, lo que acarrea variaciones locales de temperatura de donde se produce una absorción no uniforme de la potencia suministrada.

2.5.1.8. Descongelación por Micro-ondas.

Al utilizar micro-ondas, ciertas partes del producto pueden ser cocidas mientras que otras están todavía congeladas, la absorción de las radiaciones electromagnéticas de esta banda de frecuencia, crece a medida que la temperatura se eleva por encima de -5°C , aproximándose al punto de congelación inicial. Si por cualquier razón un punto del producto esta ligeramente mas caliente que los que le rodean, este punto absorberá mas energía y la diferencia de entalpía se acrecentara. Otro factor limitante, es que la penetración disminuye cuando la frecuencia aumenta.

CAPITULO III: GASES REFRIGERANTES.

3.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES.

3.1.1. Definición.

Es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante. Para que un refrigerante sea apropiado y se le pueda ser utilizado en refrigeración, debe poseer ciertas propiedades físicas, químicas y termodinámicas que lo hagan seguro durante su uso.

No existe un refrigerante "ideal" ni que pueda ser universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante se aproximará al "ideal", solo en tanto que sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado.

3.1.2. Identificación de Refrigerantes.

Los refrigerantes se identifican por números después de la letra R, que significa "refrigerante". El sistema de identificación ha sido estandarizado por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Es necesario estar familiarizado con los números, así como con los nombres de los refrigerantes. En la tabla 3.1 aparecen los refrigerantes más comunes. Cabe mencionar que las mezclas zeotrópicas, son refrigerantes transitorios que se desarrollaron para sustituir al R-22 y al R-502, aunque algunas de estas, van a permanecer como sustitutos de estos refrigerantes.

Tabla 3.1 Designación de números a los refrigerantes. Los números entre paréntesis indican el porcentaje de cada componente en la mezcla.

<i>Nº</i>	<i>Nombre Químico</i>	<i>Formula Química</i>
Serie Metano		
10	Tetraclorometano (tetracloruro de carbono)	CCl ₄
11	Tricloromonofluorometano	CCl ₃ F
12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂
13	Clorotrifluorometano	CClF ₃
20	Triclorometano (cloroformo)	CHCl ₃
21	Diclorofluorometano	CHCl ₂ F
22	Clorodifluorometano	CHClF ₂
23	Trifluorometano	CHF ₃
30	Diclorometano (cloruro de metileno)	CH ₂ Cl ₂
40	Clorometano (cloruro de metilo)	CH ₃ Cl
50	Metano	CH ₄
Serie Etano		
110	Hexacloroetano	CCl ₃ CCl ₃
113	1,1,2-triclorotrifluoroetano	CCl ₂ CClF ₂
115	Cloropentafluoroetano	CClF ₂ CF ₃
123	2,2-Dicloro-1,1,1-Trifluoroetano	CHCl ₂ CF ₃
134a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	CH ₂ FCF ₃
141b	1,1-Dicloro- 1 –Fluoroetano	CH ₃ CCl ₂ F
150a	1,1-Dicloroetano	CH ₃ CHCl ₂
152a	1,1-Difluoroetano	CH ₃ CHF ₂
160	Cloroetano (cloruro de etilo)	CH ₃ CH ₂ Cl
170	Etano	CH ₃ CH ₃
Hidrocarburos		
290	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃
600	Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃
600a	2-Metilpropano (isobutano)	CH(CH ₃) ₃
Compuestos Inorgánicos		
702	Hidrogeno	H ₂
704	Helio	He
717	Amoniaco	NH ₃
718	Agua	H ₂ O
720	Neón	Ne
728	Nitrógeno	N ₂
732	Oxigeno	O ₂
744	Bióxido de Carbono	CO ₂
764	Bióxido de Azufre	SO ₂

Mezclas Zeotrópicas	
400	R-12/R114 (60/40)
401A	R-22/152a/124 (53/13/34)
401B	R-22/152a/124 (61/11/28)
402A	R-22/125/290 (38/60/2)
402B	R-22/125/290 (60/38/2)
404A	R-125/143a/134a (44/52/4)
407A	R-32/125/134a (20/40/40)
407B	R-32/125/134A (10/70/20)
407C	R-32/125/134a (23/25/52)
408A	R-125/143a/22 (7/46/47)
409A	R-22/124/142b (60/25/15)
410A	R-32/125 (50/50)
Mezclas Azeotrópicas	
500	R-12/152a (73,8/26,2)
502	R-22/115 (48,8/51,2)
503	R-223/13(40,1/59,9)
507	R-125/143a (50/50)

3.1.3. Requerimientos de los Refrigerantes.

Para que un líquido pueda ser utilizado como refrigerante, debe reunir ciertas propiedades, tanto termodinámicas como físicas. El refrigerante ideal sería aquél que fuera capaz de descargar en el condensador todo el calor que absorba del evaporador, la línea de succión y el compresor. Desafortunadamente, todos los refrigerantes regresan al evaporador arrastrando una cierta porción de calor, reduciendo la capacidad del refrigerante para absorber calor en el lado de baja.

Estas son las propiedades en que los refrigerantes difieren de uno a otro.

Un refrigerante ideal deberá reunir todas las propiedades siguientes.

3.1.3.1. Propiedades Termodinámicas.

Son aquellas que tienen relación con el movimiento del calor.

Estas propiedades se publican para cada refrigerante en forma de tablas. Estas tablas se dividen en dos secciones: Propiedades de Saturación de Líquido y Vapor, y Propiedades del Vapor Sobrecalentado. Las primeras se dan comúnmente a intervalos de temperatura, y las segundas, se dan tanto a intervalos de presión como de temperatura. Las propiedades de un gas son:

1. Presión. Debe operar con presiones positivas.

2. Temperatura. Debe tener una temperatura crítica por arriba de la temperatura de condensación. Debe tener una temperatura de ebullición baja. La temperatura de congelación tiene que estar muy por debajo de cualquier temperatura a la cuál pueda operar el evaporador.
3. Volumen. Debe tener un valor bajo de volumen específico en fase vapor, y un valor alto de volumen en fase líquida.
4. Entalpía. Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización. Así el número de calorías a obtener en su ebullición ha de ser muy elevado, a fin de emplear la menor cantidad posible de refrigerante en el proceso de evaporación, para obtener una temperatura determinada. Cuanto mayor sea el calor latente de vaporización, mayor será el calor absorbido por kilogramo de refrigerante en circulación.
5. Densidad. La densidad de un fluido, puede definirse como su peso por unidad de volumen.
6. Entropía. La entropía es un término de ingeniería, aplicado generalmente al proceso de compresión. El cambio de entropía es una medida de la energía no disponible, que resulta del cambio de propiedades de un refrigerante. La entropía, es pues, una relación que describe la energía relativa en el refrigerante, y se determina dividiendo la cantidad de calor en el líquido o en el vapor, por su temperatura absoluta.

3.1.3.2. Propiedades Físicas y Químicas.

Las propiedades físicas y químicas de los refrigerantes, no determinan directamente el calor que un refrigerante puede remover o absorber. Las propiedades son:

1. No debe ser tóxico ni venenoso.
2. No debe ser explosivo ni inflamable.
3. No debe tener efecto sobre otros materiales.
4. Fácil de detectar cuando se fuga.
5. Debe ser miscible con el aceite.
6. Inocuo para los aceites lubricantes. La acción del refrigerante en los aceites lubricantes no debe alterar la acción de lubricación y no debe descomponerlo.
7. No debe reaccionar con la humedad.
8. Debe ser un compuesto químicamente estable. A fin de tolerar años de repetidos cambios de estado.

9. Fácil detección y localización de pérdidas. Las pérdidas producen la disminución del refrigerante y la contaminación del sistema, por esto es interesante que por su composición resulten de fácil localización en las fugas que se produzcan en el sistema.

Fácilmente se comprende que ninguno de los refrigerantes conocidos reúne todas estas cualidades; es decir, no existe un refrigerante ideal, por lo que, en base a un balance de ventajas, deberá seleccionarse el que reúna el mayor número de estas características de acuerdo al diseño requerido.

3.1.4. Clasificación de los Refrigerantes.

Los refrigerantes son clasificados en los siguientes grupos:

- a. Grupo 1, de alta seguridad. En este grupo se reúnen los refrigerantes que no son combustibles, y cuya acción toxica es ligera o nula.
- b. Grupo 2, de media seguridad. Los refrigerantes de este grupo tienen la toxicidad como característica dominante y pueden ser inflamables o explosivos a un 3.5% en volumen.
- c. Grupo 3, de baja seguridad. Son los refrigerantes que pueden ser combustibles o explosivos por debajo del 3.5% en volumen. No son generalmente tóxicos, aunque requieren de reglamentos especiales para su empleo.

Tabla 3.2 Refrigerantes clasificados por grupos de seguridad.

Grupo	Denominación simbólica Numérica	Nombre químico común	Formula química	Punto de ebullición °C
G-1	R-11	Tricloromonofluorometano	CCl ₃ F	23,8
	R-12	Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂	-29,8
	R-13	Monoclorotrifluorometano	CClF ₃	-81,5
	R-13B1	Monobromotrifluorometano	CBrF ₃	-58
	R-21	Dicloromonofluorometano	CHCl ₂ F	8,92
	R-22	Monoclorodifluorometano	CHClF ₂	-40,8
	R-113	Trclorotrifluoroetano	C ₂ Cl ₃ F ₃	47,7
	R-114	Diclorotetrafluoroetano	C ₂ Cl ₂ F ₄	3,5
	R-115	Monocloropentafluoroetano	C ₂ ClF ₅	-38,7
	R-C318	Octafluorociclobutano	C ₄ F ₈	-5,9
	R-500	R-12(73,8%) + R-152(26,2%)	CCl ₂ F ₂ /C ₂ H ₄ F ₂	-28
	R-502	R-22(48,8%) + R-115(51,2%)	CHClF ₂ /C ₂ ClF ₅	-45,6
	R-744	Anhídrido carbónico	CO ₂	-78,5

G-2	R-717	Amoniaco	NH ₃	-33,3
	R-30	Diclorometano (Cloruro de metileno)	CH ₂ Cl ₂	40,1
	R-40	Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	-24
	R-611	Formiato de metilo	C ₂ H ₄ O ₂	31,2
	R-764	Anhídrido sulfuroso	SO ₂	-10
	R-160	Cloruro de etilo	C ₂ H ₅ Cl	12,5
	R1130	Dicloroetileno	C ₂ H ₂ Cl ₂	48,5
G-3	R-170	Etano	C ₂ H ₆	-88,6
	R-290	Propano	C ₃ H ₈	-42,8
	R-600	Butano	C ₄ H ₁₀	0,5
	R-601	Isobutano	(CH ₃) ₃ CH	-10,2
	R-1150	Etileno	C ₂ H ₄	-103,7

La diferencia entre un refrigerante muy inflamable (Grupo Tres) y uno moderadamente inflamable (Grupo Dos), depende de la proporción mezclada con el aire y el límite más bajo del rango. Un refrigerante del Grupo Dos, puede ser tan riesgoso como uno del Grupo Tres, si es que hay presente una cantidad suficiente de aire.

3.1.5. Clasificación Combinada.

Una clasificación más actual de los refrigerantes, es la clasificación combinada en grupos de seguridad, hecha por las organizaciones American National Standards Institute (ANSI) y la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE), conocida como la norma ANSI/ASHRAE 34-1992. Esta clasificación combina la toxicidad con la inflamabilidad de los refrigerantes, la cual se hace cada cinco años. La necesidad de esta revisión surgió al desarrollarse nuevos refrigerantes y discontinuar otros que destruyen la capa de ozono. Se volvió aparente que el sistema de clasificación existente, el cual había evolucionado a través de muchos años, no sería adecuado para clasificar los refrigerantes nuevos. Se ingenió un sistema menos arbitrario y se cambió la manera de identificación de como se venía haciendo anteriormente, de clasificar por separado la toxicidad de la inflamabilidad con un designador básico.

La nueva clasificación de grupos de seguridad es de acuerdo a los siguientes criterios:

- a. La clasificación deberá consistir de dos caracteres alfanuméricos. La letra mayúscula indica la toxicidad, y el número arábigo denota la inflamabilidad (por ejemplo, B2 o A1).

- b. En la clasificación de toxicidad, se asigna a los refrigerantes una de las dos clases - A o B - en base a la exposición permisible; la clase A incluye refrigerantes a los cuales no se ha identificado su toxicidad en concentraciones menores o iguales a 400 ppm (ligeramente o nada). La clase B incluye refrigerantes para los cuales existe evidencia de toxicidad en concentraciones por debajo de 400 ppm. (muy tóxicos).
- c. En la clasificación de inflamabilidad, los refrigerantes se deberán asignar a una de tres clases; 1, 2 ó 3. La clase 1 incluye a refrigerantes que no muestran propagación de flama al ser probados en aire a 101 kPa y a 18°C. La clase 2 incluye a refrigerantes que tienen un límite de inflamabilidad bajo (LFL) de más de 0.10 kg/m³ a 21°C y 101 kPa, y un calor de combustión menor a 4,540 kcal/kg (19,000 kJ/kg). La clase 3, comprende los refrigerantes que son sumamente inflamables, tal como se define por medio del LFL, menos o igual a 0.10 kg/m³ a 21°C y 101kPa, o por medio de un calor de combustión mayor o igual a 4,540 kcal/kg. En la figura 15 se muestran estas clasificaciones.

El diagrama muestra una matriz de clasificación de refrigerantes. El eje vertical indica el 'INCREMENTO DE INFLAMABILIDAD' con una flecha que apunta hacia arriba. El eje horizontal indica el 'INCREMENTO DE TOXICIDAD' con una flecha que apunta hacia la derecha. La matriz está dividida en una parte superior de inflamabilidad y una parte inferior de toxicidad. La parte superior tiene tres niveles de inflamabilidad: 'Mayor Inflamabilidad', 'Menor Inflamabilidad' y 'Propagación Nula de Llama'. La parte inferior tiene dos niveles de toxicidad: 'Menor Toxicidad' y 'Mayor Toxicidad'. Las combinaciones resultan en los grupos de seguridad A3, B3, A2, B2, A1, B1.

		GRUPO DE SEGURIDAD	
		A	B
INCREMENTO DE INFLAMABILIDAD ↑	Mayor Inflamabilidad	A3	B3
	Menor Inflamabilidad	A2	B2
	Propagación Nula de Llama	A1	B1
		Menor Toxicidad	Mayor Toxicidad

Figura 15. Clasificación actual de grupos de seguridad de refrigerantes.

Tabla 3.3 Clasificaciones de grupos de seguridad para algunos refrigerantes, según norma de ANSI/ASHRAE.

Refrigerante Nº	Nombre Químico	Grupo de Seguridad	
		Anterior	Nuevo
12	Diclorodifluorometano	1	A1
22	Clorodifluorometano	1	A1
30	Cloruro de metileno	2	B2
123	2,2-dicloro-1,1,1-trifluoretano	-	B1
134a	1,1,1,2-tetrafluoruro etano	-	A1
170	Etano	3a	A3
500	12/152a (73,8/26,2)	1	A1
502	22/115 (48,8/51,2)	1	A1
717	Amoniaco	2	B2
718	Agua	-	A1

3.2. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS REFRIGERANTES.

3.2.1. Amoniaco.

Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para fábricas de hielo, para grandes almacenes de enfriamiento, etc., donde se cuenta con los servicios de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia.

El amoníaco es el refrigerante que tiene más alto efecto refrigerante por unidad de peso.

El punto de ebullición del amoníaco a la presión atmosférica es de $-2,22^{\circ}\text{C}$.

En la presencia de la humedad el amoníaco se vuelve corrosivo para los materiales no ferrosos.

El amoníaco no es miscible con el aceite.

El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato de los refrigerantes.

Su estabilidad química, afinidad por el agua y no-miscibilidad con el aceite, hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante.

3.2.2. Anhídrido Sulfuroso.

Se produce al quemar azufre en el aire y se compone de un átomo de azufre y dos de oxígeno (SO_2).

El punto de ebullición de este refrigerante es de -10°C , a la presión atmosférica (1,01325 bar). Para su condensación es necesario que cuando se halle en estado comprimido, a su paso por el condensador, alcance una diferencia de temperatura mínima de 14°C , sobre el medio enfriador empleado.

La forma normal de trabajo es de 0 a 0,2 bares de vacío en la parte baja (aspiración) con una temperatura media de evaporación de -12°C .

El SO_2 , en su estado original (menos de 0,3% de humedad), no tiene efecto corrosivo sobre los metales que se usan corrientemente en la construcción de los compresores frigoríficos. Si se introduce en el sistema una cantidad mayor de humedad, se forma ácido sulfúrico, que ataca los metales. La humedad en estos sistemas se nota por la formación de una sustancia negruzca sobre las piezas de hierro y acero.

El efecto del anhídrido sulfuroso, bien deshidratado, sobre el aceite lubricante es nulo, no mezclándose en absoluto con el.

El anhídrido sulfuroso no es inflamable ni explosivo.

Las fugas de SO_2 resultan fáciles de hallar ya que su olor a azufre las delata.

Los vapores de SO_2 no pueden considerarse perjudiciales para la salud, a menos que se aspiren en gran cantidad. Debe tenerse especial cuidado con los ojos, ya que este en estado líquido puede dañar seriamente los tejidos de la vista, también resulta peligroso para los tejidos de la piel donde produce quemaduras.

Este refrigerante se halla en desuso totalmente.

3.2.3. Cloruro de Metilo.

Se compone de un átomo de carbono, tres de hidrogeno y uno de cloro, formando una molécula de cloruro de metilo (CH_3Cl).

El punto de ebullición es de $-23,76^{\circ}\text{C}$, a la presión atmosférica.

El único efecto del cloruro de metilo sobre los aceites lubricantes es que se diluye con estos hasta un límite considerable. A temperatura y presiones ordinarias el cloruro de metilo no disuelve el aceite en grado suficiente para reducir materialmente su eficacia lubricante.

Los efectos del cloruro de metilo son similares a los producidos por una intoxicación por alcohol. Solo una gran cantidad de cloruro y una larga exposición a dicho gas pueden hacer enfermar.

El cloruro debe ser químicamente puro y neutro, exento de toda clase de ácidos e hidrocarburos, por las siguientes razones:

- a. El ácido es siempre perjudicial ya que ataca los metales, formando cloruros u oxido, según el ácido.
- b. Los hidrocarburos son perjudiciales ya que se disuelven con facilidad en el aire del compresor, provocando un mal funcionamiento a este.

El cloruro de metilo no se mezcla fácilmente con el agua, la humedad que ingrese al sistema logra la formación de hielo en la válvula de expansión, dificultando el paso de este al evaporador. También se presenta la formación de lodos en los conductos de los circuitos, estos lodos pueden ser debidos a la humedad, el aceite, o la acción combinada de ambos.

Este refrigerante es inflamable y explosivo bajo ciertas circunstancias. La mezcla con aire es explosiva cuando el volumen del cloruro de metilo varía entre 8,1% y 17,2%.

Su detección de fugas es complicada debido a su olor imperceptible.

Los metales pesados y las aleaciones de uso corriente, como el hierro, el cobre, el latón y el bronce, son resistentes a la acción del cloruro de metilo.

El cloruro de metilo, que en su día sustituyo al anhídrido sulfuroso, fue decayendo su desuso ante la progresiva utilización de los refrigerantes clorofluorados (R-12, R-22, R-502) que hace unos años se impusieron en la industria frigorífica.

3.2.4. R-12.

Es uno de los refrigerantes pertenecientes a la familia de los llamados, generalmente, freones y este es el mas usado en refrigeración.

Este refrigerante se compone de un átomo de carbono, dos de cloro y dos de fluor, para formar una molécula de diclorodifluorometano (CCl_2F_2). No tiene olor ni color.

El punto de ebullición de este refrigerante es de -30°C , a la presión atmosférica.

El R-12 tiene un calor latente de evaporación más bajo que los refrigerantes ya mencionados, lo que significa que es necesario una cantidad mayor de R-12 para producir la misma cantidad de refrigeración que los otros dos refrigerantes ya mencionados.

El efecto del R-12 sobre el aceite es igual al del cloruro de metilo

Los vapores del R-12 no afectan los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones o la piel; sin embargo, si se expone a una llama, se descompone formando productos tóxicos altamente irritantes.

El R-12 no es inflamable ni explosivo.

Si el R-12 se mezcla ligeramente con el agua, forma ácido fluorhídrico, que tiene las mismas propiedades sobre los metales que el ácido clorhídrico. Debe evitarse que entre

humedad al sistema, ya que, al igual que cloruro de metilo, forma partículas de hielo en la válvula de expansión.

Por sus cualidades no tóxicas, el R-12 era indicado para las instalaciones de acondicionamiento de aire, aunque la nueva situación creada para evitar el deterioro de la capa de ozono, afectada por los refrigerantes halogenados, ha motivado la supresión total de este refrigerante reemplazándolo por el HFC R-134a para las instalaciones de frío domésticas y comerciales hasta temperaturas de -15°C y, momentáneamente, por el R-22 para aire acondicionado.

3.2.5. R-22.

Este refrigerante está formado por un átomo de carbono, uno de hidrógeno, uno de cloro y dos de fluor formando un monoclorodifluorometano (CHClF_2).

Su punto de ebullición es de -40°C a la presión atmosférica. Con su empleo se consigue aumentar en un 60% la capacidad de un compresor de R-12, con el mismo pistón, recorrido y velocidad, u obtener la misma capacidad reduciendo la velocidad de aquel.

Tiene la misma estabilidad química y los mismos efectos anticorrosivos y antidisolventes sobre los metales, a la misma temperatura y condiciones que el R-12.

La solubilidad con el agua en el R-22 es de una reacción ocho veces mayor que la del R-12. Una instalación de R-22 es capaz de absorber una mayor cantidad de humedad que una instalación con R-12 antes de que se corra el riesgo de formación de hielo en las válvulas de expansión.

Los vapores de R-22 son inodoros, y sus efectos sobre las personas son similares que con el R-12.

Este refrigerante se utiliza en instalaciones de refrigeración, con temperaturas de evaporación hasta -25°C , y de aire acondicionado.

De acuerdo al Protocolo de Montreal, este refrigerante que tiene un cierto porcentaje de deterioro a la capa de ozono inferior al del R-12, se tendrá que encontrar fuera de uso el año 2014. De todas maneras, se está desarrollando un nuevo refrigerante HFC sin cloro que pueda sustituir el R-22.

Tabla 3.4. Relación entre las presiones de trabajo del R-12 y R-22.

Temperaturas de evaporación en °C	Presiones de evaporación	
	R-12	R-22
-60	23 pulg	18,8 pulg
-40	11 pulg	0,6 lb/pulg ²
-25	3,2 lb/pulg ²	14,5 lb/pulg ²
-10	17 lb/pulg ²	36 lb/pulg ²
-5	23,6 lb/pulg ²	46,7 lb/pulg ²
0	30 lb/pulg ²	57,8 lb/pulg ²
5	38 lb./pulg ²	70,5 lb./pulg ²

3.2.6. R-502.

Este es un nuevo integrante de la familia de los refrigerantes clorofluorados. Es una mezcla azeotrópica de R-22 y R-115, en una proporción de un 48,8% y 51,2% respectivamente, muchas de sus propiedades son una combinación de las correspondientes a sus componentes individuales.

Al igual que los demás refrigerantes de esta familia (Freones), no es inflamable, es anticorrosivo y no es toxico.

El punto de ebullición es de -45°C y su rendimiento frigorífico combina las cualidades de sus dos refrigerantes que lo componen. Su capacidad y características de estabilidad son iguales o mejores que las del R-22.

Su aplicación se ha extendido con preferencia al área ocupada por el R-12 y el R-22 cuando se requieren temperaturas de descarga más bajas y cuando es necesario obtener temperaturas inferiores.

La relación de compresión es aproximadamente un 10% menor que la del R-12 y R-22 según se expresa en la tabla 3.5, lo cual nos indica un rendimiento volumétrico superior y la posibilidad de alcanzar temperaturas de evaporación más bajas.

En estas óptimas condiciones de trabajo se puede obtener una capacidad del orden de un 10 a 12 % superior que el R-22, especialmente en regimenes de temperaturas de evaporación bajas.

Según lo dispuesto en el protocolo de Montreal, este refrigerante ha sido sustituido por el nuevo R-404a.

**Tabla 3.5. Relación de compresión.
(T° de condensación = 43°C)**

Refrigerante	Temperatura de evaporación.		
	-29°C	-18°C	-5°C
R-12	9,9	6,3	2,9
R-22	9,7	6,3	2,9
R-502	8,6	5,7	2,7

3.2.7. R-13B1.

Este refrigerante es otro perteneciente a la gama de los clorofluorados, su punto de ebullición es de $-57,8^{\circ}\text{C}$ y es inferior al de los otros anteriormente descritos (R-12, R-22 y R-502), tiene un aplicación en instalaciones a muy bajas temperaturas, entre -35 y -60°C de temperatura de evaporación que no trabajen en cascada.

3.2.8. R-134a.

El tetrafluoroetano de formula $\text{CH}_2\text{-FCF}_3$, es un gas exento de cloro, químicamente estable e inerte. No es toxico ni inflamable, y su principal cualidad es que no degrada la atmósfera.

Este refrigerante sustituye al R-12, ya que sus presiones de aspiración son más bajas que las del R-12 como también las temperaturas de descarga, que son un 10% menos. En cambio las presiones de condensación son un poco más altas. Es de baja capacidad térmica y alta conductibilidad térmica, sus temperaturas de trabajo son apropiadas para las instalaciones de frío y acondicionamiento.

Su rendimiento es igual al del R-12, hasta temperaturas de evaporación de -10°C . No se recomienda para trabajar a temperaturas de evaporación inferiores a -20°C .

El R-134a ha mostrado que es combustible a presiones tan bajas como 0.37 bar a 177°C , cuando se mezclan con aire a concentraciones generalmente mayores al 60% en volumen de aire. A bajas temperaturas se requieren mayores presiones para la combustibilidad. No deben ser mezclados con el aire para pruebas de fuga. En general no se debe permitir que estén presentes con altas concentraciones de aire arriba de la presión atmosférica.

Este refrigerante es compatible con el cobre, latón, hierro fundido y aluminio con sus aleaciones. En cambio, es incompatible con el zinc, magnesio, plomo y las aleaciones de aluminio con más de un 5% de magnesio. Resulta también incompatible con las parafinas, ceras y aceites minerales de alta viscosidad.

Presenta mayor riesgo de fugas que el R-12, por lo que debe extremarse la hermeticidad de soldaduras y juntas, así como el mayor cuidado en la comprobación de fugas.

Su punto de ebullición a la presión atmosférica es de $-26,5^{\circ}\text{C}$. El punto crítico es de $100,5^{\circ}\text{C}$ y la máxima temperatura de descarga es de 125°C .

3.2.9. R-404A.

Su fórmula química es $\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CH}_3\text{CF}_3/\text{CH}_2\text{FCF}_3$ y es un azeótropo compuesto de R-143a/R-125 y R134a (44, 52, 4%), todos ellos componentes básicos del grupo HFC, hallándose absolutamente exento de cloro.

El R-143a es inflamable, pero debido a la combinación con R-125, en una proporción relativamente alta, el punto de inflamabilidad queda totalmente contrarrestado, aun en el caso de fugas.

Este refrigerante trabaja a temperaturas de descarga de 8°C menos que el R-502. Su presión de descarga es de 2,1 bares más alta que la del R-502. La presión de aspiración es muy similar a la del R-502.

Su capacidad frigorífica es apenas diferente que la del R-502, lo que explica su empleo como refrigerante alternativo.

La incompatibilidad y compatibilidad con los materiales, es la misma que la del R-134a.

Su temperatura de ebullición es de $-46,45^\circ\text{C}$, la de condensación a la presión absoluta de 35 bares es de 55°C y su temperatura crítica es de $72,07^\circ\text{C}$.

3.2.10. R-123.

Este es un refrigerante hidroclorofluorocarbono (CF_3CHCl_2), triclora-etano.

Su punto de ebullición es de $27,9^\circ\text{C}$, la presión crítica es de 37,9 bares con una temperatura crítica de 185°C .

Se utiliza para sustituir el R-11 en grandes instalaciones con compresores centrífugos para acondicionamiento del aire y enfriadores de agua.

3.2.11. R-407c/410a.

Este refrigerante sirve solo para equipos nuevos y es un reemplazo del R-22 de mayor capacidad. Sirve para equipos nuevos o en servicio, tiene un desempeño similar del R-22 en el aire acondicionado. Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 23% HFC-152a y 27% HCFC-124.

3.2.12. R-401a.

Algunas aplicaciones de este refrigerante son refrigeradores domésticos, congeladores, equipos de refrigeración para alimentos de media temperatura, de humidificadores, máquinas de hielo y máquinas expendedoras de bebidas.

Tiene capacidades y eficiencia comparables a las del R-12 en sistemas que operan con una temperatura de evaporación de -23°C y superiores.

Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 13% HCF-152^a y 27% HCFC-124.

3.2.13. R-401b.

Provee capacidades comparables al CFC-12 en sistemas que operan a temperatura de evaporación debajo de los -23°C , haciéndolo adecuado para el uso en equipos de transporte refrigerado y en congeladores domésticos y comerciales. También puede ser utilizado para reemplazar en equipos que usan R-500.

Sus composición en peso es de 60% HCFC-22, 13% HFC-152^a y 27% HCFC-124.

3.2.14. R-402a.

Reemplaza al R-502 en sistemas de media y baja temperatura. Tiene aplicaciones muy variadas en la industria de la refrigeración. Es usado ampliamente en aplicaciones de supermercados, almacenamiento y transporte de alimentos en sistemas de cascada de temperatura. Ofrece buena capacidad y eficiencia sin sufrir los incrementos de presión y temperatura en la descarga del compresor, lo cuál si sucede cuando un equipo es convertido HCFC-22.

Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 38,5% HFC-125 y 2% de propano.

3.2.15. R-402b.

Diseñado para reemplazar al R-502 en sistemas de refrigeración de temperatura media y baja. Además ofrece más alta eficiencia comparado con el R-502 y una capacidad relativamente mejor. Sin embargo el mayor contenido de HCFC-22 resulta en temperaturas de descarga de compresor en un rango de 14°C .

Su composición en peso es de 60% HCFC-22, 38% HFC-125 y 2% de propano.

3.3. HUMEDAD EN LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS.

Todos los refrigerantes absorben humedad en cantidades variables. En un sistema de refrigeración, esta cantidad debe mantenerse por debajo del límite máximo permisible, para que pueda operar satisfactoriamente. Por lo tanto, es imperativo que se elimine la humedad de los componentes del sistema durante su manufactura y que se tomen precauciones para evitar que entre al sistema durante las operaciones de instalación o de servicio. Se debe hacer un gran esfuerzo por mantener la humedad fuera de los sistemas de refrigeración, por dos principales razones:

1. El exceso de humedad, como el agua libre, puede congelarse a bajas temperaturas y restringir o detener el paso de refrigerante, a través de la válvula de termo expansión o del tubo capilar. También la humedad puede ser arrastrada al evaporador por la gran velocidad de paso a través de la válvula de expansión, depositándose en las curvas o angosturas del mismo y dando lugar a la formación de tapones de hielo que obstruyen los conductos mientras la temperatura esta bajo cero.
2. El exceso de agua puede reaccionar con el refrigerante formando ácidos corrosivos, los cuales causarán atascamientos, corrosión, quemaduras del motocompresor, y en general, deterioro del sistema de refrigeración.

3.3.1. Precauciones Generales Contra la Humedad.

Hay que tener una precaución en los trabajos de preparación y montaje de una instalación frigorífica, procurando lo siguiente:

1º. Mantener tapados herméticamente, hasta el momento de efectuar su conexionado, todos los elementos que ya vienen normalmente del suministrador o fabricante debidamente deshidratados.

2º. Seguir las instrucciones que antes se detallan acerca del trasiego de refrigerantes y limpieza de los envases.

3º. Observar el máximo cuidado en el trasiego del aceite lubricante.

Aparte de todas esas precauciones de carácter general, deben tenerse en cuenta las fugas de gas, que pueden ser causa de entrada de humedad en un sistema que se halle funcionando en vacío. Dichas fugas pueden producirse en cualquiera de las partes siguientes, correspondientes al lado de baja presión del sistema:

- a. Válvula de expansión.
- b. Evaporador.

- c. Tubería de aspiración.
- d. Válvula de servicio de aspiración del compresor.
- e. Prensaestopa del compresor en los compresores de tipo abierto.
- f. Presostato de baja presión.
- g. Cualquiera de las juntas o racores en dicha parte del circuito.

Al proceder al desmontaje y reparación de cualquiera de las partes afectadas, de no haberse producido todavía agarrotamiento del compresor, se procurara de la siguiente forma:

1º. No desmontar nada mientras el sistema se halle en vacío o el evaporador mas frío que la temperatura ambiente, esperando que el evaporador retorne a su temperatura ambiente, calentándolo si es necesario y estableciendo en todo el sistema una presión de 0,07 bar, por lo menos, a fin de que no aspire aire.

2º. Una vez desmontado el elemento averiado, tapar rápidamente y con hermeticidad las correspondientes tuberías de conexas o uniones.

3º. Reparada ya la pieza, secado el sistema y montada la instalación de nuevo, se efectuara la prueba de fugas, aumentando paulatinamente la presión de 0,35 bar hasta 2,7 bar, purgando seguidamente y haciendo el vacío.

4º. Hecha la prueba, y ante la seguridad de que no hay fugas y sin posibilidad de que entre aire nuevamente, puede procederse a la puesta en marcha del equipo con una nueva carga de aceite y refrigerante.

3.4. MEZCLAS DE REFRIGERANTES.

Por muchos años ha habido interés por el uso de refrigerantes mezclados, obviamente, los refrigerantes que se mezclan deben ser compatibles entre sí; es decir, no deben tener efectos químicos uno sobre otro, ni inmediatamente ni por un largo período. Con los refrigerantes halogenados, los cuales por su naturaleza son todos similares, esto no es un problema. En sistemas herméticos, la mezcla no debe tener ningún efecto sobre el aislamiento eléctrico. Deberá tener suficiente estabilidad para dar años de operación libre de problemas. Como con cualquier otro refrigerante, una mezcla se desempeña mejor en el equipo que ha sido diseñado para ella.

Cuando se mezclan dos o más compuestos diferentes, los cuales se utilizan individualmente como refrigerantes, se pueden formar dos tipos de soluciones: una mezcla zeotrópica (o mezcla simple) o una mezcla azeotrópica. Ambos tipos de mezclas

pueden operar en equipos de refrigeración, aunque las mezclas azeotrópicas tienen ciertas ventajas.

3.4.1. Mezclas Zeotrópicas.

Se llama así a las mezclas formadas por dos o más componentes (refrigerantes puros) de diferente volatilidad. Cuando estas mezclas se evaporan o se condensan en un sistema de refrigeración, su composición y su temperatura de saturación cambian. La palabra zeótropo se deriva de las palabras griegas zein = hervir, y tropos = cambiar.

Al hervir esta mezcla en un evaporador, la composición del líquido remanente cambia. Esto es, al empezar a hervir el líquido, se evapora un porcentaje más elevado del componente más volátil. Por lo tanto, conforme continúa hirviendo la mezcla, el líquido remanente tiene menor concentración del componente más volátil, y mayor concentración del menos volátil.

El cambio de composición del líquido da como resultado un cambio en el punto de ebullición. La temperatura a la cual empieza a hervir el líquido (líquido saturado), se le conoce punto de burbuja. La temperatura a la cual se evapora la última gota de líquido (vapor saturado), se le llama punto de rocío. A una misma presión, la temperatura del punto de burbuja es más baja que la del punto de rocío para cualquier mezcla zeotrópica. A este fenómeno se le conoce como deslizamiento de temperatura. En la tabla 3.6 se muestra la composición del R-401A, durante su ebullición. Este es una mezcla zeotrópica formada por R-22 (53%), R-152a (13%) y R-124 (34%).

Tabla 3.6. Cambio en la composición del R-401A durante la ebullición a 20°C.

% en Peso Hervido	Composición del líquido (% en Peso)		
	R-22	R-152 ^a	R-124
0	53	13	34
20	46,6	13,2	40,2
40	37,3	13,6	49,1
60	27,5	13,7	58,8
80	13,8	12,5	73,7
98	0	2,5	97,5

De 1990 a la fecha, los fabricantes de refrigerantes han desarrollado más mezclas zeotrópicas de las que existían, hasta antes de dicho año. Estas mezclas son transitorias y se desarrollaron para sustituir a los refrigerantes HCFC's, tales como el R-12, el R-22 y el R-502. Estos últimos van a dejar de fabricarse y usarse alrededor del año 2030. Estas

mezclas ya se encuentran disponibles comercialmente, y algunas se van a quedar permanentemente como reemplazos para el R-22 y el R-502.

A las mezclas zeotrópicas comerciales, se les debe asignar un número de identificación en la serie 400. Este número indica qué componentes se encuentran en la mezcla, pero no el porcentaje de cada uno de ellos.

3.4.2. Mezclas Azeotrópicas.

Se llama así a las mezclas de dos o más componentes de diferente volatilidad, las cuales, al ser utilizadas en un sistema de refrigeración, no cambian su composición ni su temperatura de saturación al hervir en el evaporador, o se condensan a una presión constante.

La composición del líquido es la misma que la del vapor. Las mezclas azeotrópicas pueden inclusive ser destiladas, sin que cambie su composición. El prefijo "a" antes de la palabra zeótropo, es de raíz latina, y significa una negación, por lo que la palabra azeótropo se puede interpretar como que "no cambia al hervir".

Al combinar los componentes, la mezcla resultante se comporta en muchas maneras, como si fuera un solo refrigerante puro, con una sola temperatura de saturación correspondiente a una presión dada.

Generalmente el punto de ebullición resultante de una mezcla azeotrópica, es menor o igual que el del componente con el más bajo punto de ebullición, como se puede ver en la tabla 3.7. En esta tabla, se muestran algunos ejemplos de mezclas azeotrópicas, la mayoría de las cuales no tienen importancia comercial y en algunos casos, incluyen materiales tóxicos o inflamables. Las mezclas que contienen refrigerantes clorofluorocarbonos (CFC) como R-12, R-114, R-115, etc., van a desaparecer ya que estos refrigerantes CFC se dejaron de utilizar a fines del año 1995. Las mezclas que contienen refrigerantes hidroc fluorocarbonos (HCFC) como el R-22, R-23, R-152a, R-143a, R-125, etc., van a permanecer un poco más tiempo en el mercado, puesto que estos refrigerantes están programados para nulidad para el año 2030 o antes.

Tabla 3.7. Ejemplos de azeótropos.

Designación del Azeótropo	Refrigerante	Punto de Ebullición	% en Peso	Punto de Ebull. Del Azeótropo
R-500	R-12	-30	73,8	-33
	R-152a	-25	26,2	
R-501	R-12	-30	75	-41
	R-22	-41	25	
R-502	R-22	-41	48,8	-45
	R-115	-39	51,2	
R-503	R-23	-82	40,1	-88
	R-13	-81	59,9	
R-504	R-32	-52	48,2	-57
	R-115	-39	51,8	
R-505	R-12	-30	78	-30
	R-31	-9	22	
R-506	R-31	-9	55,1	-12
	R-114	4	44,9	
R507	R-125	-49	50	-46,7
	R-143a	-47	50	
S/Numero	R-22	-41	68	-45
	R-290	-42	32	
S/Numero	R-114	4	59	-2
	R-600	0	41	
S/Numero	R-12	-30	73	-35
	R-40	-24	27	

A las mezclas azeotrópicas que se comercialicen, deberá asignárseles un número de identificación progresiva de la serie 500, como se muestra en la tabla 3.7.

3.5. CÓDIGO DE COLORES PARA LOS CILINDROS DE REFRIGERANTES.

Los contenedores utilizados para el manejo de refrigerantes ya sea a granel, en tambores, latas o cilindros retornables o desechables, se codifican con algún color. Hace algunas décadas no había unificación de colores por parte de los fabricantes de refrigerantes. Posteriormente, se estandarizó un código de colores adoptado mundialmente por los fabricantes, aunque no era un método oficialmente reconocido para identificar el contenido del cilindro, como sucedía con otros gases industriales, tales como el nitrógeno, el acetileno, el oxígeno, etc.

En años recientes, con el surgimiento de una gran cantidad de nuevos refrigerantes para reemplazar a los CFC's y algunos HCFC's, la codificación de colores no se hace arbitrariamente. La mayoría de los fabricantes se apegan a los lineamientos establecidos por el ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute), para la asignación de colores a los contenedores de refrigerantes.

Esta codificación permite a los técnicos y contratistas, identificar rápida y fácilmente el refrigerante por el color del contenedor, evitando mezclar accidentalmente diferentes refrigerantes en un sistema. Pero siempre se debe leer la etiqueta e identificar el contenido antes de utilizarlo. A continuación, en la tabla 3.8, se muestra una lista de los refrigerantes más populares que incluye algunos que ya están discontinuados, y también algunos de los nuevos.

Tabla 3.8. Código de colores para los contenedores de algunos refrigerantes comunes.

Refrigerante N°	Color
R-11	Naranja
R-12	Blanco
R-13	Azul Claro / Banda Azul Oscuro
R-22	Verde
R-123	Gris Claro (Plata)
R-134a	Azul Claro (Celeste)
R-401A	Rojo-Rosado (Coral)
R-401B	Amarillo-Café (Mostaza)
R-402A	Café Claro (Arena)
R-402B	Verde Aceituna
R-404A	Naranja
R-407C	Gris
R-500	Amarillo
R-502	Morado Claro (Orquídea)
R-503	Azul-Verde (Aqua)
R-507	Marrón
R-717	Plata

3.6. GASES REFRIGERANTES Y SU INCIDENCIA EN EL CAMBIO CLIMATICO.

3.6.1. Contaminación Atmosférica.

El Congreso de Europa de 1967 dio la siguiente definición: "Hay polución del aire cuando la presión de una sustancia extraña o la variación importante en la proporción de los constituyentes es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias, teniendo en cuenta el estado de los conocimientos científicos del momento".

Esas sustancia extrañas que provocan la contaminación atmosférica son los agentes contaminantes, gases, líquidos y sólidos que se concentran en suspensión en la atmósfera y cuyas potenciales fuentes de origen son las siguientes:

- a. Procesos industriales: constituyen uno de los principales focos contaminantes.
- b. Combustiones domésticas e industriales: principalmente los combustibles sólidos (carbón) que producen humo, polvo y óxido de azufre.
- c. Vehículos con motor de combustión: cuya densidad en las regiones muy urbanizadas determina una elevada contaminación atmosférica (óxido de carbono, plomo, óxido de nitrógeno, partículas sólidas).

Existen clasificadas más de un centenar de sustancias contaminantes de la atmósfera. Las más importantes son el dióxido de azufre, el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno liberados tras una combustión incompleta de los hidrocarburos líquidos, el plomo, los fluoruros, etc.

3.6.2. Los CFC's y la Capa de Ozono.

La capa de ozono es una delgada capa dentro de la atmósfera de la tierra, comienza aproximadamente a unos 25 km arriba del suelo, y se extiende hasta más de 35 km de ancho (figura 16). Se sabe que esta capa cambia su espesor dependiendo la estación del año, hora del día y temperatura. Con frecuencia se le llama pantalla o escudo. A la capa de ozono se le acredita como protectora contra los dañinos rayos ultravioleta (UV) del sol. La capa de ozono funciona como un filtro para estos rayos y protege la vida humana, vegetal y marina de sus efectos dañinos. Existen teorías actualmente aceptadas, de que los rayos UV son los principales causantes de cáncer en la piel, y de provocar cambios en los ciclos biológicos de algunas plantas y organismos submarinos.

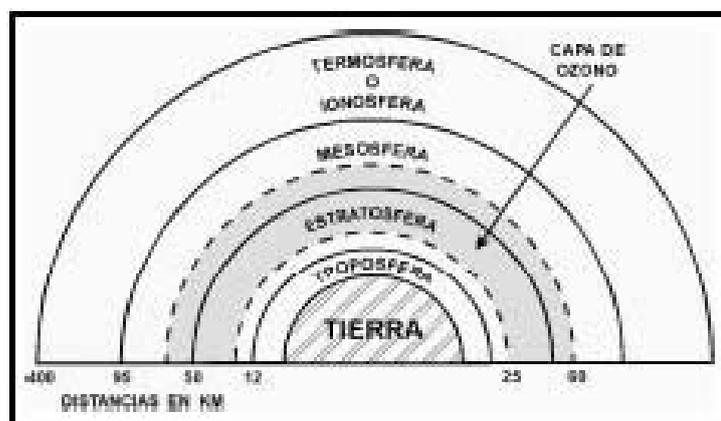


Figura 16. Ubicación de la capa de Ozono.

Desde hace muchos años, se había sostenido la teoría de que algunos gases emitidos desde la tierra, principalmente cloro y bromo, deterioran la capa de ozono.

Esta hipótesis, presentada desde 1974 por los científicos Molina y Rawland (Premio Nobel de Química 1995), fue posteriormente confirmada por estudios de la NASA, mediante el uso de satélites y detectores de ozono, principalmente en la Antártida, donde el problema parece ser más serio. Las últimas investigaciones realizadas en la atmósfera, indican que puede haber un "agujero" en la capa de ozono sobre la Antártica, cada primavera, hasta mediados del próximo siglo (2,050), a causa de las emisiones de cloro y bromo.

Así mismo, se ha observado que en algunas áreas densamente pobladas de ambos hemisferios, se está presentando un agotamiento de la capa de ozono de aproximadamente 3% en verano y 5% en invierno. En los trópicos no se ha encontrado disminución de esta capa.

Los CFC's son los principales responsables del adelgazamiento de la capa de ozono. Son productos de síntesis formados por átomos de carbono, cloro y flúor, que poseen propiedades físicas y químicas adecuadas para ser empleados en múltiples aplicaciones; tienen alta estabilidad química, bajos puntos de ebullición, baja viscosidad y baja tensión superficial.

Estos compuestos son muy estables, pero al ser liberados en la baja atmósfera son inertes y de larga vida (varias décadas), pueden llegar a nivel estratosférico sin descomponerse, y pueden pasar muchos años antes de descomponerse químicamente.

El aporte de los CFC al calentamiento global (efecto invernadero) es significativo, durante la década de los años 80 su contribución era del 25 %.

Algunas de las alternativas para disminuir el deterioro de la capa de ozono son; minimizar el uso de productos con CFC, elegir productos que posean compuestos con menor potencial de destrucción de Ozono, tales como los HCFC o aquéllos que no reaccionan con el ozono, como los HFC.

3.6.3. Gases de Efecto Invernadero.

Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado "efecto invernadero". Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta.

Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂) metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluorocarbonos (CFC) y ozono (O₃).

En la tabla 3.9 se enumeran los fenómenos naturales y actividades antropogénicas que dan origen a estos gases, su concentración y tasa de crecimiento anual en la atmósfera.

Tabla 3.9. Enumeración de los fenómenos naturales y actividades antropogénicas.

<i>gas</i>	<i>Fuente</i>	<i>concentración actual (ppm*)</i>	<i>Crecimiento anual (%)</i>
Vapor de agua	- evaporación	variable	-
dióxido de carbono	- combustión de carburantes fósiles (petróleo, gas, hulla) y madera. - erupciones volcánicas.	353	0.5
metano	- descomposición anaeróbica de vegetales en tierras húmedas (pantanos, ciénagas, arrozales). - combustión de biomasa. - venteo de gas natural.	1.7	0.9
óxido nitroso	- prácticas agrícolas (uso de fertilizantes nitrogenados). - combustión de carburantes fósiles.	0.31	0.8
clorofluorocarbonos	- origen sintético (propelentes de aerosoles, refrigeración, espumas).	0.00028 - 0.00048	4.0
Ozono troposférico	- -combustión de carburantes fósiles.	0.02 - 0.04	0.5 – 2.0

*ppm partes por millón (en volumen).

3.6.4. Situación de los Gases Refrigerantes.

A mediados de 1989, se tomó un acuerdo internacional para regular la producción y el uso de compuestos químicos que pudieran afectar la capa de ozono. Conocido como el Protocolo de Montreal, este acuerdo importante fue un llamado a reducir de manera gradual los CFC'S en los países desarrollados, que son los mayores productores.

En esta primera reunión, se hicieron varias propuestas de la forma en que se haría esta reducción. Finalmente, la más aceptada fue que, tomando como base los niveles de producción de 1986, en los países desarrollados deberían de haber un desfase completo para el año 2030. A los países menos desarrollados, se les otorgaron 10 años más para completar la transición a nuevas tecnologías.

Con el Convenio de Viena (1985) y el Protocolo de Montreal, se crearon un régimen de cooperación internacional, cuyos fines son establecer controles globales sobre la producción, el consumo y el uso de sustancias que agotan la capa de ozono, mediante controles basados en la evidencia científica y en la discusión de la viabilidad técnica para la eliminación de éstas. Establecen además un Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal, con el fin de apoyar a los países en desarrollo en el cumplimiento de los controles establecidas por el Protocolo.

En este contexto, se han venido estableciendo medidas de control principalmente sobre los CFC usados en aerosoles, la refrigeración, aire acondicionado y espumas; los halones, utilizados en extinguidores; los hidrobromofluorocarbonos (HBFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC), empleados como gases refrigerantes; el metilcloroformo y el tetracloruro de carbono, usados como solventes; y, desde 1992, el bromuro de metilo, aplicado como fumigante agrícola.

En el Protocolo de Montreal se definió las medidas que debían adoptar sus signatarios para limitar la producción y el uso de sustancias controladas, inicialmente cinco CFC (Clorofluorocarbonos) y tres halones.

En las enmiendas de Londres (1990) establecieron controles sobre otros 10 CFC, el tetracloruro de carbono y el metilcloroformo, y fijaron plazos para la eliminación de las sustancias controladas.

Tabla 3.10. Requisitos del Protocolo de Montreal, comprendidos los ajustes y enmiendas a finales de 1997.

Sustancias que agotan la capa de ozono	Países desarrollados	Países en desarrollo
Clorofluorocarbonos (CFC)	eliminación a fines de 1995 *	eliminación total en 2010
Halones	eliminación a fines de 1993	eliminación total en 2010
Tetracloruro de carbono	eliminación a fines de 1995 *	eliminación total en 2010
Metilcloroformo	eliminación a fines de 1995 *	eliminación total en 2015
Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)	- congelación a partir de comienzos de 1996 ** - reducción en 35% en 2004 - reducción en 65% en 2010 - reducción en 90% en 2015 - eliminación total en 2020***	- congelación en 2016 a nivel básico de 2015 - eliminación total en 2040
Hidrobromofluorocarbonos	eliminación a fines de 1995	eliminación a fines de 1995

Bromuro de Metilo	<ul style="list-style-type: none">- congelación en 1995 a nivel básico de 1991 ****- reducción en 25% en 1999- reducción en 50% en 2001- reducción en 70% en 2003- eliminación total en 2005*****	<ul style="list-style-type: none">- congelación en 2002 a nivel básico medio de 1995-1998, revisión del calendario de reducción en 2003- eliminación total en 2015*****
-------------------	---	--

Notas:

* Con la excepción de unos muy escasos usos esenciales aceptados en el plano internacional que se consideran críticos para la salud humana y/o procedimientos de laboratorio y análisis.

** Sobre la base del consumo de HCFC de 1989, con una autorización adicional (evaluada en ODP) igual a 2.8% del consumo de CFC de 1989.

*** Hasta 2030 se puede utilizar hasta 0.5 % del consumo básico para la reparación de equipo existente.

**** Todas las reducciones y la eliminación incluyen una exención para los usos de preembarque y cuarentena.

***** Incluye una exención para los usos críticos y cuando no existen soluciones de sustitución viables de probada eficacia.

3.7. RECOMENDACIONES DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIÓ.

Partiendo de la situación actual creada por la degeneración de la capa de ozono en nuestro planeta, se han publicado unas reflexiones tendentes a obtener una reducción substancial de la fuga de refrigerantes clorofluorados al ambiente.

Por orden de importancia, las principales causas de fugas son:

1. Las averías de ciertos elementos (compresores y tuberías).
2. Los trabajos de mantenimiento (negligencias y materiales no aptos).
3. Las fugas constantes (juntas y racores de tuberías).

Los principales esfuerzos en reducir las fugas de clorofluorados deben recaer en:

1. Una mejor formación del personal y de las empresas.
2. Mejores sistemas de intervención.
3. Materiales de mejor calidad.
4. Nuevas concepciones de elementos y equipos.

Las medias a tomar son:

1. Mejor formación.

- Ningún gas refrigerante debe ser lanzado a la atmósfera.
- Ningún gas refrigerante debe ser utilizado para limpieza o para la detección de fugas.
- Ninguna instalación debe ser puesta en marcha si existe alguna duda de posibles fugas.

2. Mejoramiento de los procesos de intervención.

- Ningún gas refrigerante debe purgarse directamente a la atmósfera; es necesario un equipo de recuperación para que todo gas refrigerante sea recogido en un depósito o en un contenedor.
- Las fugas deben ser detectadas por presión de nitrógeno, eventualmente mezclado con una pequeña cantidad de gas refrigerante parcialmente halogenado.
- Las medidas de control deben ser parte del sistema y ser frecuentemente utilizadas.
- La carga de un elemento o instalación con gas refrigerante deben hacerse con cuidado, bajo el control de instrumentos de medida.

3. Una mejor calidad.

- Las válvulas de servicio y los acoplamientos o racores de las botellas deben ser manipulados con el máximo cuidado.
- Los racores, uniones, etc., del circuito estanco por soldadura deben hacerse con preferencia ante los roscados o abocardados.
- Las vibraciones anormales llevan a la ruptura de tuberías, racores, etc., y deben ser evitadas.
- Las juntas y las empaquetaduras de estanqueidad deben permitir su sustitución sin el vaciado de la instalación.
- Los elementos sensibles del circuito no deben estar situados en un punto donde es de temer que puedan corroerse.

4. Nuevas concepciones.

- Las instalaciones deben estar exentas de vibraciones.
- El volumen o carga de gas refrigerante de la instalación debe ser el mínimo, sin reducción del rendimiento.
- La concepción del material debe favorecer al logro d una buena estanqueidad, particularmente utilizando compresores herméticos donde sea posible.

CAPITULO IV: COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA PLANTA DE REFRIGERACION.

4.1 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.

La refrigeración es el proceso de producir frío, en realidad extraer calor. Para producir frío lo que se hace es transportar calor de un lugar a otro. Así, el lugar al que se le sustrae calor se enfría.

Al igual que se puede aprovechar diferencias de temperatura para producir calor, para crear diferencias de calor, se requiere energía.

Se consigue producir frío artificial mediante los métodos de compresión y de absorción.

1.1.1. Refrigeración por compresión.

El método convencional de refrigeración, y el más utilizado, es por compresión. Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica.

Entre el lado de presión del compresor y la válvula de expansión, existe la presión más alta y por ello se llama a esta parte de la instalación zona de alta presión. La presión desde la válvula de expansión hasta el lado de aspiración del compresor es la de vaporización o zona de baja presión. Por esto la válvula de expansión es un órgano de separación entre las zonas de alta y baja presión.

Un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales; la compresión, la condensación, la expansión y la evaporación.

1. El compresor absorbe el refrigerante como un gas a baja presión y baja temperatura, y lo mueve comprimiéndolo hacia el área de alta presión, donde el refrigerante es un gas a alta presión y alta temperatura.
2. Al pasar por el condensador el calor del refrigerante se disipa al ambiente. El refrigerante se licua y sigue a alta presión.
3. De ahí, pasa a través del dispositivo regulador de presión que separa las áreas de alta presión y baja presión mediante una reducción de la sección de paso. Al

bajar la presión, la temperatura de saturación del refrigerante baja, permitiendo que absorba calor.

4. Ya en el lado de baja presión, el refrigerante llega al evaporador donde absorbe el calor del ambiente y se evapora. De ahí pasa otra vez al compresor cerrando el ciclo.

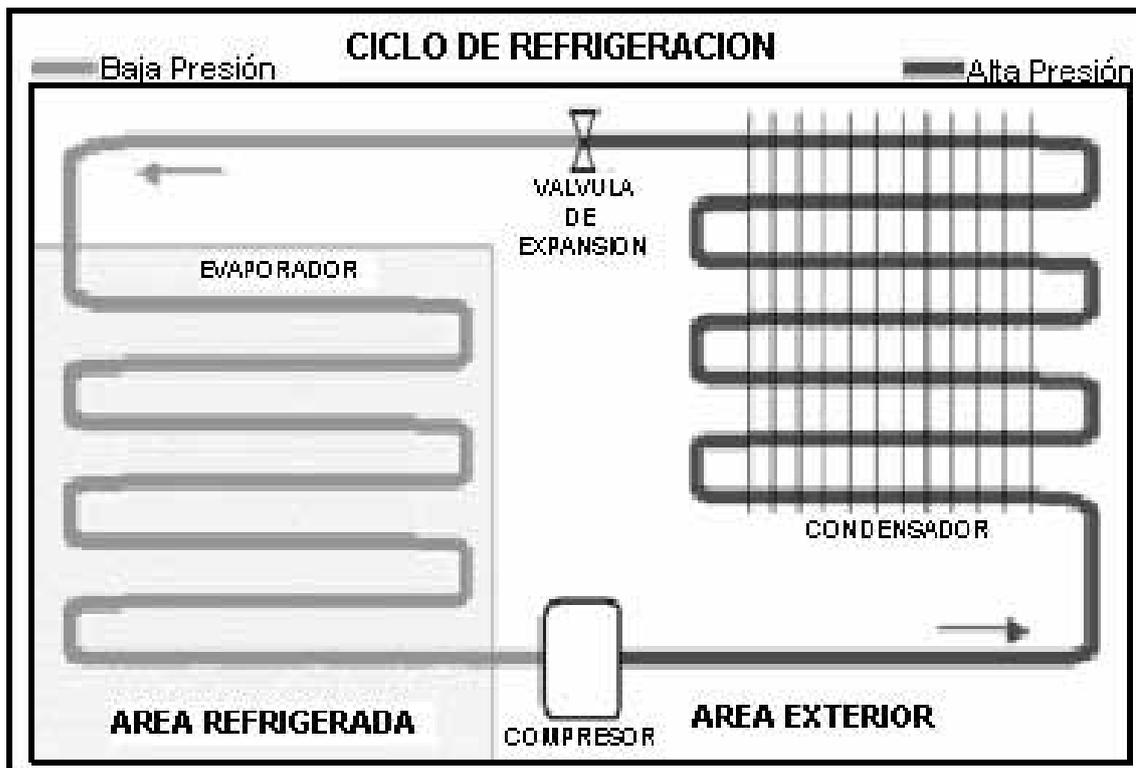


Figura 17. Esquema de un ciclo de refrigeración simple.

1.1.2. Refrigeración por absorción.

Un método alternativo de refrigeración es por absorción. Sin embargo este método por absorción solo se suele utilizar cuando hay una fuente de calor residual o barata, por lo que la producción de frío es mucho más económica y ecológica, aunque su rendimiento es bastante menor.

En estos sistemas la energía suministrada es, en primer lugar, energía térmica.

El refrigerante no es comprimido mecánicamente, sino absorbido por un líquido solvente en un proceso exotérmico y transferido a un nivel de presión superior mediante una simple bomba. La energía necesaria para aumentar la presión de un líquido mediante una bomba es despreciable en comparación con la energía necesaria para comprimir un gas en un compresor. A una presión superior, el refrigerante es evaporado del líquido solvente en un proceso endotérmico, o sea mediante calor. A partir de este

punto, el proceso de refrigeración es igual al de un sistema de refrigeración por compresión. Por esto, al sistema de absorción y desorción se le denomina también compresor térmico.

En este sistema de refrigeración, al igual que en el de compresión se aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. En el caso de los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad de absorber calor que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el bromuro de litio, al disolver, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente.

Más en detalle, el refrigerante se evapora en un intercambiador de calor, llamado evaporador, el cual enfría un fluido secundario, para acto seguido recuperar el vapor producido disolviendo una solución salina o incorporándolo a una masa líquida. El resto de componentes e intercambiadores de calor que configuran una planta frigorífica de absorción, se utilizan para transportar el vapor absorbido y regenerar el líquido correspondiente para que la evaporación se produzca de una manera continua.

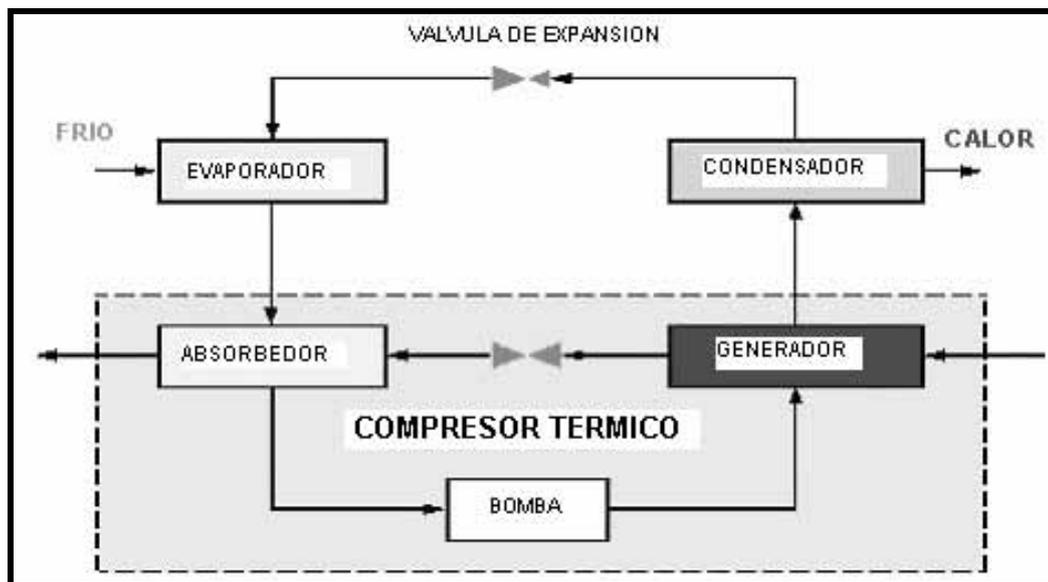


Figura 18. Ciclo de refrigeración por absorción.

En los sistemas de refrigeración por absorción se diferencia entre dos circuitos, el circuito del refrigerante entre compresor térmico, condensador y evaporador, y el circuito del solvente entre el absorbedor y el separador. Una ventaja notable de los sistemas de absorción es que el refrigerante no es un fluoroclorocarbono. La mezcla de refrigerante y solvente en aplicaciones de aire acondicionado y para temperaturas mayores a 0°C es agua y bromuro de litio (LiBr). En aplicaciones para temperaturas hasta -60°C es amoníaco (NH₃) y agua. Hasta hoy no se han encontrado otras mezclas

apropiadas para estas aplicaciones, aunque se están desarrollando sistemas de adsorción, en los que el refrigerante es absorbido en matrices sólidas de zeolitos.

4.2 CIRCUITO DE REFRIGERACION Y SUS COMPONENTES.

4.2.1. Instalación frigorífica con compresor de una etapa aplicada a la industria alimenticia.

Las piezas fundamentales de una instalación frigorífica de compresor de una etapa son; el compresor, el condensador, la unidad de expansión y el evaporador. Estas cuatro piezas forman un circuito por el que circula un refrigerante que tiene la misión de transportar calor.

El refrigerante que se encuentra comprimido en el condensador, es expandido en la válvula de expansión. En el evaporador hierve el refrigerante a la temperatura de evaporación correspondiente, absorbiendo calor del medio a refrigerar. A continuación, los vapores de refrigerante son aspirados por el compresor y comprimidos hasta la presión de evaporación. En el condensador se absorbe de nuevo una determinada cantidad de calor, con lo que el refrigerante es condensado. El proceso se repite nuevamente.

En el sistema de refrigeración directa, el evaporador se encuentra en una cámara de refrigeración y el aire es el que transporta el calor. Si el movimiento del aire es natural, se dice que se trata de una refrigeración inmóvil. Si el aire es movido por ventiladores se dice que la refrigeración es móvil. En el sistema de refrigeración indirecta, en el evaporador se enfría primero un medio portador del frío (salmuera o agua), el cual intercambia el calor con el aire de la cámara, produce el frío necesario.

4.2.2. Funcionamiento de la Instalación (figura 19).

El refrigerante es aspirado por el compresor *1*, luego es depositado en el condensador *6*, pasando por el separador de aceite *4*. Desde el condensador, el refrigerante pasa por, el indicador de líquido para luego llegar al recipiente de líquido *7*. Después de pasar por el filtro deshidratador *8* y por el intercambiador de calor *9*, el refrigerante, comprimido a la presión de condensación, se expansiona en la válvula de expansión *11*, pasando al evaporador *13*.

El refrigerante evaporado ingresa al intercambiador de calor *9*, luego es aspirado de nuevo por el compresor *1*, a través de un filtro *17*. El separador de líquido *16* impide que sean arrastradas partículas de refrigerante líquido hacia el compresor.

El evaporador *9* esta equipado con un ventilador *14*, que tiene la misión de hacer circular el aire en la cámara de refrigeración.

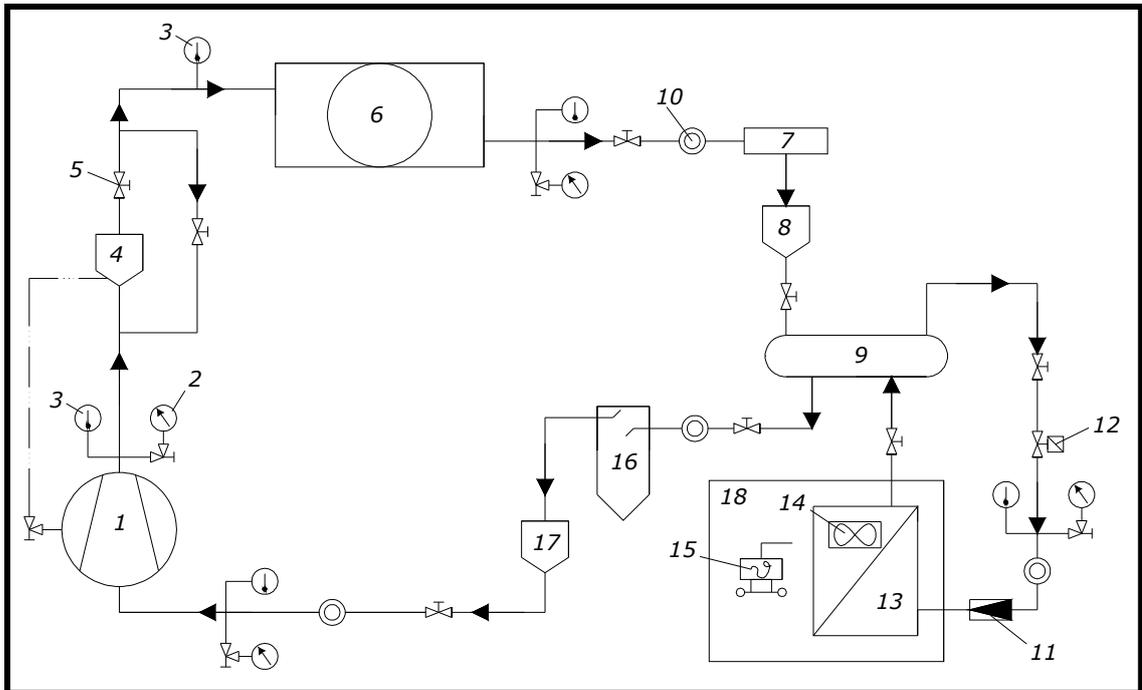


Figura 19. Esquema de una instalación frigorífica.

- | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Compresor. | 7. Recipiente de líquido. | 13. Evaporador. |
| 2. Manómetro. | 8. Filtro deshidratador. | 14. Ventilador. |
| 3. Termómetro. | 9. Intercambiador de calor. | 15. Termostato. |
| 4. Separador de aceite. | 10. Indicador de líquido. | 16. Separador de líquido. |
| 5. Válvula manual. | 11. Válvula de expansión. | 17. Filtro. |
| 6. Condensador. | 12. Válvula solenoide. | 18. Bodega. |

4.3 UNIDAD CONDENSADORA.

4.3.1. Compresor.

Un compresor es una máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor.

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración; en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada; en segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante.

4.3.1.1. Clasificación de los Compresores.

4.3.1.1.1. Herméticos.

Tanto el motor como el compresor están dentro de la misma carcasa y es inaccesible. Van enfocados a pequeños equipos de carga crítica.

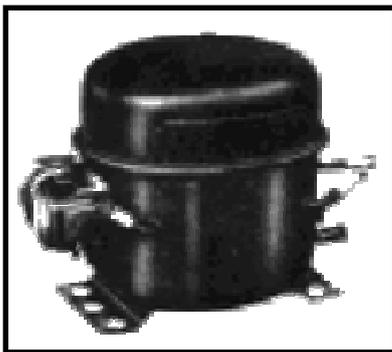
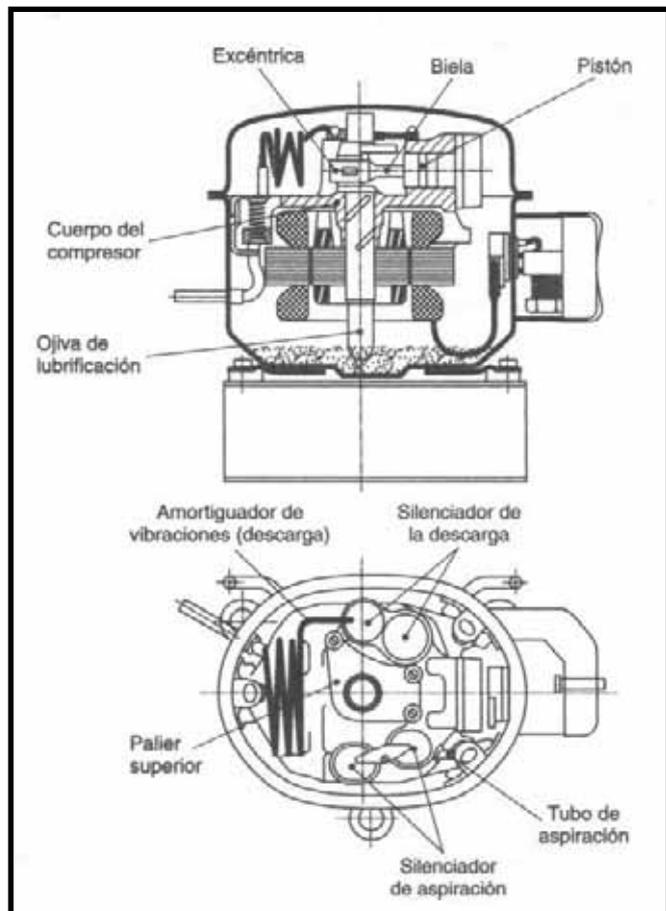


Figura 21. Vista en corte de un compresor hermético.

Figura 20. Compresor Hermético.



4.3.1.1.2. Semi-herméticos.

Es igual que el anterior pero es accesible, se puede reparar cada una de sus partes.

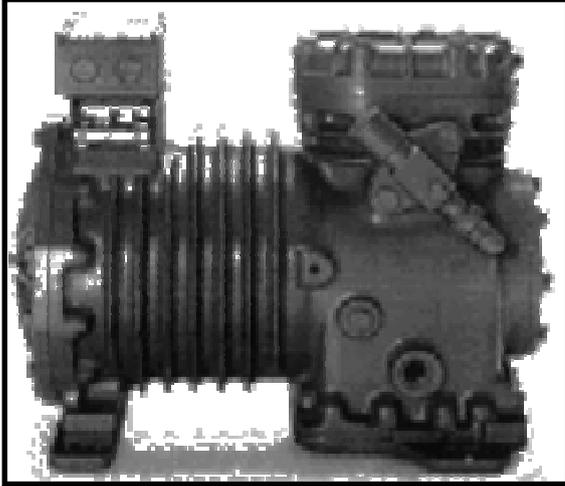


Figura 22. Compresor Semi-hermético.

4.3.1.1.3. Abiertos.

Motor y compresor van separados. Acá la transmisión se efectúa, generalmente, por medio de correas, aunque para los modelos de gran capacidad, la tendencia es el acoplamiento directo al motor.

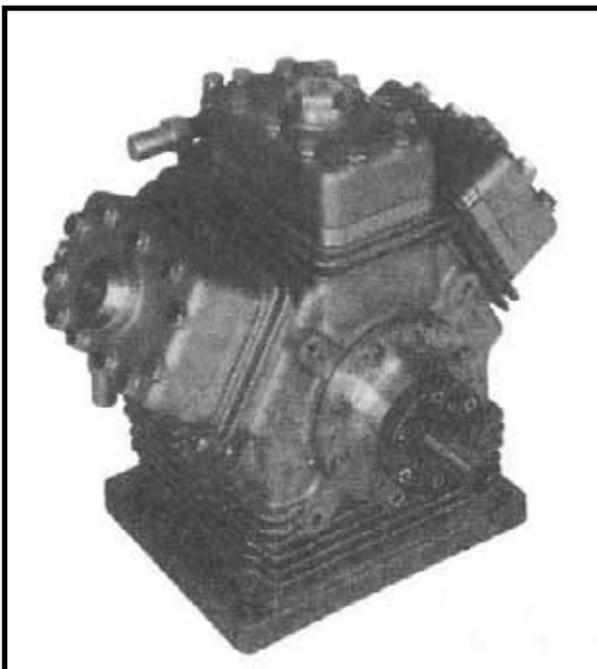


Figura 23. Compresor Abierto.

4.3.1.1.4. Unidad Condensadora.

El compresor y el condensador, de algunos sistemas, se acoplan en una unidad llamada "unidad de condensación". El motor, el compresor y el condensador pueden montarse sobre la misma estructura.

4.3.1.2. Tipos de Compresores.

4.3.1.2.1. Compresores Alternativos o de Embolo.

El diseño de este tipo de compresores es similar a un motor de automóvil moderno, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y descarga. El compresor de embolo, de vaivén o de movimiento alternativo, es una maquina de desplazamiento positivo que aumenta la presión de un volumen determinado de gas mediante la reducción de su volumen inicial, por esto resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido y es muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.

El proceso de compresión puede verificarse en una sola etapa (compresión de una fase) o dividirse en varias etapas con enfriamiento intermedio del gas (compresión de varias etapas o multigradual). La compresión multigradual requiere una maquina más costosa que la compresión unifase, pero se utiliza con más frecuencia por tener un menor consumo de energía, una menor elevación de temperatura del gas dentro del cilindro y un menor diámetro del cilindro.

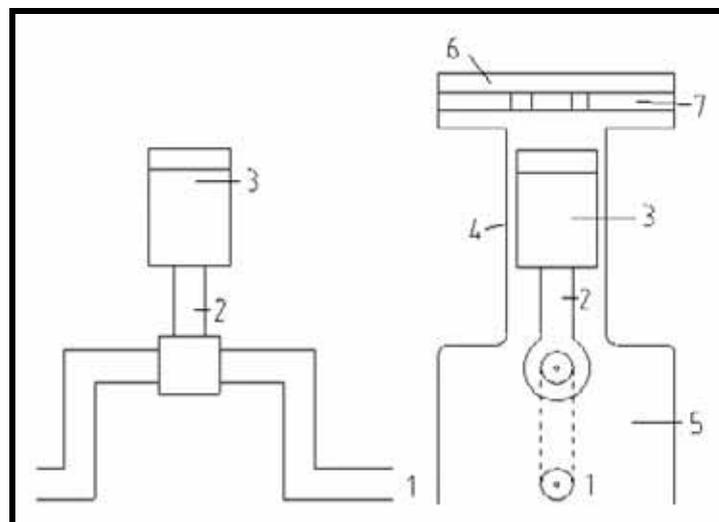


Figura 24. Componentes del compresor de pistón.

En la figura 24 se muestra el compresor de pistón con sus partes; 1. Cigüeñal, 2. Biela, 3. Pistón, 4. Cilindro, 5. Cáster, 6. Culata, 7. Plato de válvulas.

Tipos de compresores Alternativos o de Émbolo.

Compresor de émbolo oscilante. Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer de varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema refrigeración.

Compresor de membrana. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto, en todo caso, el aire comprimido estará exento de aceite. Estos, compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas.

Compresor de émbolo rotativo. Consiste en un émbolo que está animado de un movimiento rotatorio. El aire es comprimido por la continua reducción del volumen en un recinto hermético.

4.3.1.2.2. Compresor rotativo.

Está formado por una excéntrica que va rodando dentro de una cavidad de manera que va aspirando y comprimiendo gas a la vez (Fig. 25).

Tiene la misma apariencia que un compresor hermético alternativo pero a diferencia de este el rotativo es más pequeño y menos ruidoso, otra diferencia es que la presión de alta se descarga dentro de la carcasa por lo tanto está muy caliente.

Tienen más rendimiento que los alternativos al carecer de tantas partes móviles.

Se usan casi exclusivamente en aire acondicionado y es necesario que lleven una botella de aspiración.

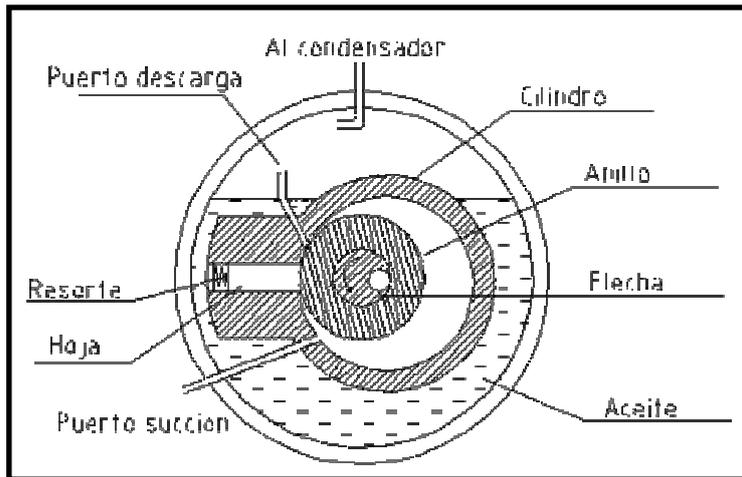


Figura 25. Componentes de la excéntrica.

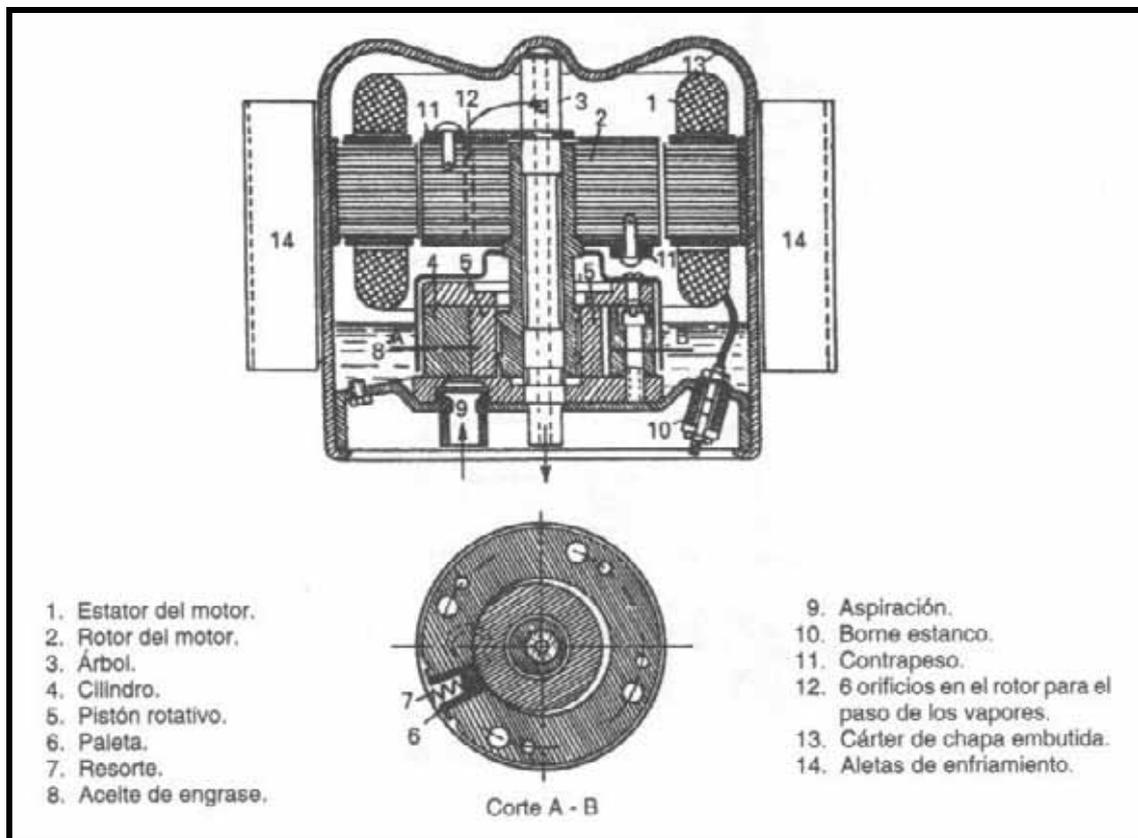


Figura 26. Corte de un compresor rotativo.

4.3.1.2.3. Compresores de tornillo.

Esencialmente se componen de un par de motores que tienen lóbulos helicoidales de engrane constante.

Estos están formados por dos tornillos que van aspirando y comprimiendo gas a la vez, de manera que el espacio entre los dos tornillos se va reduciendo y comprimiendo el gas.

Este tipo de compresores se utiliza a partir de los 300m³ de aspiración, suelen ser abiertos accionados por motores a partir de los 100-500CV.

El aceite va en la parte de alta, el circuito de aceite se pone en marcha antes que el compresor para que suba la temperatura.

El aceite se inyecta por los rodamientos, prensa y otras partes móviles.

Este tipo de compresor es el que mejor se puede regular (de forma lineal desde el 10% hasta el 100%), esta regulación se lleva a cabo con un pistón de capacidad que abre o cierra el espacio entre los dos tornillos. (El accionamiento de este pistón se lleva a cabo con el aceite).

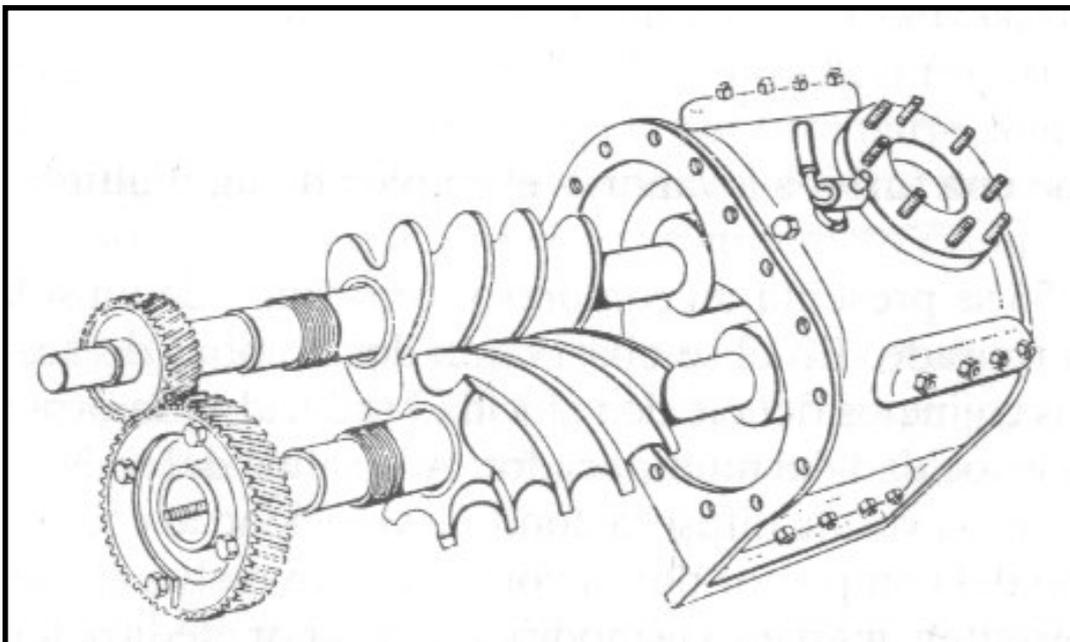


Figura 27. Corte de un compresor de tornillo.

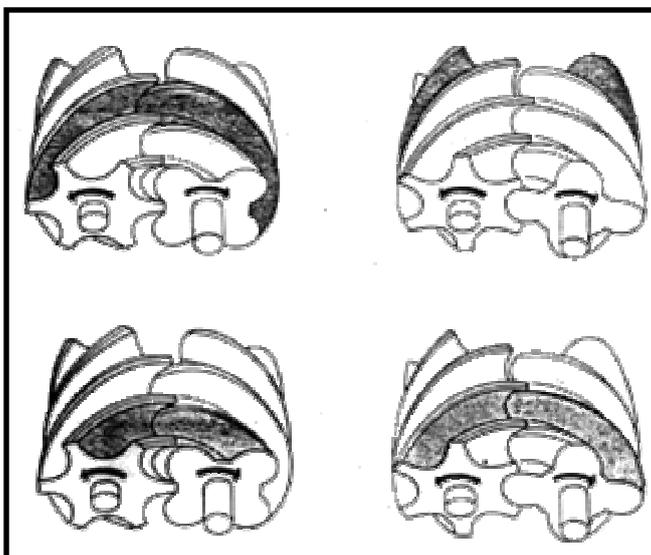


Figura 28. Funcionamiento de un compresor de tornillo.

4.3.1.2.4. Compresor Scroll

Está formado por dos espirales, una fija y otra móvil de manera que la móvil se va cerrando sobre la fija.

La espiral móvil va aspirando el gas y lo va cerrando contra la otra espiral y lo va comprimiendo. Igual que el rotativo, el scroll va comprimiendo y aspirando continuamente.

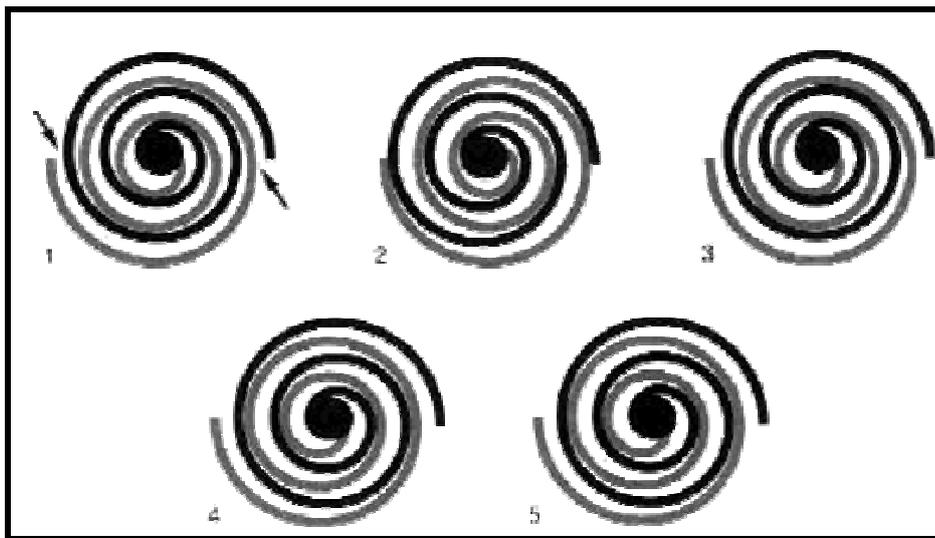


Figura 29. Funcionamiento de un compresor scroll.

Funcionamiento del compresor scroll (figura 29):

- Aspiración-primera órbita; en la acción de desplazamiento de la espira interior se forman dos bolsas de gas que aprisionan así el fluido refrigerante.
- Compresión-segunda órbita; el movimiento de la espira dirige el gas hacia la parte central, el volumen ocupado se reduce y los gases se comprimen.
- Descarga-tercera órbita; los gases comprimidos se evacuan a través del orificio de descarga situado en el centro de la espira fija.

4.3.1.2.5. Compresores Centrífugos.

El principio de funcionamiento de un compresor centrífugo, es el mismo que el de una bomba centrífuga, su diferencial principal es que el aire o el gas manejado en un compresor son compresibles, mientras que los líquidos con los que trabaja una bomba, son prácticamente incompresibles. Los compresores centrífugos pueden desarrollar una presión en su interior, que depende de la naturaleza y las condiciones del gas que manejan y es virtualmente independiente de la carga del procesamiento.

La mayoría de los compresores centrífugos funcionan a velocidades de 3.500 RPM (revoluciones por minuto) o superiores y uno de los factores limitantes es el de la fatiga del impulsor. Los impulsores de los compresores centrífugos son por lo común motores eléctricos o turbinas de vapor o gas, con o sin engranajes de aumento de velocidad.

En un compresor centrífugo, la carga es independiente del fluido que se maneje.

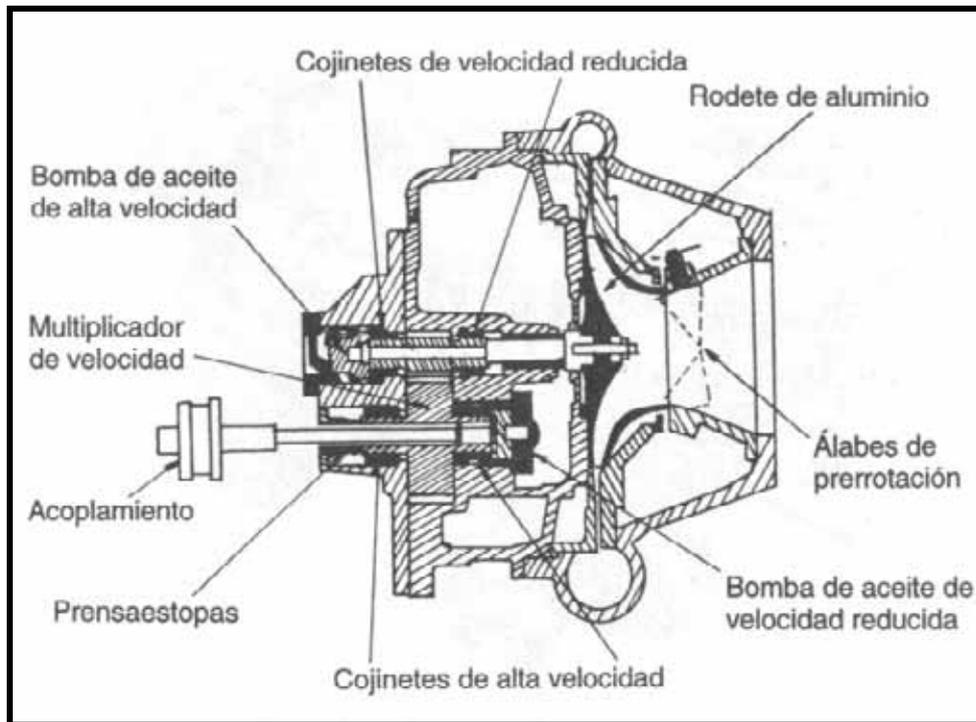


Figura 30. Corte de un compresor centrífugo.

4.3.1.3. Lubricación de Compresores Alternativos.

Siempre debe de mantenerse un adecuado suministro de aceite en el cárter, para asegurar una continua lubricación. El aceite de los compresores lubrica las partes móviles y cierra el espacio entre el cilindro y el pistón.

El compresor bombea el aceite por toda la instalación, este circula por la parte baja de la tubería y es retornado otra vez al compresor. El aceite sólo es útil en el compresor, fuera de este es más perjudicial que beneficioso.

Se emplean dos sistemas de lubricación:

Por barboteo. Hasta 4 ó 5 CV se emplea el sistema por barboteo, el cual funciona de la siguiente manera; Dentro del nivel de aceite que existe en el compresor se introduce una de las partes móviles del compresor, como puede ser una cazoleta de la biela, un eje del cigüeñal hueco, etc.

Esta parte móvil salpica o conduce el aceite hacia otras partes del compresor.

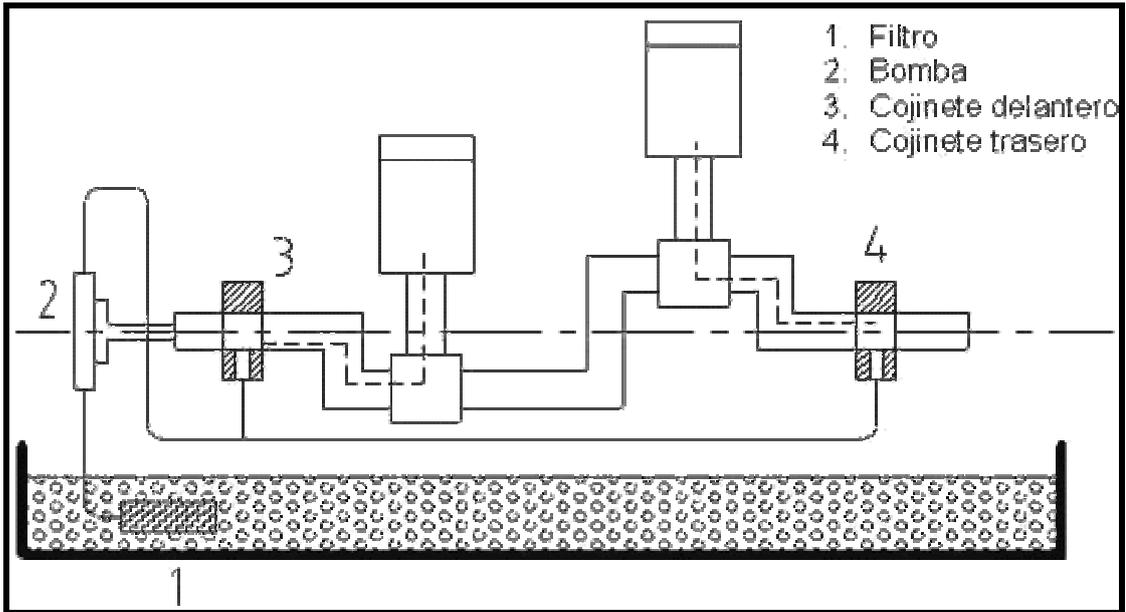


Figura 31. Sistema de lubricación de un compresor de embolo.

Por bomba de aceite. A partir de 5 CV es necesario una bomba de aceite que inyecte este a una presión constante. Para ello se utiliza una bomba formada por dos piñones que es accionada por el mismo eje del cigüeñal.

La bomba aspira el aceite del cárter del compresor, y lo conduce a cierta presión por un conducto a todas las partes móviles (cigüeñal, pistones, bielas) las cuales tienen un orificio por donde sale el aceite.

Todos los compresores con bomba de aceite han de llevar un presostato diferencial de aceite.

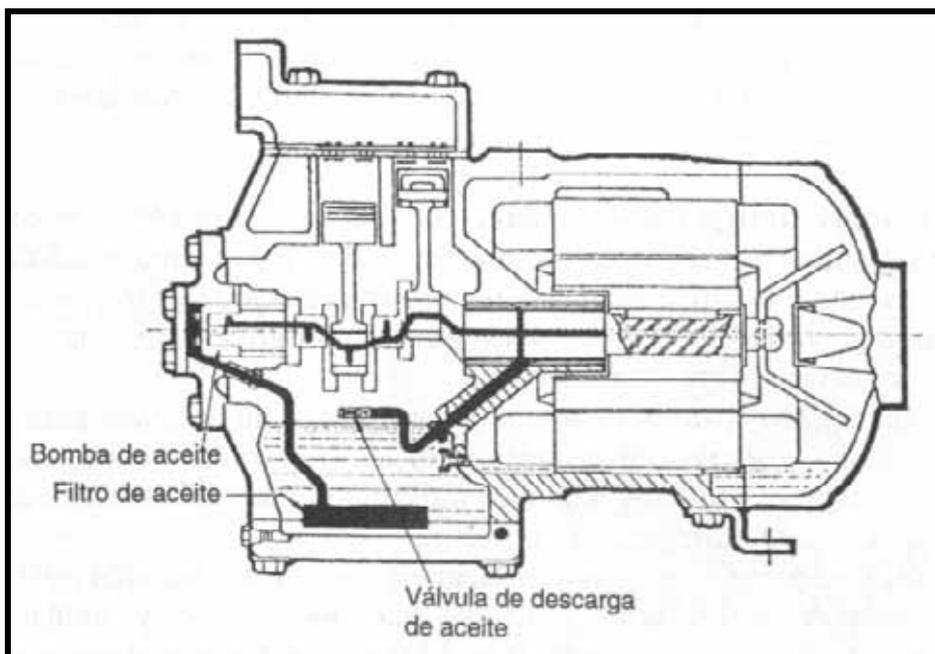


Figura 32. Sistema de lubricación de un compresor semi-hermético con bomba de aceite.

4.3.2. Condensadores.

Básicamente el cometido de un condensador, conceptualmente es un intercambiador de calor, es lograr el cambio de fase (gas a líquido) de un fluido, sea un refrigerante como en el caso de circuitos de refrigeración. El condensador transmite al medio de enfriamiento (aire o agua) el calor contenido en los vapores descargados por el compresor.

El condensador debe tener suficiente volumen, para que tenga amplia cabida el refrigerante comprimido, que entra en el mismo mientras se produce la condensación y debe tener la necesaria superficie de radiación para obtener una rápida transferencia de calor latente de dicho refrigerante al medio enfriador (agua o aire).

La capacidad del condensador es la cantidad de calor que el condensador es capaz de extraer al refrigerante.

Probablemente la clasificación más relevante de este tipo de intercambiador se refiere al fluido con el que el gas a condensar interactúa, dando lugar a clásicamente tres tipos de condensadores

4.3.2.1. Condensadores Enfriados por Aire.

Los condensadores que tienen como medio enfriador el aire del ambiente. Generalmente, un condensador de aire consta de un serpentín con aletas, sobre las cuales se sopla aire para que el refrigerante se condense dentro de los tubos. Los condensadores pueden ser de dos tipos; estáticos o de tiro forzado:

- Estáticos: Suelen ser de tubo liso, se utiliza la circulación natural del aire, por esto la velocidad del aire es lenta y se acumula mucha suciedad. Suelen ser bastante largos y se usa sólo en el entorno doméstico.
- Tiro forzado: Utilizan ventiladores para aumentar la velocidad del aire, por lo tanto reducimos superficie de tubo. Exteriormente es bastante parecido a un evaporador.

Cuando está instalado junto con el compresor, el condensador a de tomar el aire en el lado contrario de este para evitar tomar el aire ya caliente.

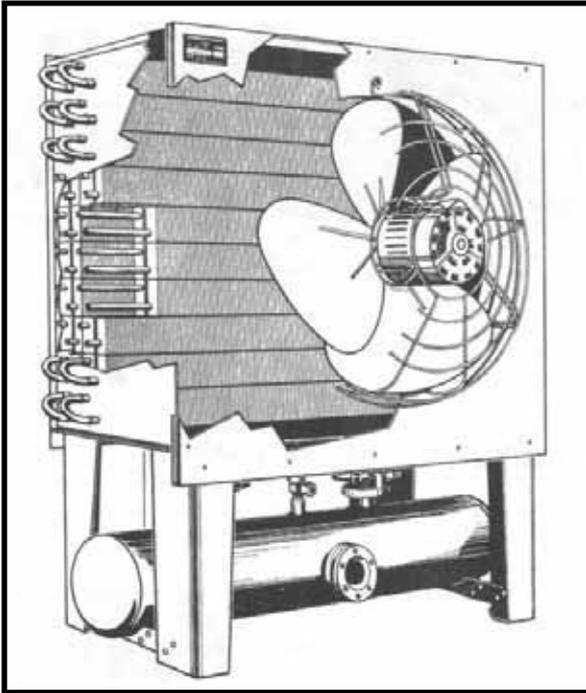


Figura 33. Condensador de aire de tiro forzado.

4.3.2.2. Condensadores Enfriados por Agua.

Son aquellos que usan el agua como medio condensable.

Para asegurar un buen funcionamiento y limitar el consumo de agua, las temperaturas idóneas del agua a la salida del condensador con respecto a la temperatura de entrada han de ser:

- Temperatura de entrada hasta 15°C, la salida ha de ser 10°C más que la entrada.
- Temperatura de entrada a partir de 16°C, la salida ha de ser 9°C más que la entrada.
- Temperatura de entrada a partir de 21°C, la salida ha de ser 8°C más que la entrada.

En una planta de refrigeración se debe instalar una torre de recuperación de agua a partir de 18.000frg/h., aproximadamente.

4.3.2.2.1. Condensador Horizontal.

El gas refrigerante caliente procede del compresor, entra por la parte alta del condensador, metiéndose en la envuelta. El refrigerante se condensa en el exterior de los tubos y cae al fondo de la envuelta.

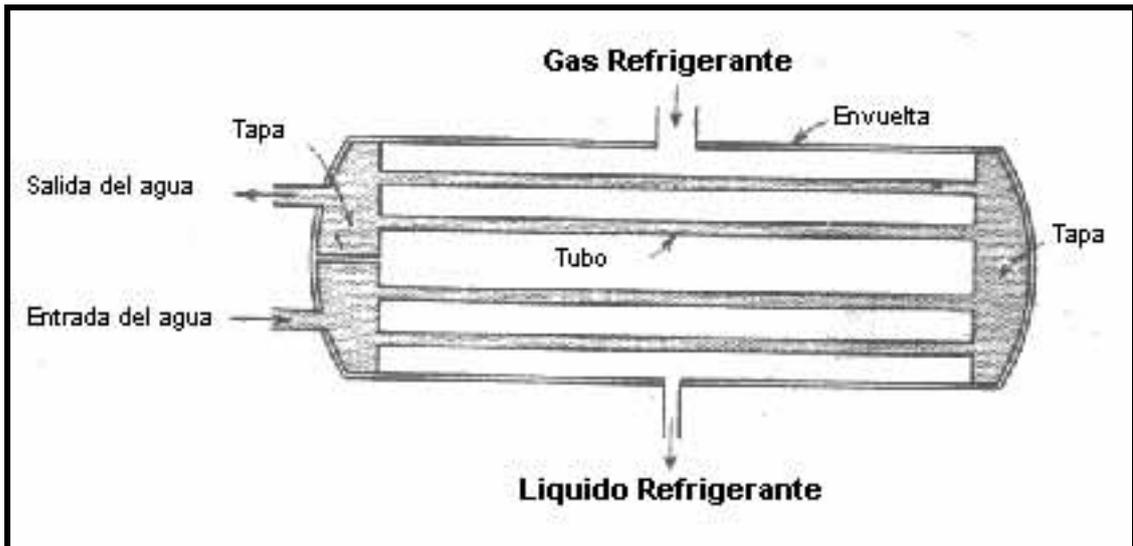


Figura 34. Condensador de aire de tiro forzado.

4.3.2.2.2. Condensador Vertical.

Es igual que el condensador horizontal, diferenciándose únicamente en su posición de instalación. El agua en este condensador, entra por la parte superior y cae por gravedad a través de los tubos.

4.3.2.2.3. Condensador de Serpentin.

Lleva un serpentín helicoidal en lugar de tubos rectos, por el que circula agua dentro de la envuelta.

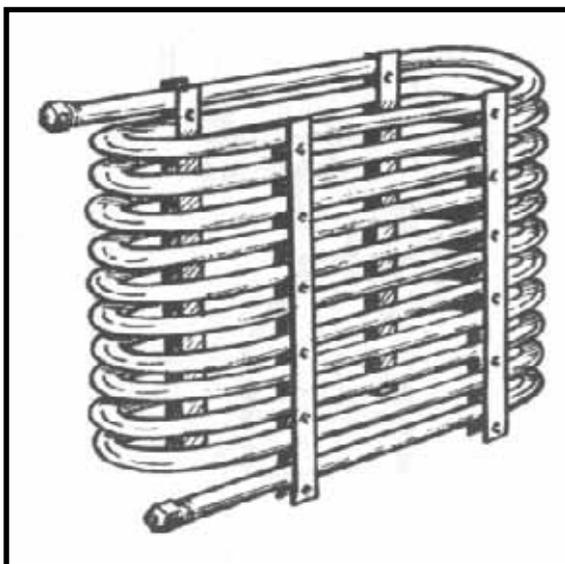


Figura 35. Condensador de serpentín.

4.3.2.2.4. Condensador de Inmersión

Son los conjuntos de condensador-recipiente reunidos en un solo elemento. En el interior de la envolvente, que sirve de depósito para el refrigerante condensado, va colocado el serpentín, por el cual circula el agua de enfriamiento. A su contacto con el tubo por cuyo interior circula el agua, el vapor comprimido cede su calor y se condensa.

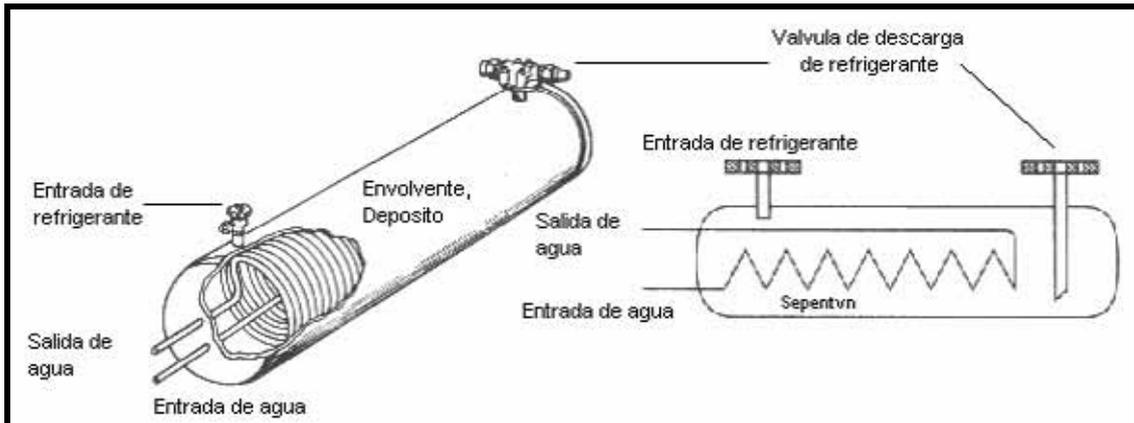


Figura 36. Condensador de inmersión.

4.3.2.2.5. Condensador de Doble Tubo.

Es un serpentín formado por dos tubos concéntricos, por el tubo interior circula el agua y por el exterior el refrigerante, se hace circular a contracorriente para robar mejor el calor al refrigerante.

Se instala junto con el serpentín una válvula presostática para controlar la presión del agua según la presión de alta de la instalación de manera que cuando la instalación está parada no circule agua.

Son condensadores pequeños y se usa como refuerzo.

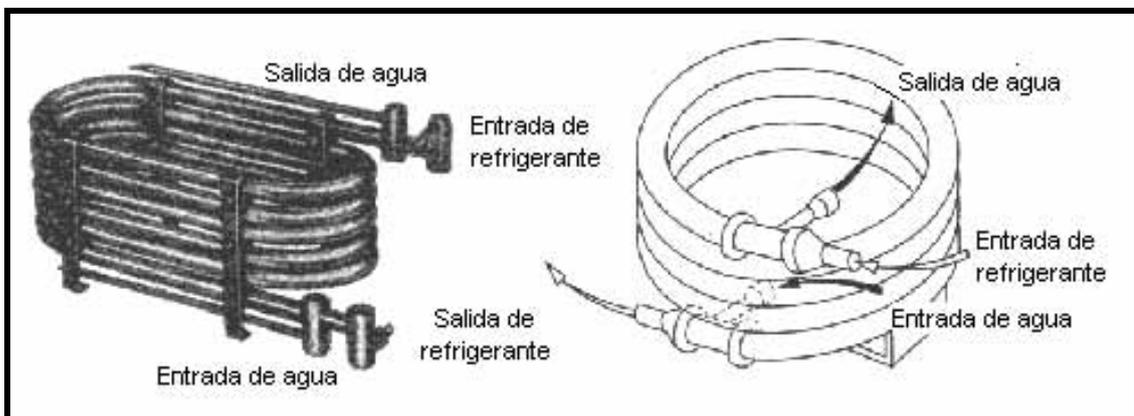


Figura 37. Condensador de doble tubo o contracorriente.

4.3.2.2.6. Condensador Multitubular.

Se trata de un depósito provisto de varios tubos empotrados en el fondo del depósito.

La tapa del condensador está preparada de forma que el agua circula de abajo hacia arriba, por los tubos empotrados. El refrigerante condensado en el depósito es conducido a la válvula de descarga a través de un colector. Circula agua por los tubos interiores y condensa el refrigerante contenido en el recipiente. Llevan un tapón fusible de seguridad y una válvula de purga para extraer los gases incondensables.

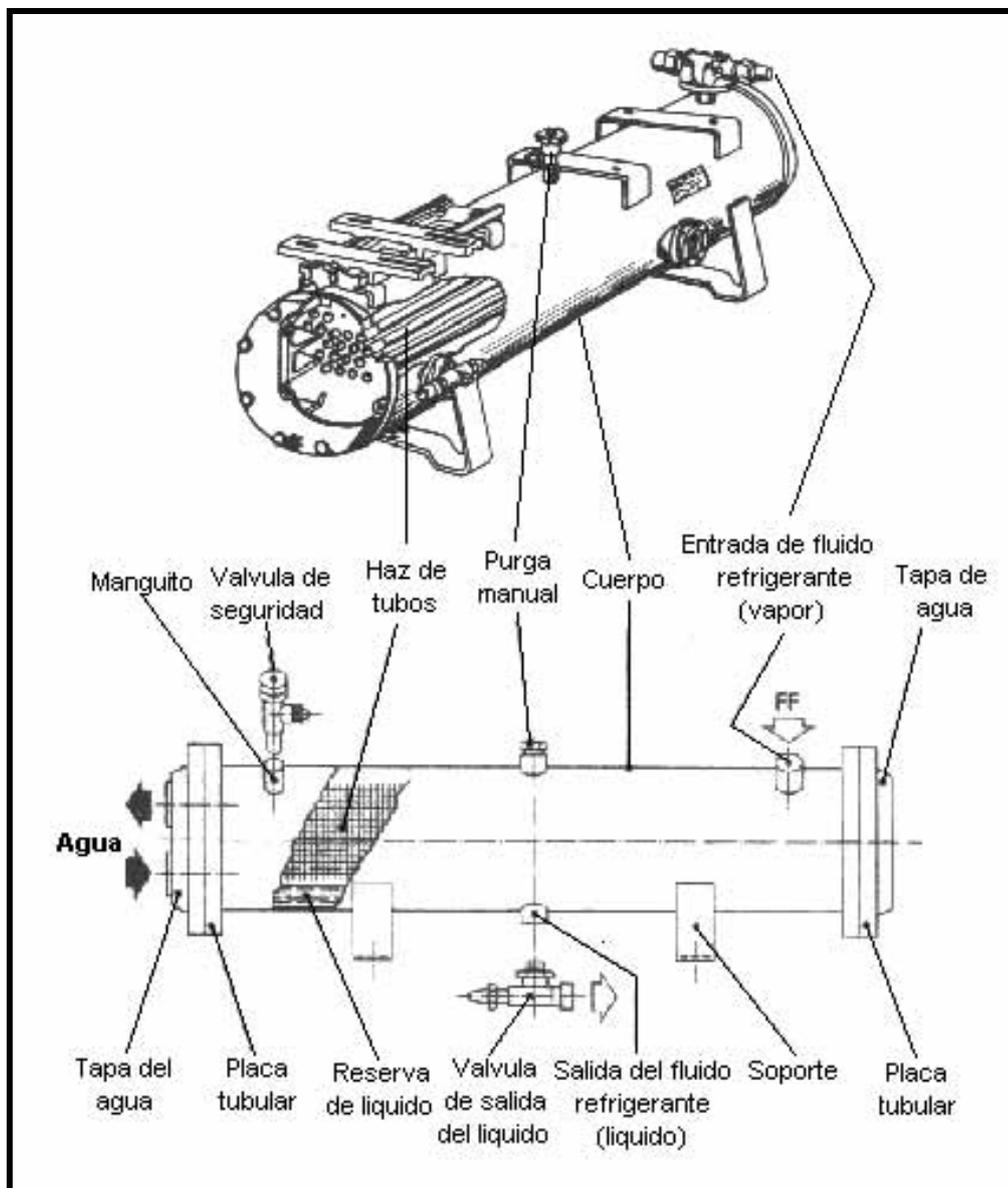


Figura 38. Condensador multitubular.

4.3.2.2.7. Condensador Evaporativo.

Este condensador requiere un mínimo de agua en comparación al resto. Está formado por un serpentín por el cual circula el refrigerante, este serpentín es humedecido, con agua, por medio de inyectores de manera que al hacer circular una corriente de aire el agua que moja los tubos se evapora extrayendo calor. Los ventiladores situados en la parte superior aspiran aire fresco, el cual se satura de vapor de agua al entrar en contacto con ella, por lo que una pequeña parte del se evapora. El agua que llega al colector después de calentarse en el serpentín, es conducida de nuevo a los inyectores por medio de una bomba. La potencia depende de la humedad y temperatura del aire exterior.

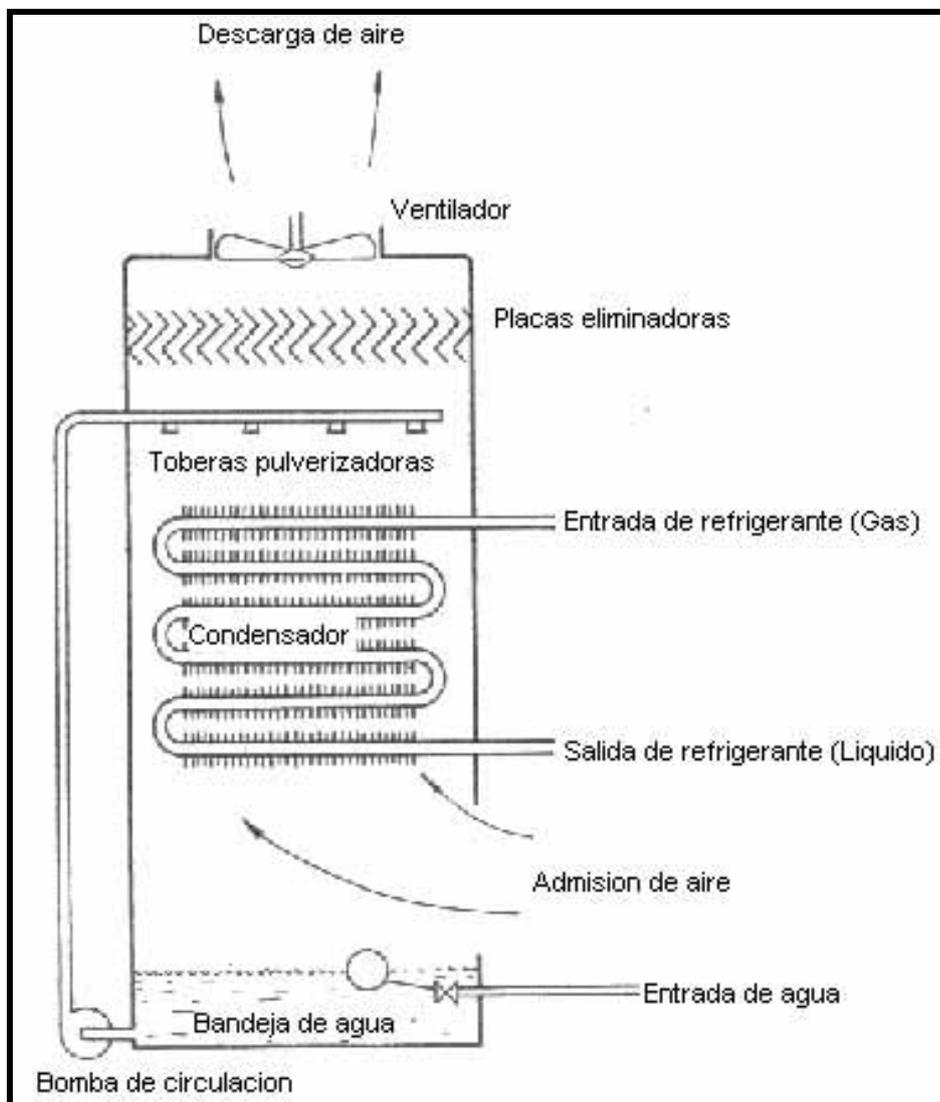


Figura 39. Diagrama de un condensador evaporativo.

4.3.2.2.8. Condensador Multitubular Vertical.

Este es igual al condensador multitubular, pero colocado verticalmente. El agua circula por los tubos verticalmente hacia abajo. Por el mismo tubo circula agua y aire a contracorriente, el agua va lamiendo la pared del tubo y el aire va por el centro del tubo que está en contacto con el refrigerante. El refrigerante en estado de vapor penetra en el depósito por una boca, se condensa y fluye hacia abajo. La corriente de aire generada en los tubos verticales apoya activamente el efecto refrigerante, al producir la vaporización del agua.

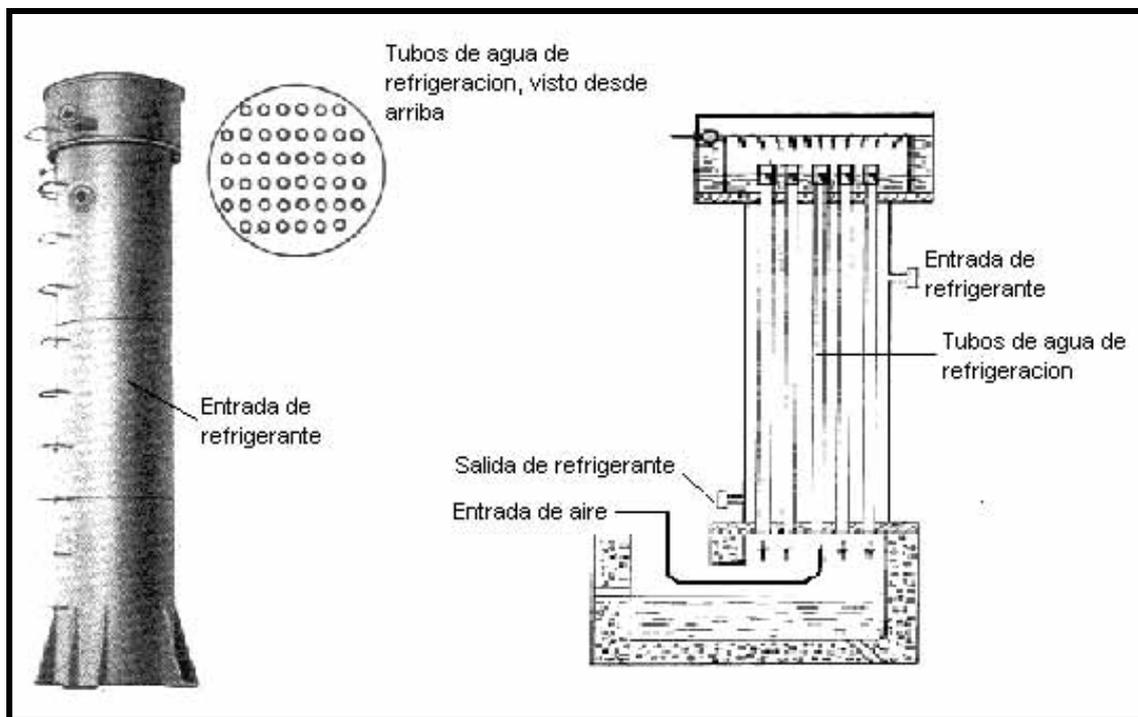


Figura 40. Diagrama de un condensador multitubular vertical.

4.3.3. Tratamiento del Agua.

Los problemas que puede crear el agua como elemento refrigerante son muchos, los más habituales son:

- La formación de incrustaciones.
- Los cultivos orgánicos.
- La corrosión de los metales empleados en la instalación.
- Las aguas pueden clasificarse como duras o blandas o también ácidas o alcalinas.

Las aguas duras son aquellas que contienen un elevado contenido en sales de calcio y magnesio. Las blandas son aquellas que contienen pequeñas cantidades de estas sales. La acidez o alcalinidad del agua se refleja principalmente por su P.H.

Antes de realizar un tratamiento del agua debemos conocer su P.H. siendo por debajo de P.H. 7 ácida y por encima alcalina.

Existen varios procedimientos para evitar la formación de incrustaciones o el ensuciamiento del circuito de refrigeración, los más destacados son:

- Filtración.
- Descalcificación.
- Acidificación.

La filtración del agua es empleada para evitar el ensuciamiento de las instalaciones. La descalcificación se emplea para evitar la formación de incrustaciones.

El agua, una vez descalcificada, tiene tendencia a producir fenómenos de corrosión, por lo que es conveniente complementar este tratamiento con otro para la corrosión.

La acidificación consiste en la adición de un ácido, normalmente el sulfúrico, que evita las incrustaciones.

4.4 UNIDAD DE EXPANSION Y VALVULAS.

La misión de la unidad de expansión es la de controlar la entrada en el evaporador del refrigerante en estado líquido procedente del condensador, reducir la presión del líquido refrigerante, y además separa la parte de alta con la de baja presión. De esta manera, el evaporador se alimenta con el refrigerante necesario de una manera continua y uniforme.

4.4.1. Tubos Capilares (como unidad de expansión).

El nombre de "tubo capilar" es erróneo, puesto que el diámetro es demasiado grande para permitir la acción capilar. El líquido refrigerante entra en el tubo capilar y, al pasar a través de él, pierde presión a causa de la fricción y de la aceleración del refrigerante, transformándose una parte en vapor.

Numerosas combinaciones de diámetro y longitud, sirven para obtener el efecto deseado. Sin embargo, una vez que el tubo capilar ha sido seleccionado e instalado, ya no puede ajustarse por sí mismo a las variaciones de la presión de escape, presión de

admisión y carga. El compresor y el dispositivo de expansión deben llegar a unas condiciones de admisión y escape que permitan al compresor aspirar del evaporador, el mismo caudal de refrigerante que el dispositivo de expansión alimenta al evaporador.

Los tubos capilares se utilizan habitualmente como elementos de expansión en pequeñas instalaciones por las razones siguientes:

- Facilidad de instalación.
- Bajo coste.
- Fiabilidad, no hay piezas en movimiento.
- Permiten la utilización de compresores de bajo par de arranque por el buen equilibrio de presiones.

4.4.2. Válvulas de Expansión Termostáticas.

La válvula de expansión termostática o válvula de termo expansión, es un dispositivo de medición diseñado para regular el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, en la misma proporción en que el refrigerante líquido dentro del evaporador se va evaporando. Esto lo logra manteniendo un sobrecalentamiento predeterminado a la salida del evaporador (línea de succión), lo que asegura que todo el refrigerante líquido se evapore dentro del evaporador, y que solamente regrese al compresor refrigerante en estado gaseoso. La cantidad de gas refrigerante que sale del evaporador puede regularse, puesto que la válvula de expansión termostática responde a:

1. La temperatura del gas que sale del evaporador y,
2. La presión del evaporador.

Las principales funciones de una válvula de expansión termostática son; reducir la presión y la temperatura del líquido refrigerante, alimentar líquido a baja presión hacia el evaporador, según la demanda de la carga, y mantener un sobrecalentamiento constante a la salida del evaporador.

Debido a que en el nombre dado a este dispositivo se incluye la palabra "termo", se tiene la falsa idea de que se utiliza para controlar directamente la temperatura y muchos técnicos intentan erróneamente controlar la temperatura del refrigerador, moviendo el ajuste de la válvula.

Las válvulas de expansión termostáticas están formadas por:

1. Cuerpo.
2. Conexiones de entrada y salida.
3. Orificio de expansión, aguja y asiento.

4. Elemento termostático (o de poder). Compuesto por el diafragma y el bulbo.
5. Resorte y ajuste del sobrecalentamiento.
6. Conducto de igualación: interna o externa.

El refrigerante líquido entra a la válvula de expansión termostática a alta presión y temperatura. Al pasar por el orificio se reduce su presión significativa e instantáneamente y, por consecuencia, su temperatura, por lo que entre la entrada y la salida de la válvula hay una caída de presión (ΔP) que permite al refrigerante evaporarse a muy baja temperatura en la medida que pueda absorber calor.

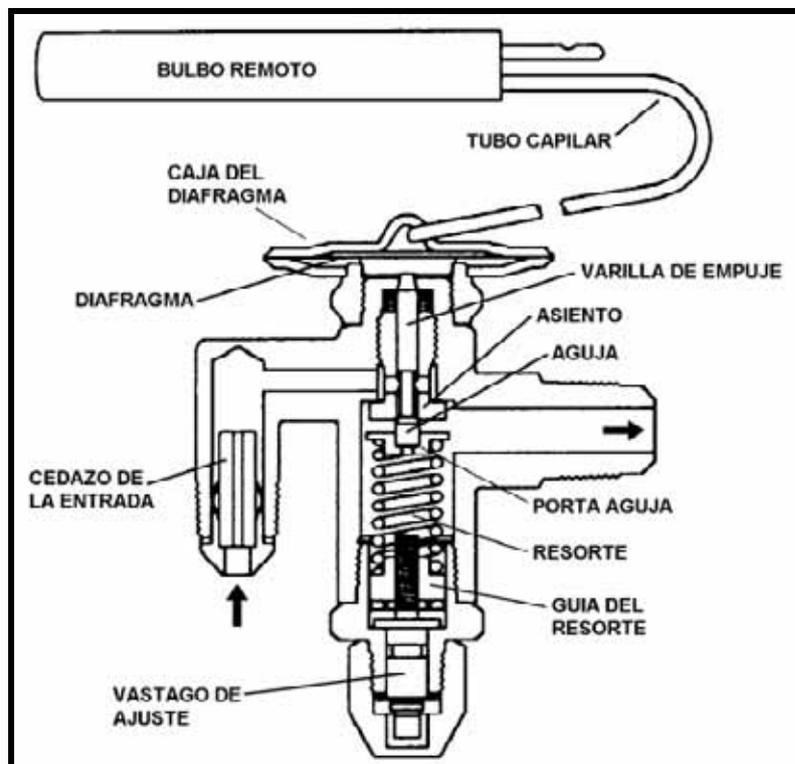


Figura 41. Válvula de expansión termostática y sus partes principales.

La válvula de expansión termostática tiene tres funciones:

1. Reduce la presión del refrigerante líquido que entra al evaporador para que se evapore a baja temperatura.
2. Controla el refrigerante que entra al evaporador para que haya líquido que evaporar, en toda su superficie de evaporación.
3. Controla el sobrecalentamiento del gas en la salida del evaporador.

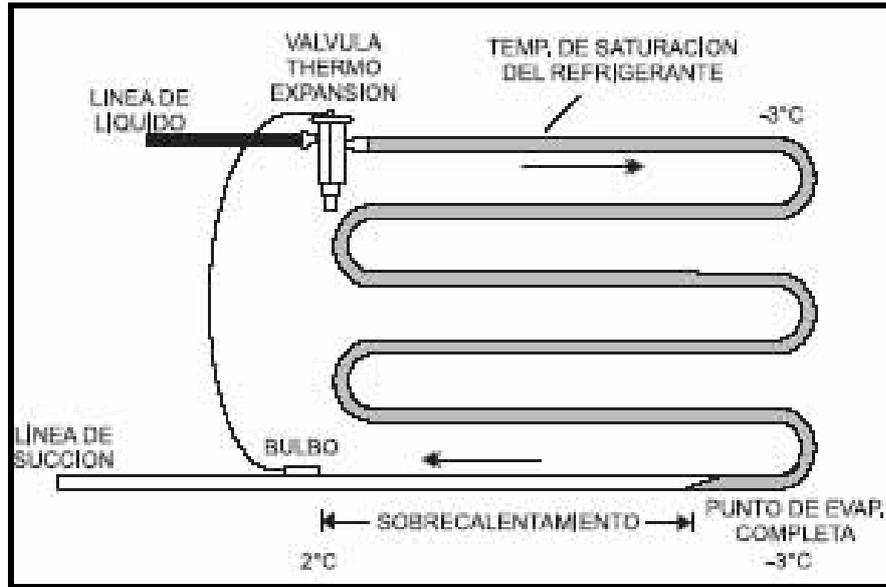


Figura 42. Válvula de expansión termostática instalada a la entrada del evaporador.

4.4.2.1. Válvulas de Expansión Termostáticas con Igualador Interno.

Como ya se mencionó, en sistemas pequeños donde no se considera caída de presión a través del evaporador, la presión del evaporador que se usa para que actúe debajo del diafragma es la de la entrada. Para esto, las válvulas empleadas, tienen maquinado un conducto interno que comunica el lado de baja presión de la válvula con la parte inferior del diafragma. A este conducto se le conoce como "igualador interno". En la figura 43 se muestra un dibujo de una válvula con igualador interno. En algunos tipos de válvulas, la presión del evaporador también se aplica bajo el diafragma, a través de los conductos de las varillas de empuje, además del igualador interno.

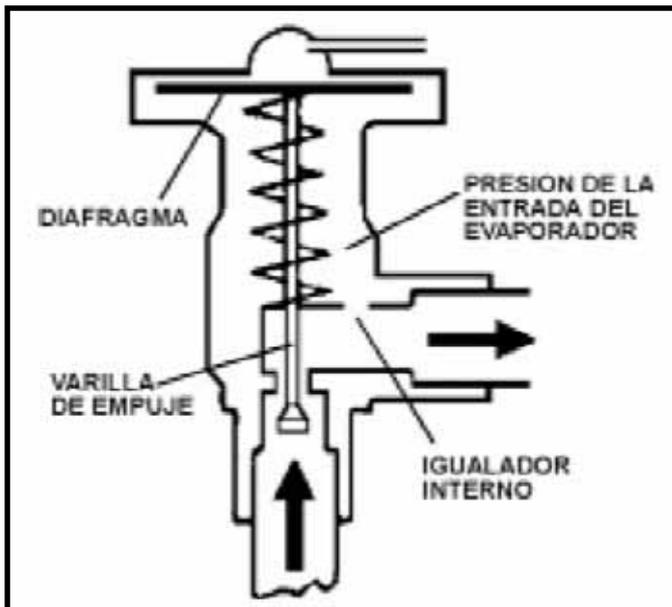


Figura 43. Válvula de expansión termostática con igualador interno.

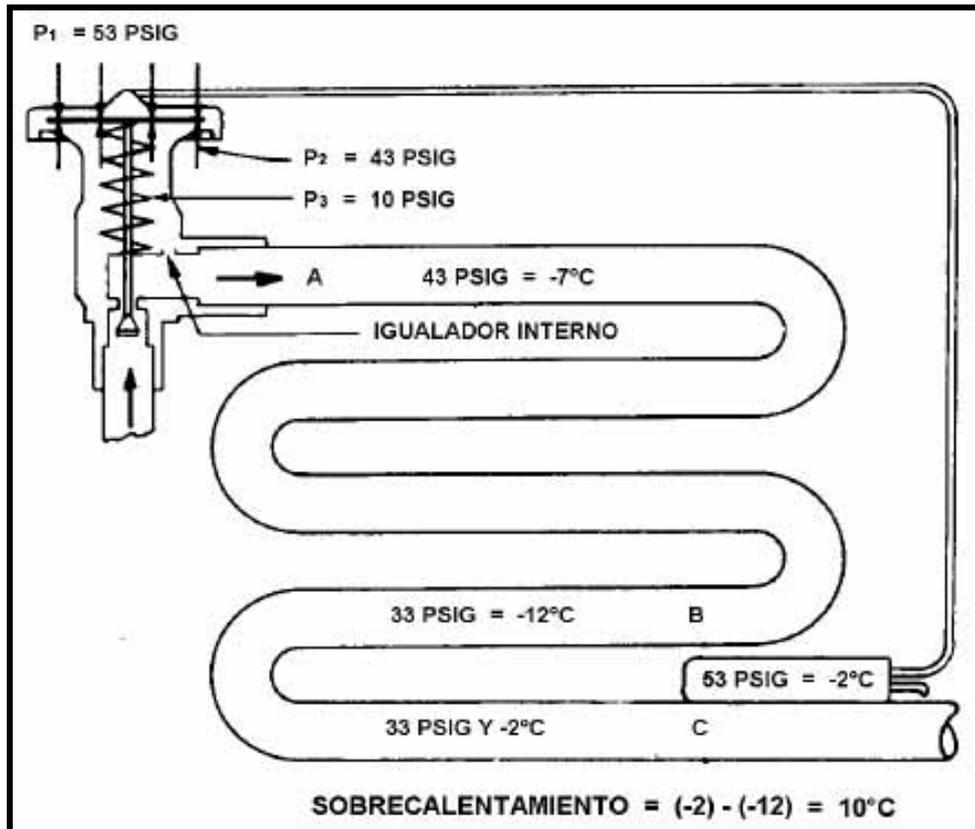


Figura 44. Válvula de expansión termostática con igualador interno en un evaporador.

Veamos qué sucede realmente en un evaporador alimentado por una válvula de expansión termostática con igualador interno, donde existe una caída de presión medible de 10 psig, como se muestra en la figura 44. La presión en el punto "C" es 33 psig o sea, 10 psi menos que en la salida de la válvula, punto "A"; sin embargo, la presión de 43 psig en el punto "A" es la presión que está actuando en la parte inferior del diafragma en la dirección de cierre. Con el resorte de la válvula ajustado a una compresión equivalente a un sobrecalentamiento de 6°C o a una presión de 10 psig, la presión requerida arriba del diafragma para igualar las fuerzas es de $(43 + 10)$ ó 53 psig. Esta presión corresponde a una temperatura de saturación de -2°C . Es evidente que la temperatura del refrigerante en el punto "C" debe ser -2°C , si es que la válvula ha de estar en equilibrio. Puesto que la presión en este punto es de sólo 33 psig y la temperatura de saturación correspondiente es de -12°C , se requiere un sobrecalentamiento de $[(-2) - (-12)]$ o sea, de 10°C para abrir la válvula. Este alto sobrecalentamiento de 10°C requerido para abrir la válvula, hace necesario utilizar más superficie del evaporador para producir este gas refrigerante sobrecalentado. Por lo tanto, se reduce la cantidad de superficie del evaporador, disponible para la absorción de calor latente de evaporación del refrigerante; produciéndose una insuficiencia de refrigerante, antes de alcanzar el sobrecalentamiento requerido.

4.4.2.2. Válvulas de Expansión Termostáticas con Igualador Externo.

Tal como se mencionó antes, cuando existe caída de presión a través del evaporador, la presión que debe actuar bajo el diafragma es la de la salida del evaporador; por lo que una válvula con igualador interno no operaría satisfactoriamente. Las válvulas que se utilizan en estos casos, son válvulas con "igualador externo". Como se puede apreciar en la figura 45 en este tipo de válvulas el igualador no comunica al diafragma con la entrada del evaporador, sino que este conducto se saca del cuerpo de la válvula mediante una conexión. Además, es necesario colocar empaques alrededor de las varillas de empuje, para aislar completamente la parte inferior del diafragma de la presión a la entrada del evaporador. Una vez instalada la válvula, esta conexión se comunica a la línea de succión mediante un tubo capilar, para que la presión que actúe debajo del diafragma, sea la de la salida del evaporador.

A fin de compensar una caída de presión excesiva a través del evaporador, la válvula de expansión termostática tiene que ser del tipo con igualador externo, con la línea del igualador conectada ya sea en el evaporador en un punto más allá de la mayor caída de presión, o en la línea de succión, junto al bulbo remoto del lado del compresor. Si se usa una válvula de expansión termostática del tipo con igualador externo, con la línea del igualador conectada a la línea de succión, se ejercerá la verdadera presión de la salida del evaporador debajo del diafragma de la válvula. Las presiones de operación sobre el diafragma de la válvula, ahora están libres de cualquier efecto de caída de presión a través del evaporador, y la válvula responderá al sobrecalentamiento del gas refrigerante que sale del evaporador.

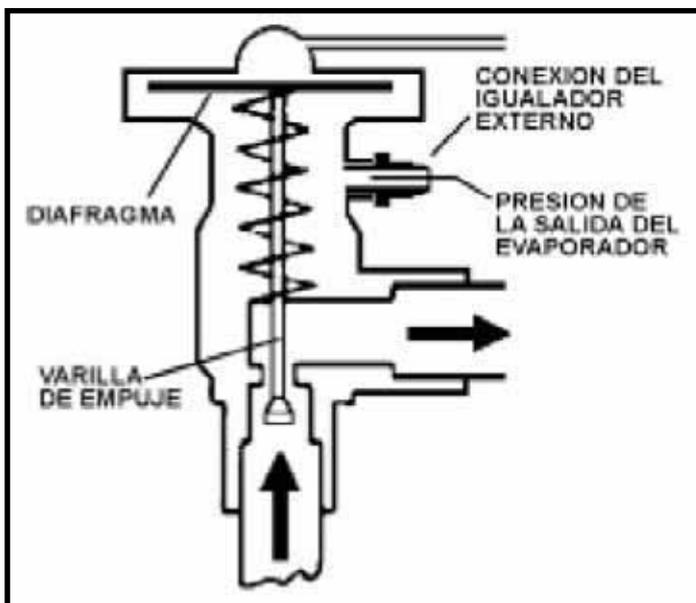


Figura 45. Válvula de expansión termostática con igualador externo.

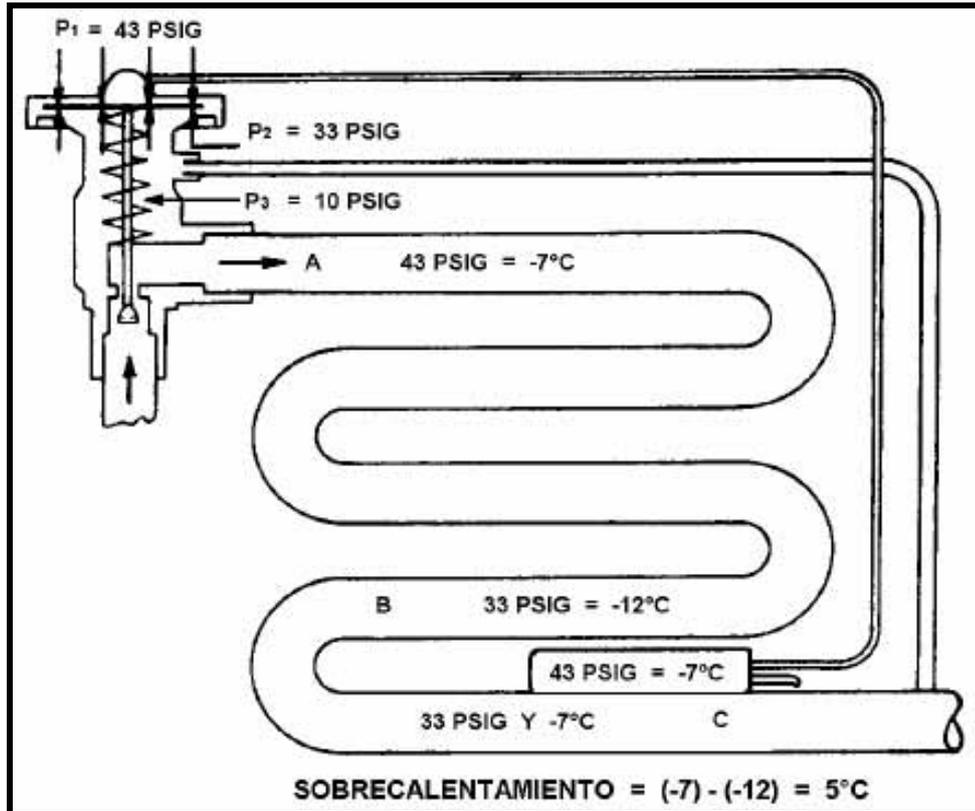


Figura 46. Válvula de expansión termostática con igualador externo en un evaporador

Cuando existen las mismas condiciones de caída de presión en un sistema con una válvula de termo expansión, la cual tiene la característica de igualador externo (ver figura 46), existe la misma caída de presión a través del evaporador; sin embargo, la presión abajo del diafragma es ahora la misma que a la salida del evaporador, punto "C", es decir, 33 psig. La presión requerida arriba del diafragma para el equilibrio es de $33 + 10$, o sea 43 psig. Esta presión de 43 psig, corresponde a una temperatura de saturación de -7°C y el sobrecalentamiento requerido ahora es de $(-7) - (-12) = 5^\circ$. El uso de un igualador externo ha reducido el sobrecalentamiento de 10° a 5° . Por lo tanto, la capacidad de un sistema con un evaporador que presenta una caída de presión considerable, se incrementará mediante el uso de una válvula de termo expansión con igualador externo, en comparación con el uso de una válvula igualada internamente.

4.4.2.3. Normas de Colocación del Bulbo.

1. Debe estar bien amarrado al tubo, no debe ir con cinta aislante o tiras de plástico, se debe colocar con la presilla metálica que suele acompañar.
2. Colocarlo en una superficie limpia y lisa, no se debe colocar sobre un codo, curva o soldadura.
3. El bulbo tiene una hendidura que es la que se aloja sobre el tubo.

4. No colocar el bulbo en la parte baja del tubo ya que por esa parte es por donde circula el aceite que hace de capa aislante.
5. El bulbo se debe colocar siempre en tramos horizontales, en los casos que sólo se pueda colocar en un tramo vertical se colocará con el bulbo hacia arriba.
6. Se debe aislar siempre el bulbo para que no le afecte en su funcionamiento las corrientes de aire, se debe colocar siempre dentro del medio a enfriar.
7. El tubo de compensación exterior debe estar entre 10 o 15 cm después del bulbo.

4.4.3. Válvulas Manuales.

En los sistemas de refrigeración, además de las válvulas de control automáticas operadas por presión, por temperatura o eléctricamente, también se utilizan válvulas manuales, de las cuales hay una variedad ilimitada de tipos y formas y hechas de diferentes materiales. Estas válvulas son de tipo totalmente cerradas o totalmente abiertas.

Los cuerpos de las válvulas pueden ser de fundición, forjados, o maquinados de barras. Los materiales que se utilizan para la fabricación de válvulas manuales para refrigeración son: acero, bronce, latón y cobre.

En un sistema de refrigeración se puede instalar cualquier cantidad de válvulas manuales, tantas como lo permita el tamaño del sistema o la caída de presión. Algunas de las características que se requieren en las válvulas manuales son: confiabilidad, baja caída de presión, diseño a prueba de fugas, materiales compatibles con el refrigerante y el aceite.

En los sistemas de refrigeración las válvulas manuales se instalan en puntos claves, y sirven no sólo para regular el flujo de líquido, sino también para aislar algún componente o parte del sistema para darle mantenimiento, sin tener que interrumpir otros componentes o accesorios. El diseño de la válvula deberá ser tal, que sus superficies sellantes no se distorsionen o se desalineen con los cambios de temperatura, la presión y el esfuerzo de la tubería a la que está conectada. Las superficies sellantes (asientos) deberán ser de diseño y materiales, tales que la válvula permanezca cerrada herméticamente, por un período de servicio razonable.

4.4.3.1. Válvulas de Paso.

Su función principal es controlar el flujo de líquido y la presión. Las válvulas de paso instaladas en un sistema, deben estar totalmente abiertas o totalmente cerradas. Se

utilizan para aislar componentes en el sistema. Las válvulas de paso que más comúnmente se utilizan en refrigeración, son las de tipo globo. Existen dos tipos de válvulas de globo: con empaquetadura y sin empaquetadura. Las válvulas de paso deben ser de un diseño que evite cualquier fuga de refrigerante. En la figura 47, se muestra una válvula de paso típica con empaquetadura, con diseño de globo, recta, y en la figura 48, se muestra una válvula de globo angular. Puesto que los refrigerantes son difíciles de retener, las válvulas con empaquetadura generalmente están equipadas con tapones de sellamiento. Algunos de estos tapones están diseñados para que al quitarlos, sirvan de herramienta para abrir o cerrar la válvula.

En la figura 49, se muestra una válvula de paso con diseño de globo sin empaques, normalmente conocidas como válvulas de diafragma. A continuación, examinaremos con más detalle los componentes de las válvulas de globo.

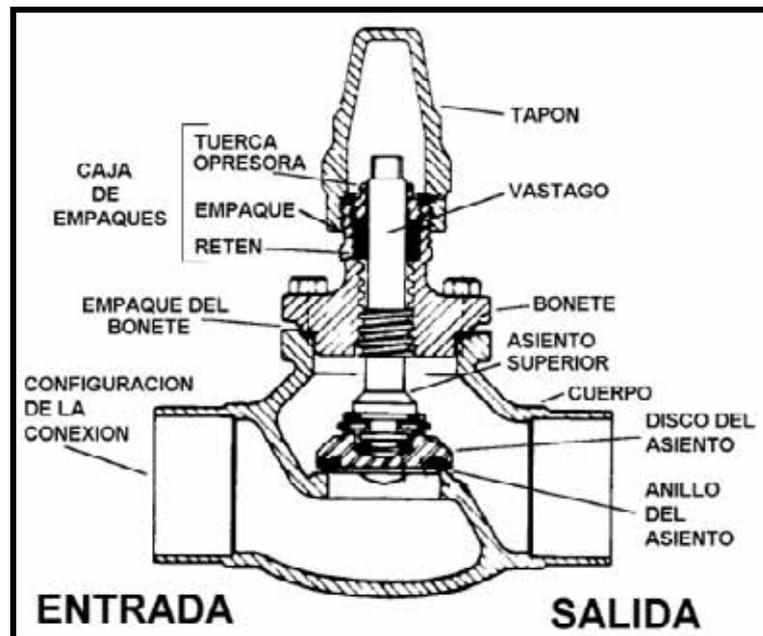


Figura 47. Válvula de paso tipo globo típica.

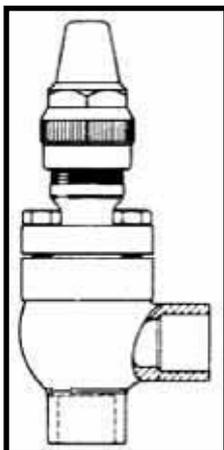


Figura 48. Válvula de paso tipo globo angular.

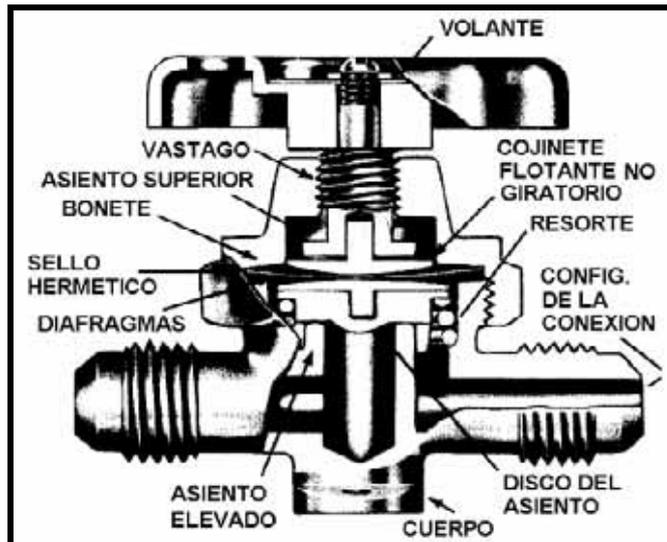


Figura 49. Válvula de paso tipo globo sin empaque (tipo diafragma).

4.4.3.2. Válvulas de Retención.

Este tipo de válvulas se utilizan en los sistemas de refrigeración, para evitar que refrigerante (en forma líquida o gaseosa) y el aceite fluyan en sentido contrario. Estas válvulas sólo permiten el flujo de refrigerante y aceite en un sólo sentido.

Su aplicación es muy variada. Algunos tipos de válvulas de retención se utilizan en líneas de succión, para evitar que se regrese refrigerante o aceite al evaporador u otros dispositivos, donde pudiera condensar o alojar durante los ciclos de paro. Con frecuencia se utilizan en instalaciones de evaporadores múltiples, conectados a una sola unidad de condensación y los evaporadores a diferentes temperaturas.

Una de las aplicaciones más comunes, tanto en refrigeración comercial como industrial, es en la línea de descarga (gas caliente), entre el separador de aceite y el condensador, con el objeto de evitar que en los ciclos de paro o en los cambios repentinos de presión, se regrese refrigerante al separador de aceite y se condense, sobre todo en lugares de baja temperatura ambiente.

Por su construcción, las válvulas de retención pueden ser de disco, de esfera o de pistón. También operan de diferentes maneras, algunas usan un imán o un resorte para mantener la válvula contra el asiento. Otras se montan de tal forma, que el peso mismo de la válvula, la mantiene contra el asiento.

Los materiales de construcción del cuerpo de la válvula pueden ser bronce fundido, latón forjado y hierro fundido. Los bonetes pueden ser de latón forjado; la barra de acero o latón maquinado o de hierro fundido. Estos bonetes van unidos al cuerpo de la válvula ya sea mediante tornillos (figura 50) o pueden ser roscados (figura 51 y 53).

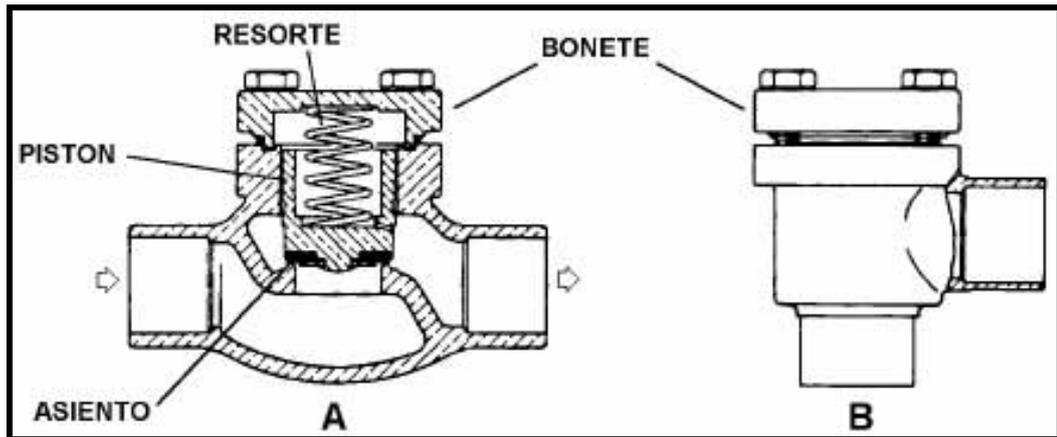


Figura 50. Válvulas de retención de globo tipo de pistón operadas por resorte (A; recta y B; angular), con bonete atornillado.

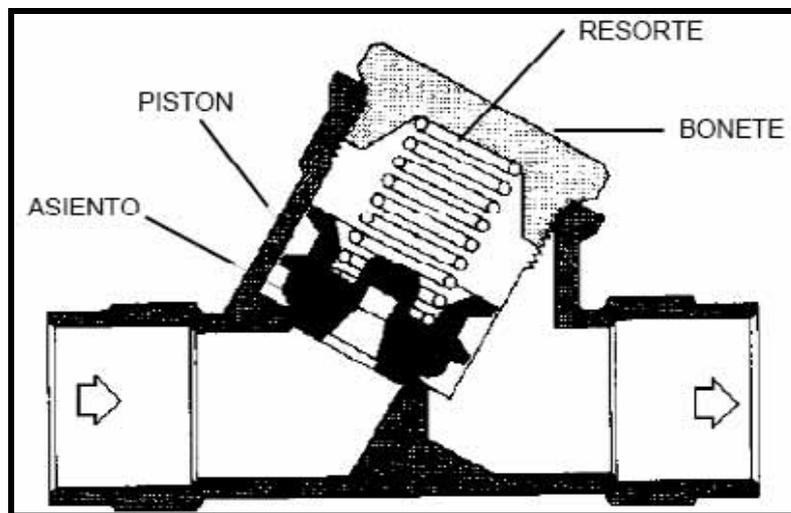


Figura 51. Válvula de retención de globo tipo pistón, operada por resorte, inclinada, con bonete roscado.

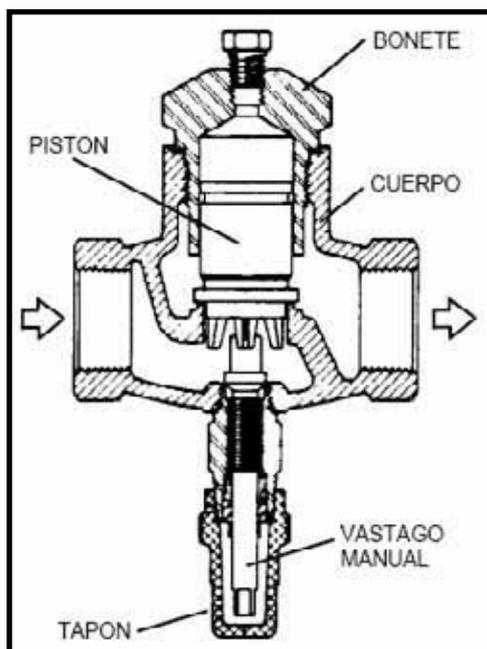


Figura 52. Válvula de retención de globo tipo de pistón con bonete roscado (amoniaco).

Esta válvula de retención debe de tener el asiento fuertemente apretado y debe abrir fácilmente. Si la válvula es muy pequeña o si abre con dificultad, funcionará como un dispositivo de expansión y ocasionará demasiada caída de presión. El resultado será una pobre refrigeración en el evaporador más frío.

4.4.3.3. Válvulas de Servicio.

En los sistemas de refrigeración, los técnicos de servicio deben estar familiarizados con las válvulas manuales de servicio. Estas válvulas le permiten sellar partes del sistema mientras conectan manómetros, se carga o descarga refrigerante o aceite, se mete un vacío, etc.

Existen varios tipos de válvulas de servicio. Dichas válvulas pueden tener volantes en sus vástagos, pero la mayoría requieren de una llave para girarlos. Los vástagos de las válvulas son hechos de acero o de latón, mientras que el cuerpo está hecho de latón o hierro forjado. Por lo general, son del tipo empacado.

4.4.3.3.1. Válvulas de Servicio Para Compresor.

Los compresores abiertos y semi-herméticos, generalmente vienen equipados con válvulas de servicio. Estas válvulas van atornilladas al cuerpo del compresor, una en la succión y otra en la descarga. Dependiendo del tamaño del compresor, pueden ser de dos o de cuatro tornillos. En la figura 53, se muestran dos válvulas típicas de servicio para compresor. Algunos compresores herméticos también usan válvulas de servicio, pero éstas no van atornilladas, sino soldadas a la succión y descarga del compresor, como se muestra en la figura 54.



Figura 53. Válvulas de servicio para compresores abiertos y semi-herméticos de 4 y 2 tornillos.

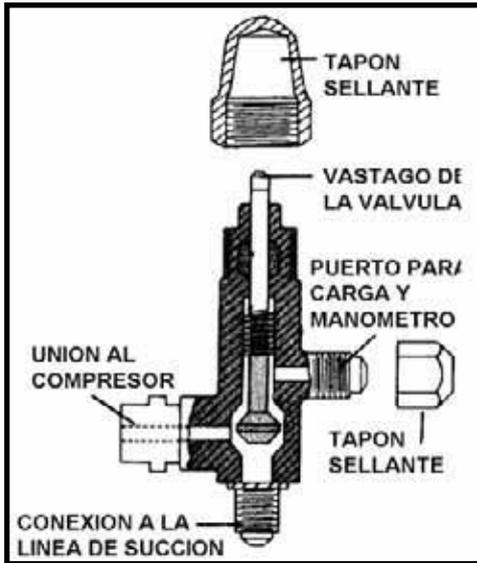


Figura 54. Válvula de servicio para compresor hermético, soldable.

Las válvulas de servicio para compresor son de doble asiento, fabricadas de tal forma que el vástago sella contra el asiento, ya sea que esté totalmente cerrado o totalmente abierto.

En sistemas con refrigerantes halogenados, hay válvulas de servicio de uso común de una vía, y de dos vías. Las válvulas de dos vías tiene dos puertos, uno puede estar abierto mientras que el otro está cerrado, o ambos pueden estar abiertos.

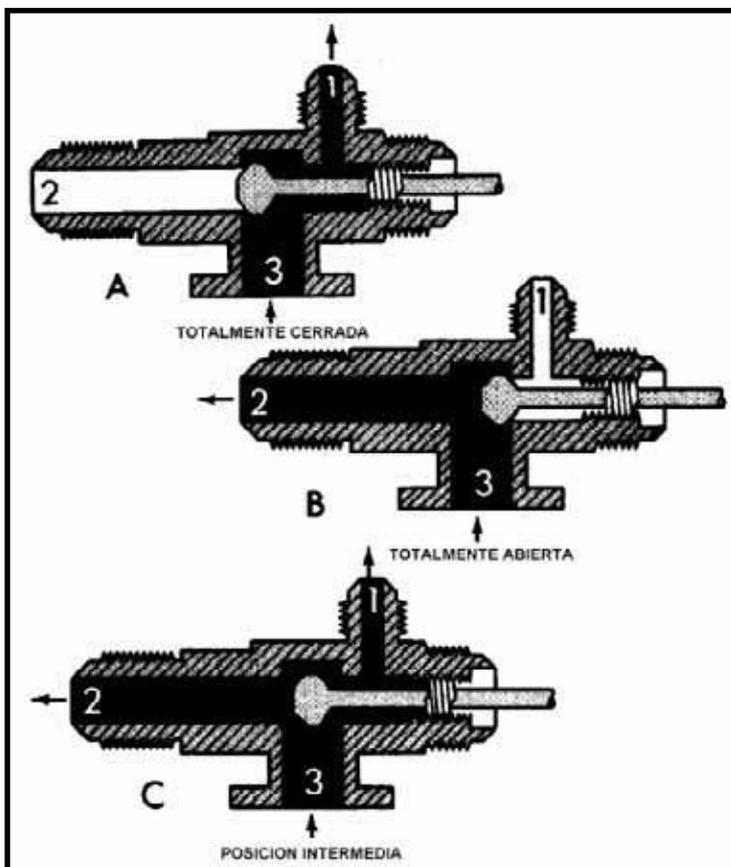


Figura 55. Funcionamiento de una válvula de servicio para compresor.

La válvula de dos vías, usualmente cierra el flujo de refrigerante en el sistema, cuando el vástago es girado totalmente en el sentido de las manecillas del reloj. Cuando el vástago es girado totalmente en el sentido contrario de las manecillas del reloj, cierra el puerto de servicio. Cuando el vástago es girado a un punto intermedio, ambos puertos están comunicados, permitiendo que fluya el refrigerante como se muestra en la figura 55. En esta figura, el número 1 es la conexión de servicio, el 2 es la conexión a la línea de refrigerante, y el número 3 es la conexión al compresor. La conexión a la línea puede ser roscada (flare) o soldable.

La posición "B" es la normal cuando la unidad está operando. En esta posición se puede quitar o poner el manómetro, o el tapón, sin pérdida de refrigerante. También se puede conectar la manguera del múltiple, y es posible reempacar la válvula, sin interrumpir el servicio.

La posición "C" se usa cuando se desea medir la presión, cargar refrigerante, hacer vacío, etc., sin interrumpir la operación.

En la posición "A" (válvula cerrada), es posible desconectar y retirar el compresor del sistema, sin pérdida de refrigerante.

4.4.3.3.2. Válvulas de Servicio Para Tanque Recibidor.

En sistemas con refrigerantes halogenados, se conoce este tipo de válvulas más comúnmente como Válvulas de Ángulo. En la figura 56, se muestran algunas de estas válvulas. Están diseñadas para varios otros usos, además de su aplicación en tanques recibidores. Cuando se instalan adecuadamente, proporcionan acceso al sistema para servicio. Se fabrican de doble asiento, igual que las de compresor, y con asiento sencillo.



Figura 56. Válvulas de servicio de ángulo, de asiento sencillo y doble asiento.

En la figura 57, se muestran dibujos ilustrando las partes internas de una válvula de ángulo con asiento sencillo, y otra de doble asiento, respectivamente.

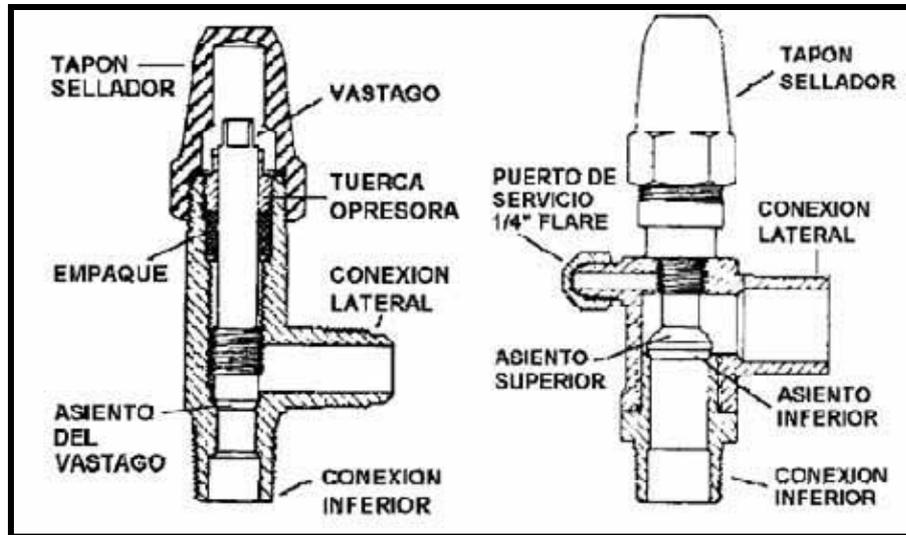


Figura 57. Válvula de ángulo de asiento sencillo y válvula de ángulo de doble asiento.

Los materiales con que se fabrican los cuerpos de estas válvulas son variados; los hay de latón forjado, fierro forjado, maquinados de barra de latón o de acero. Generalmente son del tipo empacado.

La aplicación principal de este tipo de válvulas, es en tanques recibidores de refrigerante líquido, los cuales llevan dos de estas válvulas. Una va ubicada sobre el tanque, después del condensador (válvula de entrada), y la otra se ubica sobre el recibidor, antes de la línea de líquido (válvula de salida). Estas dos válvulas permiten al técnico desconectar el tanque recibidor del sistema, cargar refrigerante en forma líquida, coleccionar todo el refrigerante del sistema en el recibidor (pump down), etc. Algunos recibidores están equipados con una sola válvula de servicio, la de salida, con la entrada en forma de una conexión ordinaria de codo.

4.4.3.3.3. Válvulas de Acceso.

Los sistemas de refrigeración herméticos, también conocidos como unidades selladas, normalmente no tienen válvulas de servicio en el compresor. En su lugar, tienen un tubo de proceso o de servicio, al cual se le puede instalar una conexión o válvula de acceso para operaciones de servicio. Generalmente, estas válvulas se retiran cuando se ha completado el trabajo o servicio.

Las válvulas de acceso en los sistemas herméticos tienen varios propósitos:

- Para medir la presión interna.

- Para cargar o descargar refrigerante.
- Para agregar aceite.
- Para evacuar el sistema.

Las válvulas de acceso más comúnmente utilizadas en los sistemas de refrigeración, son las de pivote o válvulas de núcleo. Este tipo de válvulas son similares a las que se usan en las llantas de los automóviles, como la que se muestra en la figura 59.

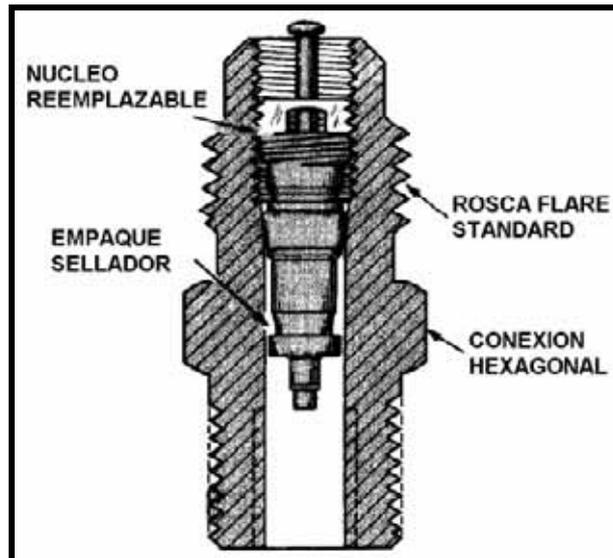


Figura 58. Válvula de acceso de pivote.

Normalmente, el cuerpo de este tipo de válvulas se fabrica de barra hexagonal de latón, aunque también se hacen de acero o aluminio. El núcleo es de acero y el empaque es de material compatible con los refrigerantes y el aceite.

4.4.3.3.4. Cajas de Empaquetaduras.

En las válvulas con empaquetaduras, éste es el término general que abarca todas las partes requeridas para sellar el vástago y evitar fugas de refrigerante. Se utilizan varios arreglos para sellar el vástago. En la figura 59 se muestran las tres variaciones de caja de empaquetaduras más comunes. Dos se pueden llamar empaques convencionales, mientras que una utiliza sellos a base de anillos "O".

Los empaques se pueden fabricar de una amplia variedad de materiales: asbestos grafitados, asbestos impregnados de teflón, trenza de teflón, teflón, etc. Los anillos "O" y empaques de hule se han llegado a utilizar también como material de empaque.

En las válvulas de paso sin empaques (tipo diafragma), el vástago no va empacado, ya que el sello contra fugas lo hacen los diafragmas, mismos que a su vez sirven para transmitir el movimiento al disco del asiento, para que abra o cierre la válvula.

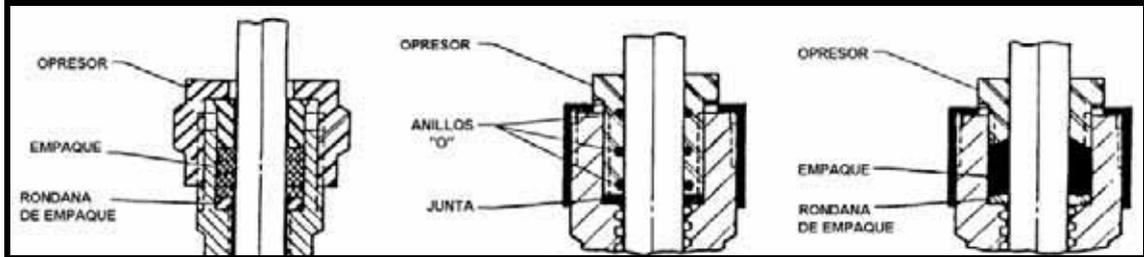


Figura 59. Diferentes tipos de cajas de empaquetaduras.

4.4.3.3.5. Conexión.

Este es un término general que designa cómo se va a fijar la válvula a la tubería del sistema. Estas configuraciones varían con el diseño de la válvula. En la figura 60 se muestran diferentes tipos de configuraciones de conexiones, tanto para refrigerantes halogenados, como para amoníaco.

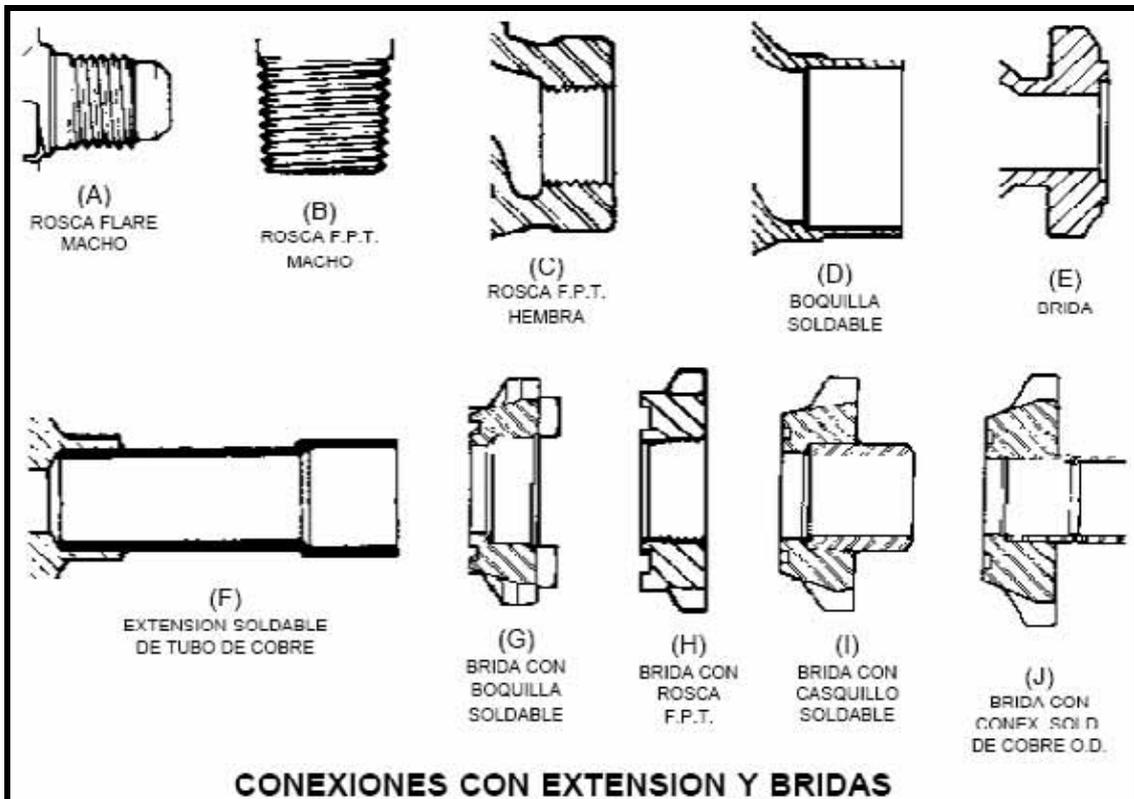


Figura 60. Diferentes tipos de conexiones de válvulas de paso.

Las conexiones integrales son las que llevan maquinados los extremos del cuerpo de la válvula, figura 61 A, B, C, D, y E. En esta última, a la conexión para brida se le pueden unir bridas removibles por medio de tornillos y tuercas, figura 61 G, H, I y J. Las extensiones soldables de tubo de cobre, se utilizan generalmente en válvulas de paso soldables, en las que un exceso de calor pudiera dañar alguna de las partes internas (figura 60 F).

Las válvulas de paso convencionales pueden ser de diseño integral o con bridas. La gran mayoría de válvulas de paso son de globo. Donde sea posible y lo permita la configuración de la tubería, se puede usar una válvula angular. El tipo de válvula de ángulo recto ofrece menos resistencia al flujo (menor caída de presión).

4.4.4. Válvula Solenoide.

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples.

La válvula de solenoide es una válvula que se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Una válvula solenoide se compone de dos partes interdependientes: la válvula y la bobina solenoide.

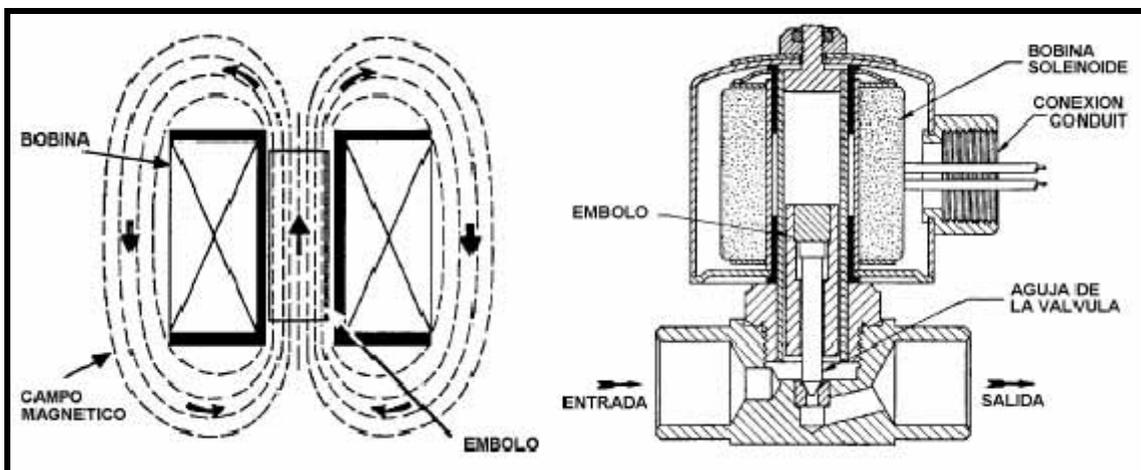


Figura 61. Válvula de solenoide típica de acción directa, normalmente cerrada de dos vías.

Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la bobina esta actúa como un electroimán poderoso, formando un campo magnético capaz de atraer hacia sí un émbolo móvil de hierro, que es el vástago de la válvula, para que pueda abrir.

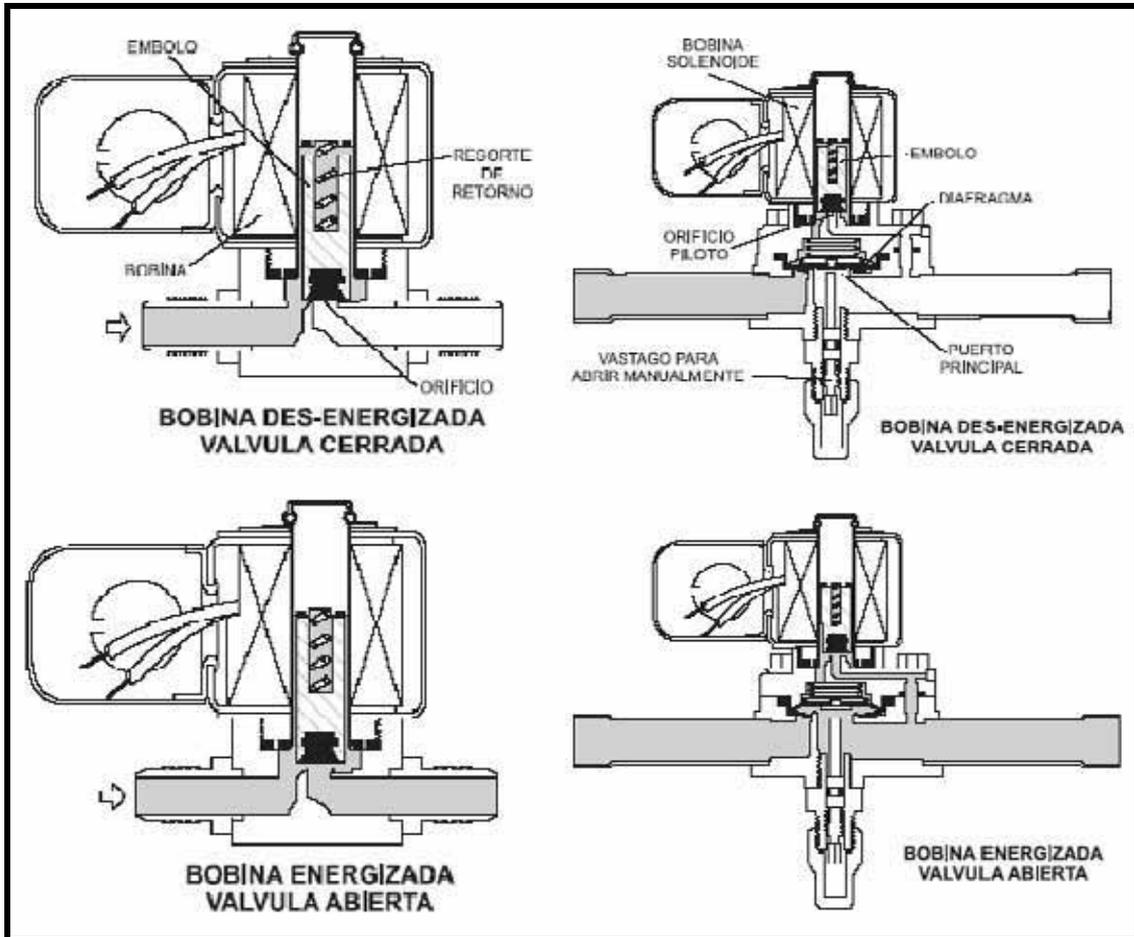


Figura 62. Válvula solenoide.

4.5 UNIDAD EVAPORADORA.

Un evaporador de un sistema de refrigeración es un intercambiador de calor en el que el calor pasa desde la sustancia que se va a enfriar hasta el refrigerante en ebullición. El fin de un sistema de refrigeración es absorber calor del aire, agua o cualquier otra sustancia.

Existen diferentes formas de clasificar los evaporadores. Pueden clasificarse como de "circulación forzada" o de "circulación natural", dependiendo de que un ventilador o una bomba obligue al fluido que se va a enfriar, a moverse hacia las superficies de transferencia del calor, o que el líquido circule naturalmente debido a las diferencias de densidad entre el fluido caliente y el frío.

Otra distinción que también puede hacerse es entre evaporador inundado o seco. Se dice que un evaporador es inundado, cuando el líquido refrigerante cubre todas las superficies de transmisión del calor, y se llama seco cuando una porción de las superficies del evaporador se usa para recalentar el refrigerante.

En los evaporadores inundados la transmisión de calor es uniforme, en los secos es una mezcla de gas y líquido pulverizado.

Cuando el líquido entra en el evaporador a través del elemento de expansión una parte se evapora (30%) para enfriarse a si mismo, el resto va robando calor al exterior y va evaporándose a medida que atraviesa al evaporador.

La presión y la temperatura se mantienen constantes siempre que por el evaporador circule líquido, en el momento que se halla evaporado todo, si el refrigerante sigue robando calor del exterior, obtendremos gas recalentado o recalentamiento.

Una vez que el refrigerante sale del evaporador se aísla la tubería de aspiración para evitar más recalentamiento.

4.5.1. Evaporador de Serpentin.

Se compone de un serpentín (parecido al del condensador) en el que se evapora el refrigerante. Se emplea en depósitos de líquidos y como sistema de refrigeración en las cámaras de baja temperatura.

4.5.2. Evaporador de Aletas.

Es igual al de serpentín, pero con aletas acopladas para aumentar la superficie. Este evaporador se emplea especialmente para la refrigeración de aire.

4.5.3. Evaporador de Láminas.

El evaporador de láminas, al contrario que el de aletas, posee láminas sueltas.

Dando una forma adecuada a las láminas se asegura una transmisión regular del calor, una buena circulación del aire y una fácil descongelación.

4.5.4. Evaporadores de Placas.

Con el fin de aumentar la superficie de evaporación, los tubos conductores de refrigerante llevan adosados placas.

4.5.5. Evaporador de Tubos Rectos.

El evaporador de tubos rectos se emplea para refrigeración de líquidos y trabaja inundado. El evaporador circula un medio transportador de frío. El evaporador se compone de dos tubos principales, uno superior y otro inferior, unidos por tubos verticales. Entre los dos tubos principales se encuentran unos tubos más gruesos (tubos de caída) que tienen la misión de devolver el refrigerante líquido arrastrado por el vapor.

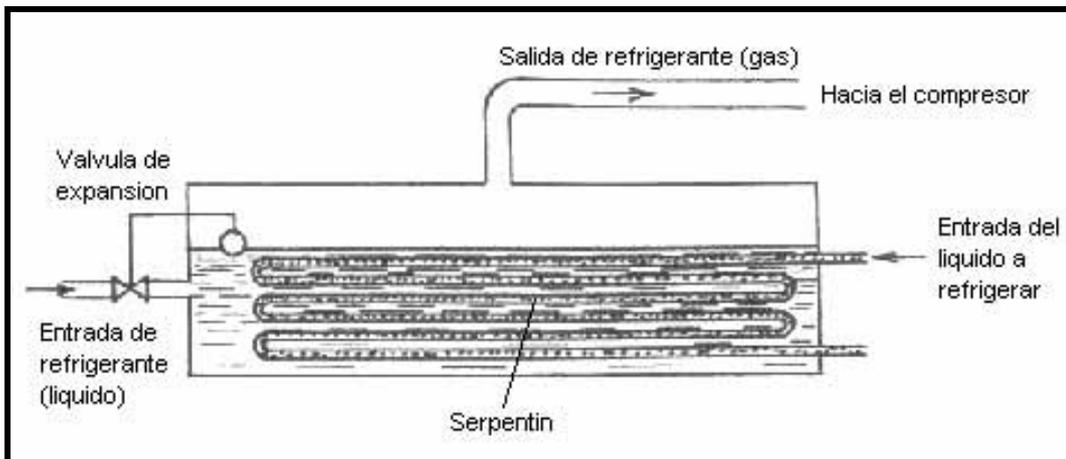


Figura 63. Evaporador de tubos rectos.

4.5.6. Evaporador de Haz de Tubos.

Este evaporador se emplea para refrigeración de líquidos y trabaja inundado. Consiste una gran caldera, donde se evapora el refrigerante.

En el interior de la caldera se encuentran los tubos por los que circula el medio portador de calor.

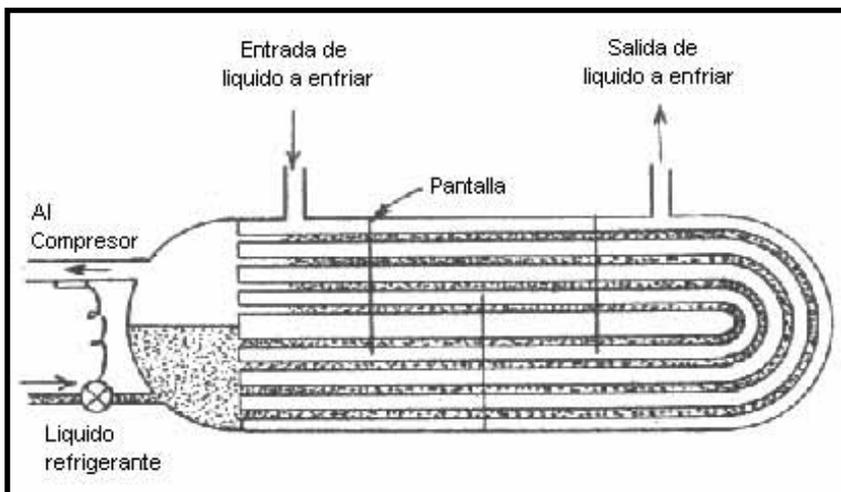


Figura 64. Evaporador de haz de tubos.

4.6 ACCESORIOS Y TUBERIAS.

Se considera generalmente como componentes principales de una planta de refrigeración el compresor, condensador, válvula de expansión, evaporador y el refrigerante. Sin embargo, de igual importancia son los accesorios y la tubería. La tubería conduce al refrigerante desde un componente del sistema al siguiente. El término accesorio se aplicará aquí a los dispositivos que son esenciales para el buen funcionamiento o mejoran el rendimiento del sistema de refrigeración.

4.6.1. Presostatos.

Los presostatos tienen la misión de regular las instalaciones frigoríficas en función de la presión del evaporador. Se trata, por tanto, de un interruptor eléctrico que es accionado por la presión del evaporador. Si la presión del evaporador ha descendido por debajo de la presión ajustada en el presostato, se interrumpe la corriente. Si la presión sube hasta el valor de conexión ajustado, se cierra de nuevo el circuito, con lo que el compresor se desconecta o conecta.

Los presostatos se montan preferentemente en los compresores, uniendo el racor del presostato con la tubería de aspiración por medio de un tubo.

Los presostatos pueden ser de baja presión, de alta presión o combinados de baja y alta presión.

4.6.1.1. Presostatos de Baja Presión (Regulación).

Como su nombre lo indica, actúan de acuerdo con los cambios naturales de presión en el lado de baja del sistema.

El presostato de baja presión regula el funcionamiento del compresor. Que actúa sobre el fuelle es la presión del sistema que reina en el evaporador y el cárter del compresor.

Durante el período de marcha se produce la disminución progresiva de la temperatura y de la presión en el evaporador, y durante el de parada una elevación de esta presión. Como sea que el presostato se halla conectado a esta parte del circuito, responde a todas las variaciones que se produzcan.

Los puntos de ruptura y de conexión se determinan por las presiones correspondientes a las temperaturas mínima y máxima deseadas en el lado de baja presión del sistema.

La duración de los ciclos de funcionamiento o de paro depende de diferentes factores, entre los cuales se encuentran:

- La diferencia de temperaturas en el interior y el exterior de la cámara frigorífica.
- El aislamiento de la cámara.
- La naturaleza del servicio.
- El estado mecánico del compresor.
- La carga del fluido, el reglaje de la instalación, etc.

Todos estos factores tienen una influencia directa sobre estas presiones.

Los presostatos de baja presión pueden emplearse como control de seguridad para evitar que el sistema trabaje en depresión (vacío).

4.6.1.2. Presostato de Alta Presión (Seguridad).

Como su nombre lo indica, actúan de acuerdo con los cambios de presión en el lado de alta presión del sistema.

Estos presostatos detienen la marcha del grupo, motivados por el alza de la presión de descarga por encima de la normal, y vuelven a ponerlo en marcha cuando esta presión ha descendido a un valor predeterminado. Su instalación se recomienda en todos los circuitos en que una alta presión anormal pondría en peligro el compresor o el motor. Son indispensables en los grupos con condensación por agua, ya que, en caso de insuficiencia o falta total de agua al condensador, la sobrepresión de descarga es de todo punto inevitable.

4.6.1.3. Presostato de Alta y Baja Presión.

Estos presostatos combinan las funciones de un control de límite de alta y uno de baja presión en una misma unidad. Sus reglajes respectivos son totalmente diferentes e independientes, aunque trabajan sobre un dispositivo común de ruptura, uno para la regulación del compresor y el otro para la seguridad. El sistema de baja presión va conectado al cárter del compresor, y el de alta presión lo está con la cabeza del cilindro.

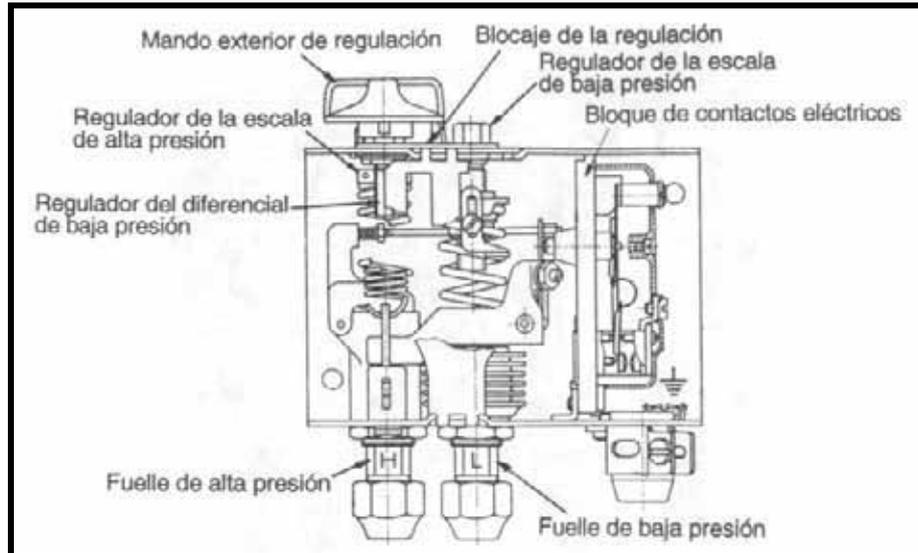


Figura 65. Mecanismo de un presostato de alta y baja presión.

4.6.1.4. Presostato Diferencial de Aceite.

El circuito de engrase de los compresores que emplean el sistema de engrase por circulación forzada de aceite a través de una bomba, está normalmente controlado por un presostato diferencial de aceite, el cual está destinado a proteger el compresor en caso de que la presión del aceite lubricante siga fija o descienda por debajo de un valor nominal fijado previamente como mínimo, evitando de esta forma toda avería que pudiera producirse por falta de lubricación adecuada.

El presostato diferencial de aceite revisa la presión efectiva de aceite en los compresores lubricados por presión. Si existe una presión de aceite inadecuada, se energiza un retardador. Si la presión de aceite no se recupera a un nivel seguro dentro del ajuste del retardador de tiempo, se cortará el suministro de corriente al compresor, parándolo.

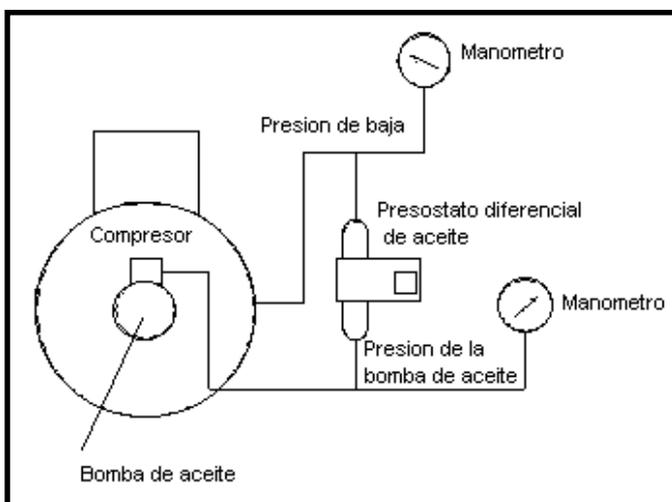


Figura 66. Ubicación del presostato diferencial de aceite.

El presostato tiene dos entradas, una que va conectada a la parte de baja del compresor y la otra a la salida de la bomba de aceite.

La presión con la que trabaja la bomba es la diferencia entre la presión de baja y la que obtenemos a la salida de la bomba.

Si las dos presiones fueran iguales significa que la bomba no funciona y para el compresor.

El presostato tiene un retardo ya que la bomba aparte de aceite, también recoge refrigerante que al comprimirlo se evapora, esto provoca que se igualen las presiones y haría saltar el presostato.

4.6.2. Manómetros.

Los manómetros son aparatos destinados a medir presiones. Los aparatos destinados a medir sobrepresiones se llaman manómetros y los destinados a medir presiones inferiores a la normal se llaman vacuómetros. Si el aparato puede efectuar las dos mediciones se llama manovacuómetro.

4.6.3. Termostatos.

Son los aparatos destinados a abrir y cerrar un circuito eléctrico bajo la acción de una variación de temperatura.

La regulación se caracteriza por la diferencia entre las temperaturas de conexión y desconexión del termostato, cuya sensibilidad se traduce por la diferencia mínima que se puede obtener. Los termostatos se clasifican en tres categorías

4.6.3.1. Termostatos de Evaporadores.

Los termostatos de evaporador, son aparatos eléctricos de desconexión, que al variar la temperatura del elemento sensible ponen en marcha un proceso de desconexión. El circuito de corriente es interrumpido o cerrado por el termostato cuando la temperatura del elemento sensible ha bajado o subido hasta un valor determinado. El grupo compresor se para o pone en marcha de acuerdo con el proceso indicado.

Estos se emplean en particular para la regulación de los refrigeradores domésticos, comerciales y enfriadores de líquido.

Los termostatos para evaporadores se montan preferentemente en el aislamiento de las paredes del frigorífico.

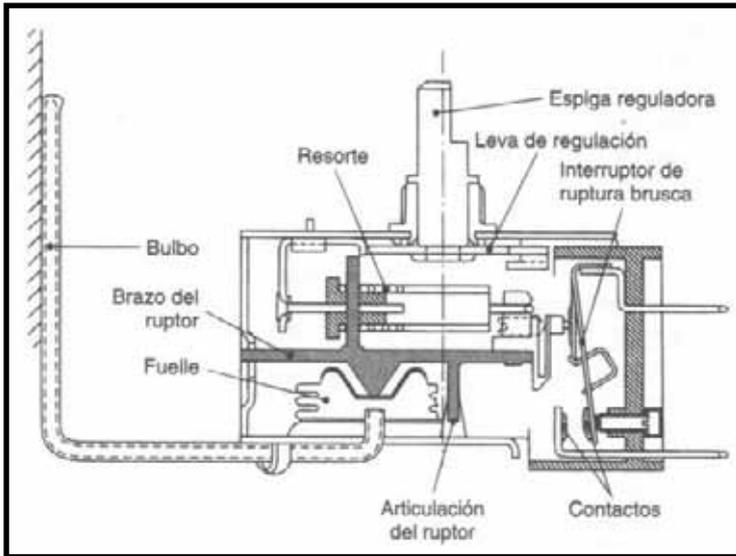


Figura 67. Termostato de evaporador.

4.6.3.2. Termostatos de Ambiente.

Se colocan (el elemento sensible) en el interior de la cámara frigorífica. Pueden ser con bimetal o por tensión de vapor (con bulbo capilar).

Cualquiera que sea el tipo de termostato, el elemento sensible debe ubicarse siempre en la corriente de aire en movimiento (convección). No debe instalarse cerca de la puerta de la cámara, donde podría estar influido por las corrientes de aire caliente en las aperturas. Debe evitarse el emplazamiento del elemento sensible en la caída de aire frío del evaporador.

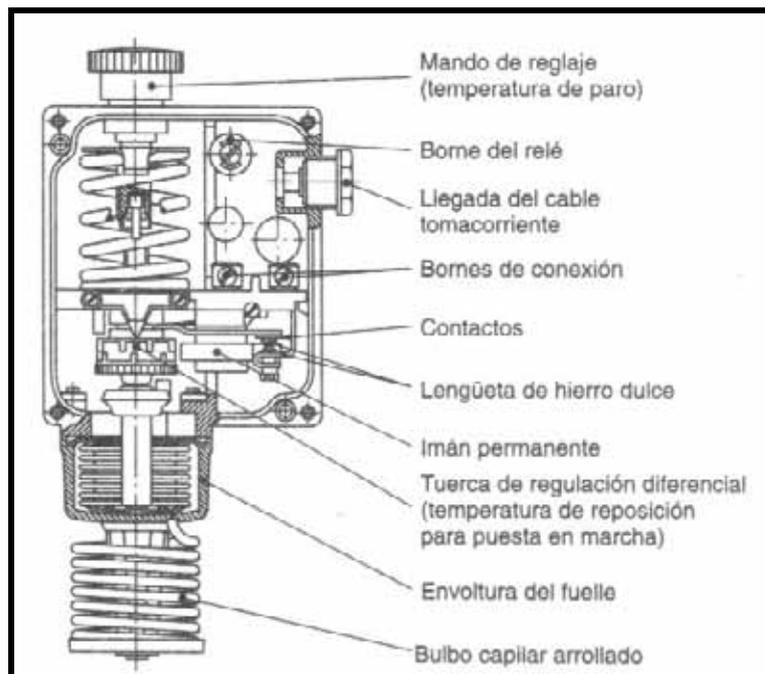


Figura 68. Termostato de ambiente con bulbo capilar arrollado.

4.6.3.3. Termostatos de Líquido.

Estos termostatos tienen la misma misión que los de ambiente con bulbo y capilar, estos desconectan la instalación en función de la temperatura del líquido o de la salmuera. El elemento sensible de estos termostatos se sumerge en el líquido y se fija en esa posición. También puede regularse la temperatura de los baños de líquido, con termostatos cuyo elemento sensible tiene la forma de tubo sumergido en el baño, que funciona por dilatación de un líquido en su interior (generalmente alcohol).

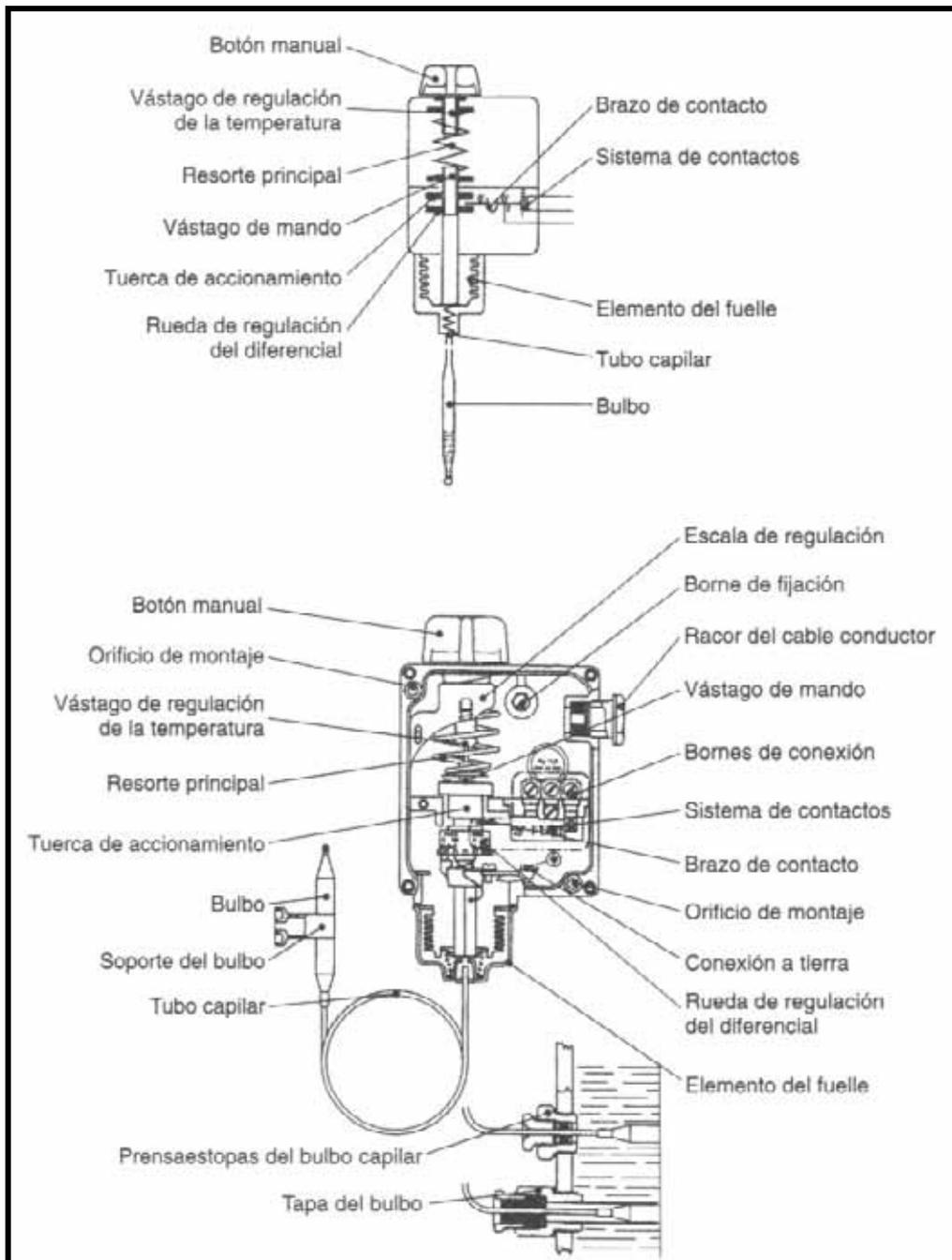


Figura 69. Termostato con bulbo y tubo capilar.

4.6.3.4. Termómetros de Contacto.

Este es la unión del termostato y el termómetro. Con la ayuda de los contactos se pueden ajustar las temperaturas de desconexión y de conexión, de forma que el compresor se conecte al alcanzar esta temperatura.

Además, en el aparato puede leerse en todo momento la temperatura de la cámara de refrigeración o del líquido.

4.6.4. Separador de Aceite.

La forma más común para reducir el aceite en circulación y los problemas que éste conlleva dentro del sistema, es mediante el uso de un dispositivo auxiliar llamado separador de aceite. Este es un dispositivo diseñado para separar el aceite lubricante que arrastra el refrigerante, vaporizado durante la compresión de este, y regresarlo al cárter del compresor antes que llegue a otros componentes del sistema.

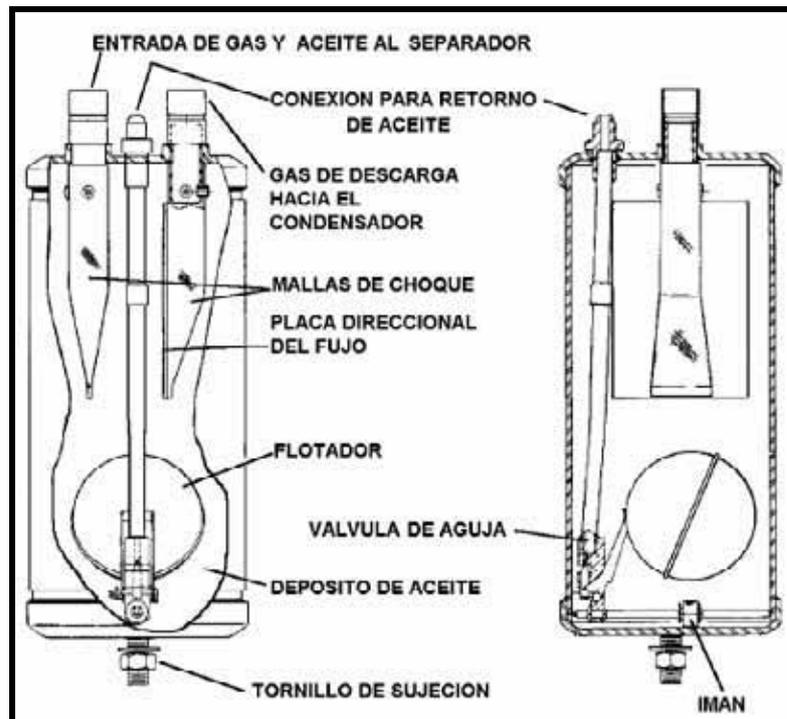


Figura 70. Partes internas de un separador de aceite.

Cuando el compresor funciona, descarga refrigerante en forma de gas con algo de aceite atomizado. Pequeñas cantidades de aceite en circulación dentro del sistema de refrigeración no afectan el funcionamiento; pero si es mucho, éste interfiere en el funcionamiento adecuado del sistema y sus componentes.

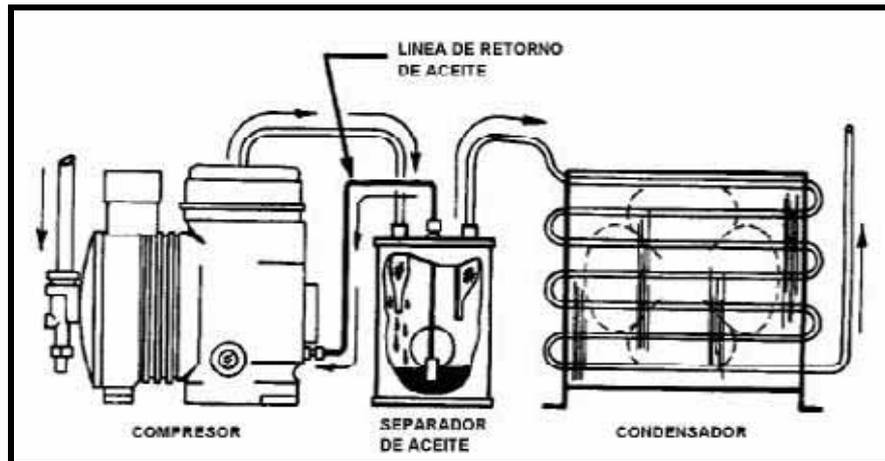


Figura 71. Ubicación del separador de aceite.

La correcta lubricación del compresor depende de varios factores, siendo uno de ellos mantener el nivel de aceite dentro del cárter. Para mantener el nivel de aceite en el compresor hay que asegurarse de que la misma cantidad de aceite que sale es la que regresa.

4.6.5. Indicador de Líquido y Humedad.

Es un dispositivo de metal con una mirilla de vidrio, que permite observar la condición del refrigerante.

El indicador de líquido y humedad, es una herramienta de mantenimiento preventivo. Este elimina la incertidumbre de que el contenido de humedad del sistema pueda estar abajo de un nivel seguro, o lo suficientemente alto para causar problemas. También indica si falta refrigerante al sistema o si hay alguna caída de presión en la línea de líquido.

La función más importante de un indicador de líquido y humedad, es revelar la presencia de exceso de humedad en el refrigerante, el cual puede ser nocivo para el dispositivo de expansión y al sistema completo.

La otra función, es observar a través del cristal el paso de refrigerante, el cual debe estar totalmente líquido.

Para indicar la humedad, cuentan con un elemento indicador. Este elemento sensor de humedad, consiste generalmente de un papel filtro poroso impregnado con una sal anhidra de cobalto. Esta sal es única, ya que tiene la capacidad de cambiar de color en presencia o ausencia de pequeñas cantidades de humedad. El cambio de color es reversible y si el color verde que señala la sequedad del fluido cambia a amarillo significa que hay una cantidad anormal de agua en el fluido. Este elemento está

protegido contra aceite, lodo y suciedad, para que no pierda su propiedad; sin embargo, un exceso de humedad o una temperatura alta, pueden decolorarlo o dañarlo permanentemente. También, un exceso de aceite en el sistema, puede cambiar el color del elemento al color del aceite. El elemento indicador está calibrado para que cambie de color, de acuerdo con lo que se consideran niveles seguros o inseguros de humedad.

Tabla 4.1. Cantidad de agua en ppm bajo las cuales cambia el color de las pastillas.

Fluido refrigerante.	Contenido de Agua (mg H ₂ O/Kg Fluido)		
	Verde (seco)	Cambio de color	Amarillo (húmedo)
R12	máx. 15	15-35	mín. 35
R22	máx. 60	60-125	mín. 125
R502	máx. 30		



Figura 72. Indicador de líquido y humedad.

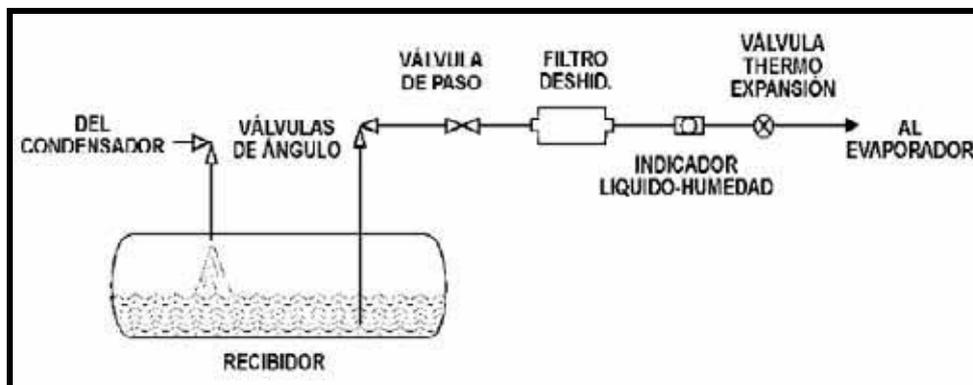


Figura 73. Ubicación más usual de un indicador de líquido y humedad.

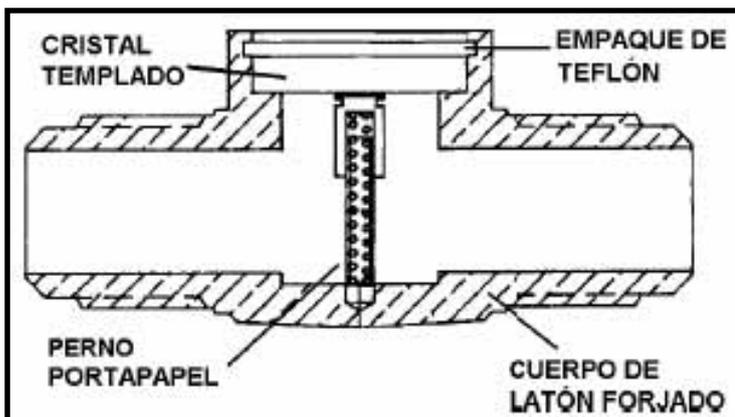


Figura 74. Corte de un indicador de líquido y humedad mostrando el perno porta papel.

4.6.6. Intercambiador de Calor.

Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir de manera eficiente el calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera sólida o que se encuentren en contacto. Este permite un mejor rendimiento de una instalación frigorífica, al subenfriar el líquido que admite la válvula de expansión. El intercambiador de calor subenfía al líquido que sale del condensador utilizando vapor procedente del evaporador.

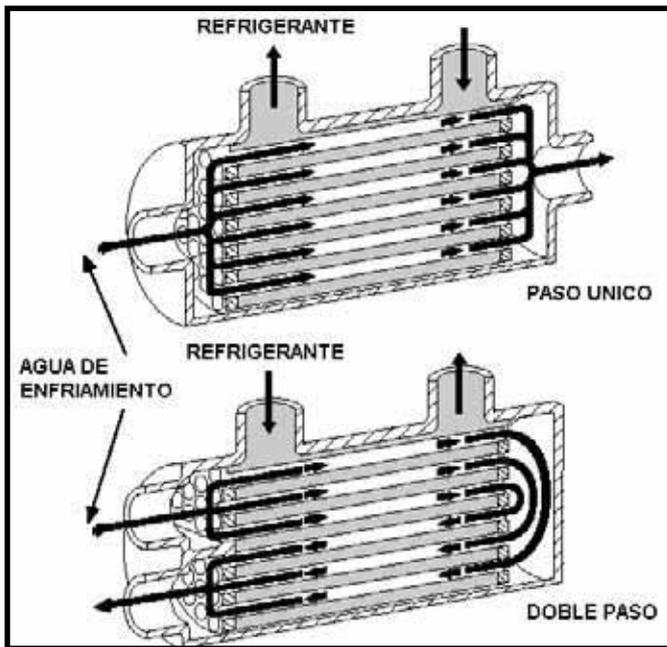


Figura 75. Intercambiado de calor.

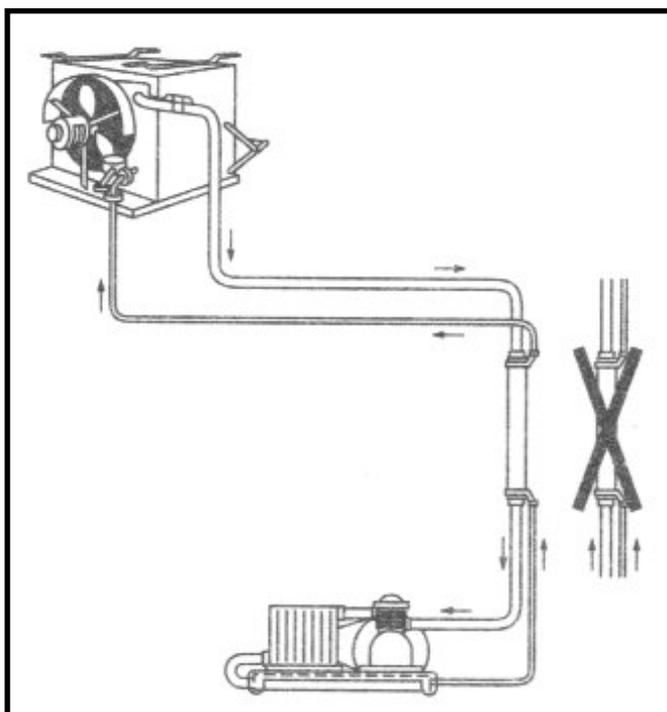


Figura 76. Intercambiado de calor en el circuito de refrigeración.

El intercambiador de calor se monta lo más cercano al evaporador, después del bulbo de la válvula de expansión. El intercambiador simplemente pone en contacto la tubería de aspiración y la de líquido a contracorriente de manera que incrementamos el recalentamiento y el subenfriamiento.

4.6.7. Recipientes de Líquido.

Los recipientes (depósitos o botellas) de líquido, reciben el refrigerante líquido que viene del condensador. Estos depósitos tienen las dimensiones que les permitan contener la mayor parte de la carga de fluido de la instalación.

Estos depósitos de refrigerantes, que van conectados al condensador, almacenan al refrigerante y desde allí suministran el líquido al evaporador a través de la válvula de expansión de manera permanente. Con la ayuda del tubo interno sumergible es un compensador de líquido, alimenta la válvula de manera permanente, es un buen recuperador de líquido en caso de intervención. Carga una capacidad de líquido suficiente para mantener un buen funcionamiento de la instalación, se exige como mínimo una de carga es de 1,25 veces el volumen del mayor evaporador que exista en la instalación. También este recipiente debe soportar una presión determinada, que va a depender del refrigerante en la instalación. En las instalaciones de R-22, R-502 y R-717 el recipiente debe soportar una presión de 21 atm, con una presión de seguridad de 33 atm.

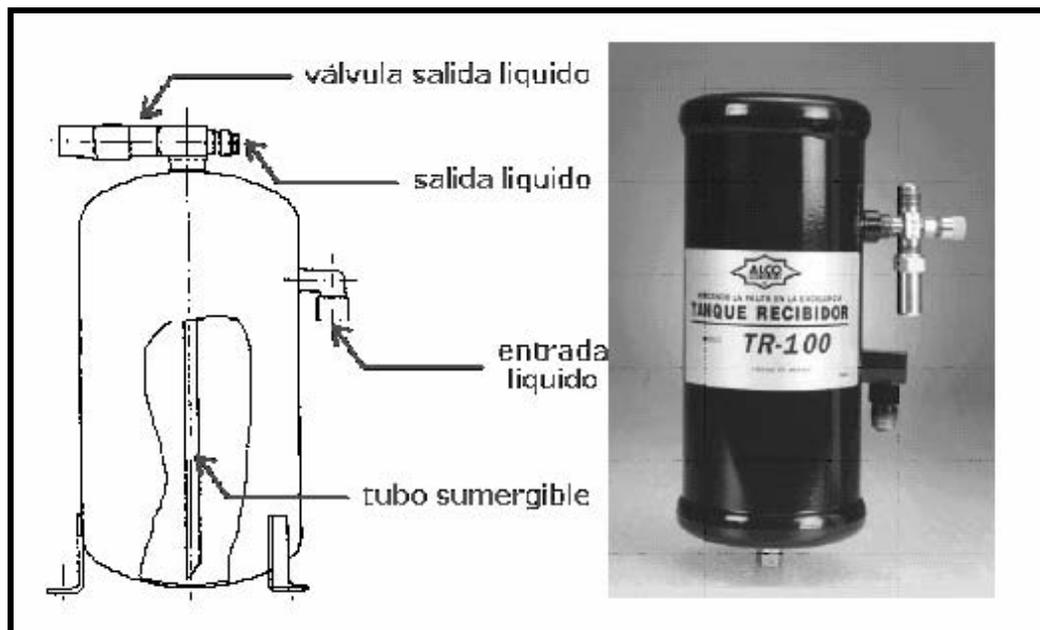


Figura 77. Recipiente de líquido.

Estos depósitos se emplean en los tipos de compresores con condensador refrigerados por aire o agua, y en los modelos de contracorriente. En los condensadores de agua del tipo de inmersión o multitubulares, el propio condensador hace de depósito de líquido.

4.6.8. Filtro Deshidratador.

Un filtro deshidratador es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración. Este está diseñado para mantener seca la mezcla de refrigerante y aceite, adsorbiendo los contaminantes líquidos disueltos, tales como humedad y ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite.

El uso de los filtros deshidratadores en los sistemas de refrigeración, es la mejor manera de proteger los componentes en el muy probable caso de que estos contaminantes estuvieran presentes en el sistema, ya que la válvula de termo expansión, el tubo capilar y el compresor, son los componentes más afectados por los contaminantes.

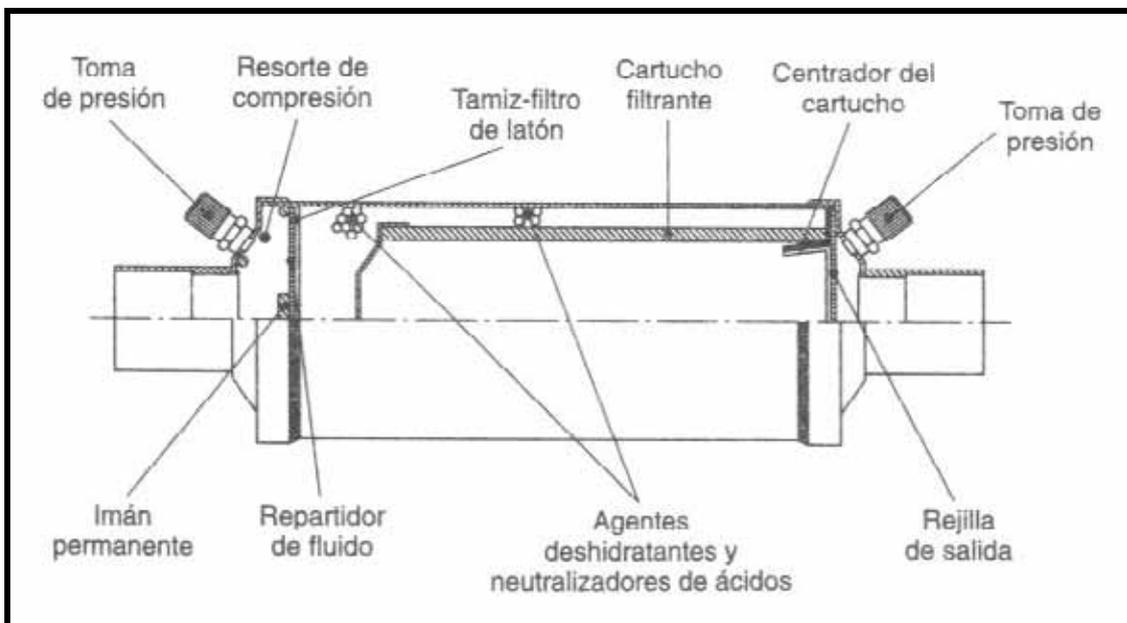


Figura 78. Filtro deshidratador.

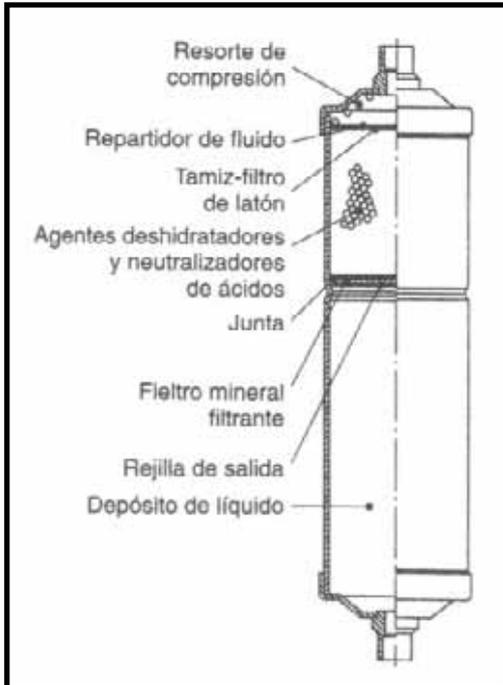


Figura 79. Filtro deshidratador.

4.6.9. Acumuladores de Succión o Separador de Líquido.

Un acumulador de succión es un recipiente a presión, diseñado para evitar daños al compresor a causa del regreso del refrigerante o aceite líquido, los cuales pueden llegar por la línea de succión hacia el compresor. Un acumulador de succión es un depósito temporal para retener el exceso de esta mezcla de aceite y refrigerante líquido, para posteriormente enviarla en forma de gas, a una proporción que el compresor pueda manejar de manera segura.

Los acumuladores de succión están diseñados para retener un porcentaje de la carga total de refrigerante del sistema, evitando además el golpe de líquido y la dilución excesiva del aceite del compresor.

El retorno de refrigerante y aceite debe hacerse a una proporción suficiente, para asegurar que se mantengan tanto la eficiencia de operación del sistema, como el nivel adecuado de aceite en el cárter.

El tipo más sencillo de acumulador, es un recipiente que colecta refrigerante líquido, lo retiene hasta que se evapora y lo regresa en forma natural.

En la figura 80-A, se muestra un acumulador vertical de tubo en "U". Con este tipo de acumuladores bajo operación normal, el vapor de refrigerante entra al acumulador, pasa a través del tubo en "U" y sale del acumulador hacia la succión del compresor. Si existe refrigerante líquido en la línea de succión, al entrar al acumulador, las gotas más pesadas caen al fondo aumentando el nivel del líquido.

Cuando se ha acumulado refrigerante líquido o aceite, estos son regresados al compresor de la siguiente manera: en la parte baja del tubo en «U» está el orificio por donde el refrigerante líquido y el aceite entran al tubo. La diferencia de presiones entre la entrada del tubo en «U» y el orificio de medición, además de la presión estática del líquido, permiten que pase el líquido en una cantidad controlada a través del orificio. Dentro del tubo, el gas circula a gran velocidad y arrastra consigo el líquido, en una proporción que no causa daño al compresor.

Cerca de la salida tiene otro orificio, el cual sirve para evitar el efecto sifón del líquido que se va acumulando, sobre todo en los ciclos en que está parado el compresor. El tapón fusible sirve para evitar cualquier posibilidad de explosión a causa de un aumento de temperatura o presión.

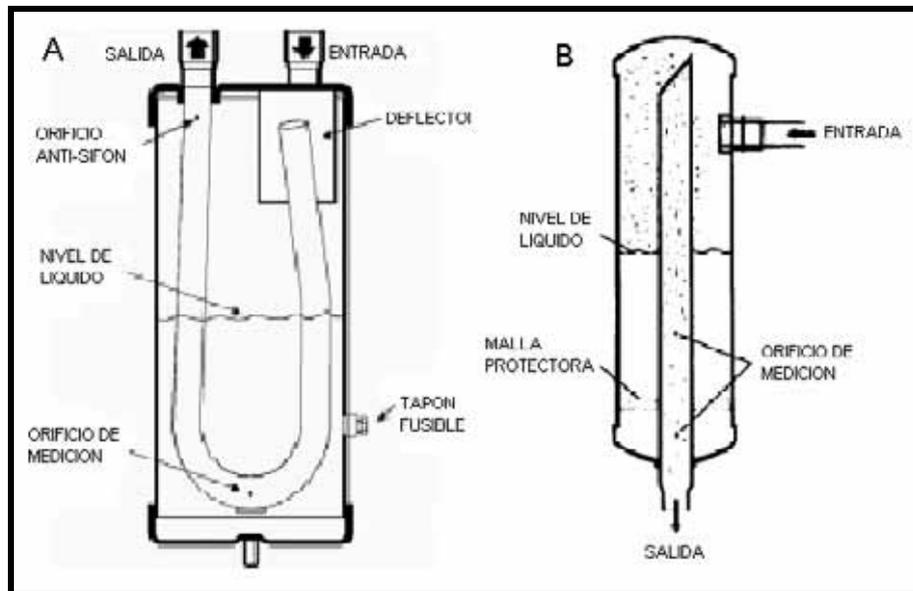


Figura 80. Acumulador del tipo de tubo en "U y acumulador de tubo vertical.

En la figura 80-B se muestra un acumulador de tipo con tubo vertical. Su característica principal es que tiene la caída de presión interna más baja.

La conexión de entrada del refrigerante es lateral y está en un punto por abajo del borde del tubo, para que el líquido que entre al acumulador no caiga directamente a la entrada del tubo. El vapor por ser más ligero, tiende a concentrarse en la parte superior, donde es succionado por el compresor, reduciendo la presión dentro del tubo. La diferencia de presión provoca que el refrigerante líquido y el aceite pasen hacia el interior del tubo, en una proporción controlada, y sean arrastrados por el vapor de refrigerante hacia el compresor.

Cerca del fondo del acumulador se coloca una malla, para evitar que las partículas extrañas lleguen al compresor o que tapen el orificio de medición.

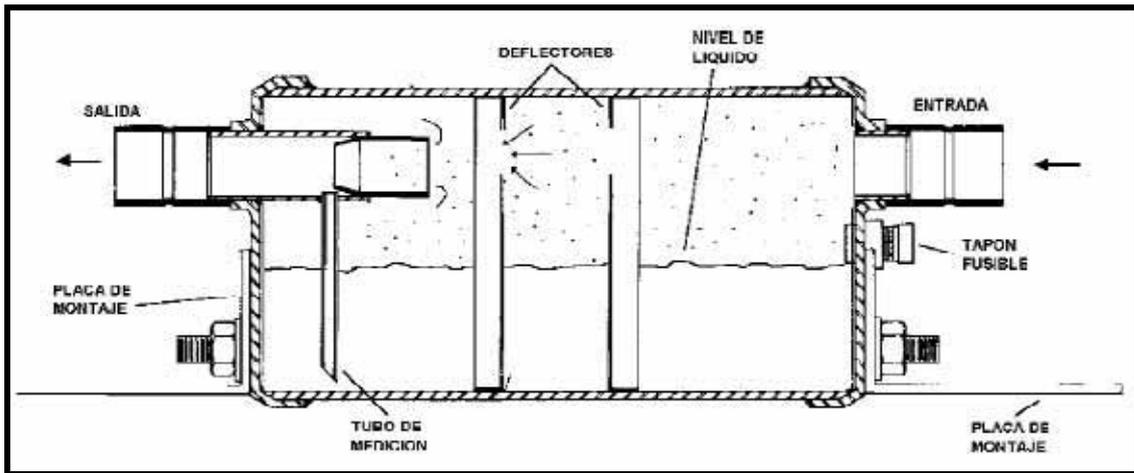


Figura 81. Acumulador tipo horizontal.

Otro tipo de acumulador es el horizontal, como se muestra en la figura 81. Este acumulador tiene dos placas deflectoras, para evitar que el refrigerante líquido se vaya directamente a la salida. El refrigerante y el aceite líquidos chocan contra los deflectores y escurren al fondo, el gas por ser más ligero, pasa por los orificios superiores de los deflectores y sigue su paso hacia la salida. Este acumulador tiene un dispositivo de medición en la salida, el cual remueve el aceite y el refrigerante acumulados; estos salen en forma de niebla sólo cuando el compresor está en operación, para evitar que se vaya el líquido al compresor cuando no esté funcionando.

La mayor parte del líquido se evapora y regresa al compresor, gracias a que la inundación no ocurre todo el tiempo. Tarde o temprano, la válvula de expansión o los sistemas de tubo capilar, retoman el control del flujo de líquido, y el gas sobrecalentado entra al acumulador calentando el líquido. El vapor resultante regresa al compresor. Probablemente, la mayor parte del líquido se evapore por el gas sobrecalentado, regresando de esa manera.

Para que sea eficaz, el acumulador deberá tener una capacidad de retención adecuada. La retención puede variar entre un sistema y otro; sin embargo, la regla general en la industria es, que no sea menor al 50% de la carga total del sistema. El único tamaño de acumulador que puede garantizarse al 100%, es uno que sea lo suficientemente grande para retener la carga completa del sistema. También se debe tomar en cuenta la capacidad del acumulador para funcionar sin provocar una excesiva caída de presión en el sistema. Finalmente un acumulador debe ser capaz de regresar líquido a una proporción adecuada bajo diferentes condiciones de carga.

4.6.10. Torre de Enfriamiento.

La torre de enfriamiento tiene la misión de mantener el agua caliente el mayor tiempo posible en contacto con el aire para enfriarla.

El aire puede circular por circulación natural o por ventiladores que soplan o aspiran el aire a través de la torre. Se dispone de una gran superficie de agua por que se la pulveriza mediante toberas o se la hace salpicar al caer en la torre de una bandeja a otra.

El proceso de transmisión de calor en una torre de enfriamiento consiste en una transmisión de calor del agua al aire no saturado.

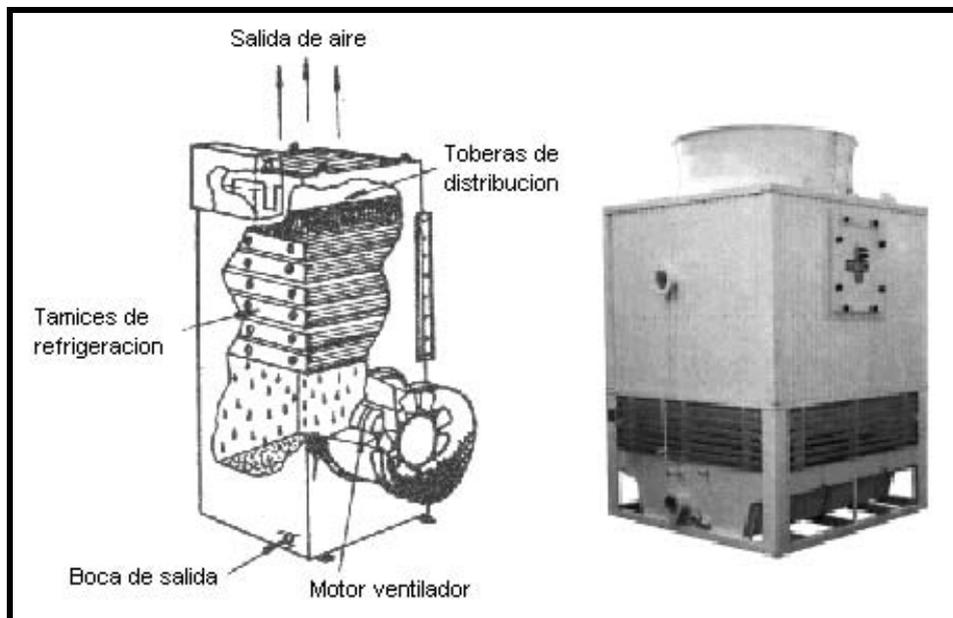


Figura 82. Torre de enfriamiento.

4.6.11. Bombas.

La misión de las bombas es impulsar el líquido, dadas una diferencia de altura y presión. Se emplean en las instalaciones de refrigeración bajo la forma de bombas de agua de refrigeración.

4.6.12. Tuberías.

Las tuberías que conectan los principales componentes de un sistema de refrigeración son; la conducción de admisión entre el evaporador y el compresor, la conducción de descarga o escape entre el compresor y el condensador, y la conducción

de líquido entre el condensador y la válvula de expansión. La conexión entre la válvula de expansión y el evaporador es normalmente corta que carece de interés considerarla.

En orden de importancia, el dimensionado de la conducción de admisión requiere la máxima atención, a continuación la conducción de descarga, y por último la conducción de líquido.

Las tuberías utilizadas en refrigeración, son de cobre a diferencia de las que se usa para otros fines, se utilizan limpias de impurezas y cerrado por los dos extremos.

Se puede encontrar en rollos o en barras:

- El que va en rollos se denomina recocido, esta clase de tubo permite ser doblado y suele venir en rollos de 25 m. Estos tubos no deben estirarse o curvarse más de lo necesario ya que se endurecerá.
- El que va en barras se denomina estirado, no tiene ductilidad por lo tanto no se puede doblar, se utiliza sólo en tramos rectos.

Tabla 4.2. Características generales de los tubos de cobre:

	Estirado	Recocido
Peso específico (kg/dm ³)	8.9	8.9
Temperatura de fusión (°C)	1083	1083
Calor específico	0.092	0.092
Temperatura de recocido (°C)	-	500
Temperatura de forja (°C)	750-900	750-900
Alargamiento (%)	3 a 5	28 a 30

Tabla 4.3. Diámetros de tubos que se emplean en refrigeración.

<i>Denominación del tubo</i>	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"
Diámetro nominal pulg.	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
Diámetro exterior mm.	6,35	9,52	12,7	15,87	19,05	22,22	25,4	28,57
Espesor mm.	1	1	1	1	1,05	1,14	1,2	1,27
Peso por metro kg.	0,151	0,241	0,331	0,419	0,512	0,594	0,689	0,975
Sección interior cm ²	0,166	0,465	0,933	1,561	2,29	3,122	4,16	5,32
Volumen por metro dm ³	0,017	0,046	0,093	0,156	0,229	0,312	0,416	0,532

<i>Denominación del tubo</i>	1 3/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 5/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"
Diámetro nominal pulg.	1,25	1,5	2	2 1/2	3	3 1/2	4
Diámetro exterior mm.	34,92	41,28	53,97	66,68	79,38	92,08	104,78
Espesor mm.	1,4	1,52	1,78	2,03	2,28	2,54	2,79
Peso por metro kg.	1,315	1,696	2,604	3,69	4,95	6,4	8,005
Sección interior cm ²	8,107	11,4	19,99	30,78	43,99	59,43	77,26
Volumen por metro dm ³	0,81	1,14	1,999	3,078	4,399	5,943	7,726

4.6.12.1. Soldadura.

La soldadura se realiza por capilaridad, introduciendo el material fundente entre los dos tubos.

La soldadura puede ser de plata o de fósforo:

- Se utiliza fósforo para uniones cobre – cobre, siempre y cuando en estas uniones no existen vibraciones.
- Se utiliza plata para uniones de cobre con otros metales o en lugares con vibraciones continuas, necesita decapante para fijar la soldadura.

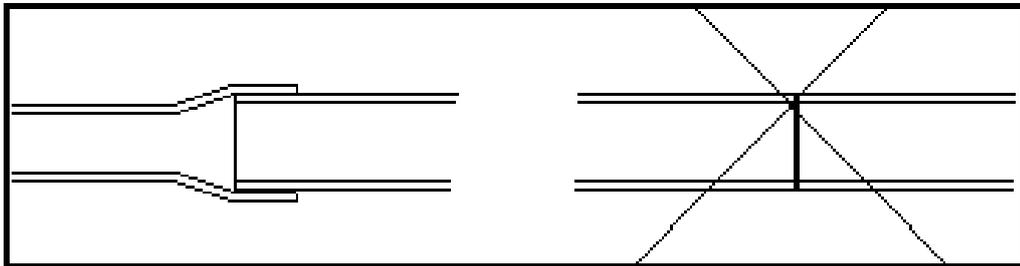


Figura 83. Ejemplo de cómo debe soldarse una tubería.

4.6.12.2. Identificación de los Líquidos que Circulan por las Tuberías.

Los fluidos están agrupados por familias y cada familia se identifica por un color de fondo, con el que se pinta parte o la totalidad de la tubería correspondiente. En cada familia cada fluido se identifica por medio de anillos de colores. También puede indicarse el sentido de circulación del fluido.

4.6.12.2.1. Colores Convencionales.

Color de fondo.

- Refrigerante : ocre amarillo.
- Agua : verde.
- Aire : azul claro.
- Vapor de Agua : gris plata.
- Aceite : marrón oscuro o amarillo.
- Salmueras : negro.

4.6.12.2.2. Colores de Identificación.

Fluidos frigorígenos.

- Amoniaco : verde claro.
- Halógenos : verde oscuro.

Para mejorar la identificación, se recomienda indicar bajo forma de símbolo o de número, la naturaleza del refrigerante utilizado (12, 502, etc.).

Aceites.

El color marrón identifica todos los aceites minerales, vegetales o animales, así como los combustibles líquidos. Cuando se indica con anillo amarillo indica que se trata de un aceite destinado a la lubricación de un mecanismo.

Aguas.

- Agua destilada, depurada o desmineralizada : rosa.
- Agua potable : gris claro.
- Agua no potable : negro.
- Salmueras o líquidos portadores de frío : ninguno.

Indicar por medio de un número de referencia la naturaleza del líquido portador de frío.

4.6.12.2.3. Colores Indicativos del Estado.

Fluidos frigorígenos.

- Líquido a alta presión : rojo.
- Líquido a baja presión : violeta.
- Gas a alta presión : naranja.
- Gas a baja presión : azul claro.

Fluidos conductores de calor y frío.

- Aire, agua o salmuera frías : violeta.
- Aire, agua o salmueras calientes : naranja.
- Aire, agua o salmueras solucionados o viciados: marrón.
- Aire, agua o salmueras bajo presión : rojo.

4.6.12.2.4. Formas de Emplear los Colores.

Colores de fondo.

Se empleara a todo lo largo de la tubería o en forma de bandas rectangulares iguales o superiores a seis diámetros.

Colores de identificación.

Anillos de longitud igual o superior a dos diámetros.

Colores de indicativos del estado.

Anillos de longitud igual o inferior a medio diámetro.

Sentido de circulación del fluido.

Se recomienda que el sentido de circulación del fluido figure sobre la tubería a fin de poder intervenir rápidamente en las válvulas de paso, en caso de urgencia. El sentido se indica de la siguiente forma:

- Sobre un color de fondo continuo: pintar encima del color de fondo una flecha dirigida en el sentido deseado, en color blanco o negro.
- Sobre un color de fondo discontinuo: cada banda de color que materializa el color de fondo terminara en punta de flecha en el extremo correspondiente al sentido de circulación del fluido.
- Doble sentido de circulación: en el caso de que exista un doble sentido de circulación, se pintara encima de color de fondo una doble flecha, o a cada banda de color terminara en sus dos extremos con una punta de flecha.

CONCLUSIÓN.

Con el desarrollo de este trabajo puedo decir que de acuerdo con lo expuesto en la introducción, todos los objetivos fueron desarrollados exitosamente.

Se logro mostrar la importancia de conocer los procedimientos a que son sometidos los diversos productos, antes de llegar a su etapa de almacenamientos en cámaras frigoríficas, etapas que no son manejadas por los ingenieros y es de importancia tener conocimiento de estas, ya que parte del almacenamiento dependerá sistema de congelación utilizado.

También se muestra la importancia de conocer los cambios físicos, biológicos y microbiológicos que sufren los productos en el transcurso de la congelación y durante su almacenamiento. El saber cual es la correcta manipulación en la cadena de frío, uno como profesional, puede dar un veredicto de la situación y del estado de los productos (poniéndome en el caso del trabajo marítimo), y saber si se encuentran en estado de deterioro.

Se muestra el estado actual de los refrigerantes, su incidencia en el medio ambiente y además el como identificarlos, para tener un mejor uso en una planta frigorífica, como también un mejor cuidado del medio en que vivimos.

Y por ultimo se muestra un diseño básico de una cámara frigorífica y sus necesidades térmicas y además los diversos equipos que en estas encontramos. El estar familiarizado con la cámara, su funcionamiento y equipos nos llevas a poder desarrollarnos lo mejor posible en caso de cualquier falla de estas.

ANEXO.

Glosario.

A

Alimento congelado rápidamente: Producto alimenticio que se ha sometido a un proceso de congelación rápida y se ha mantenido a una temperatura de -18 °C o más baja en la cadena de frío, con sujeción a las tolerancias térmicas permitidas, y que se etiqueta como tal.

A.S.A.: Siglas de "American Standards Association". Ahora se le conoce como "American National Standards Institute" (A.N.S.I.).

Aceite para refrigeración: Aceite especialmente preparado, para usarse en el mecanismo de los sistemas de refrigeración.

Ácidos y Bases: Dos tipos de compuestos químicos que presentan características opuestas. Los ácidos tienen un sabor agrio, colorean de rojo el tornasol (tinte rosa que se obtiene de determinados líquenes) y reaccionan con ciertos metales desprendiendo hidrógeno. Las bases tienen sabor amargo, colorean el tornasol de azul y tienen tacto jabonoso. Cuando se combina una disolución acuosa de un ácido con otra de una base, tiene lugar una reacción de neutralización. Esta reacción en la que, generalmente, se forman agua y sal, es muy rápida.

Acondicionador de aire: Dispositivo utilizado para controlar la temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire en el espacio acondicionado, ya sea para confort humano o proceso industrial.

Actividad microbiana: Perteneciente o relativo a los microbios.

Actuador: La parte de una válvula reguladora que convierte el fluido mecánico, la energía térmica o la energía eléctrica, en movimiento mecánico para abrir o cerrar la válvula.

Acumulador: Tanque de almacenamiento, el cual recibe refrigerante líquido del evaporador, evitando que fluya hacia la línea de succión antes de evaporarse.

Adsorbente: Sustancia con la propiedad de retener moléculas de fluidos, sin causarles cambios físicos o químicos.

Aeración: Combinación de las sustancias con el aire.

Agitador: Dispositivo en forma de propela, utilizado para provocar movimientos en fluidos confinados.

Agua: Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora.

Aire acondicionado: Control de la temperatura, humedad, limpieza y movimiento de aire en un espacio confinado, según se requiera, para confort humano o proceso industrial. Control de temperatura significa calentar cuando el aire está frío, y enfriar cuando la temperatura es muy caliente.

Aire normal (Estándar): Aire que contiene una temperatura de 20 °C (68°F), una humedad relativa de 36 % y una presión de 101.325 kPa (14.7 psia).

Aire seco: Aire en el cual no hay vapor de agua (humedad).

Aislamiento Térmico: Material que es pobre conductor de calor; por lo que, se usa para retardar o disminuir el flujo de calor. Algunos materiales aislantes son corcho, fibra de vidrio, plásticos espumados (poliuretano y poliestireno), etc.

Aleta: Superficie metálica unida a un tubo para proporcionar mayor superficie de contacto, a fin de mejorar el enfriamiento. Las aletas pueden ser circulares, enrolladas en forma de espiral individualmente en cada tubo, o rectangulares en forma de placa, para un grupo de tubos. Se usan extensivamente en condensadores enfriados por aire y evaporadores.

Amoniaco: Combinación química de nitrógeno e hidrógeno (NH₃). También se usa como refrigerante y se identifica como R-717.

Antropogénico: decir, debidos a la actividad humana.

Asiento: Parte del mecanismo de una válvula, contra la cual presiona la válvula para cerrar.

Aspiración: Movimiento producido en un fluido por succión.

Atomizar: Proceso de cambiar un líquido a partículas minutas de fino rocío.

Azeotrópica (Mezcla): Mezcla de dos o más líquidos de diferente volatilidad, que al combinarse, se comportan como si fuera un solo componente. El punto de ebullición de la mezcla, es menor que los de los componentes individuales. Su composición no cambia al evaporarse ni al condensarse. Un ejemplo de mezcla azeotrópica, es el refrigerante 502, el cual está compuesto de 48.8 % de R-22 y 51.2 % de R-115.

Azeótropo: Que tiene puntos de ebullición máximos y mínimos constantes.

Azúcar: Término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono que se disuelve en agua con facilidad; son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce. En general, a todos los monosacáridos, disacáridos y trisacáridos se les denomina azúcares para distinguirlos de los polisacáridos como el almidón, la celulosa y el glucógeno

B

B.T.U. (British Thermal Unit): Cantidad de calor que se requiere para elevar un grado fahrenheit, la temperatura de una libra de agua.

Banco de hielo: Tanque que contiene serpentines de refrigeración u otras superficies, donde se pueda acumular hielo durante los períodos de poca o ninguna demanda de agua helada. Cuando ocurre la demanda, el hielo acumulado se derrite para abastecer agua helada.

Banda: Cinta continúa tipo hule, colocada entre dos o más poleas, para transmitir movimiento rotatorio.

Banda "V": Tipo de banda comúnmente utilizada en trabajos de refrigeración. Tiene la superficie de contacto con la polea, en forma de V.

Baño: Solución líquida usada para limpiar, recubrir o mantener una temperatura especificada.

Bar: Unidad de presión absoluta. Un bar equivale a 100 kPa (0.9869 atmósferas).

Barómetro: Instrumento para medir la presión atmosférica. Puede estar calibrado en mm o pulgadas de mercurio en una columna; o en Kg/cm² o en lb/pulg².

Basculador: Dispositivo mecánico utilizado en camiones, vagones y otros vehículos para volcar la carga.

Bascular: Moverse de un lado a otro girando sobre un eje vertical.

Bimetal: Dispositivo para regular o indicar temperatura. Funciona sobre el principio de que dos metales disímiles, con proporciones de expansión diferentes, al soldarlos juntos, se doblan con los cambios de temperatura.

Bioquímica: Estudio de las sustancias presentes en los organismos vivos y de las reacciones químicas en las que se basan los procesos vitales. Su objetivo principal es el conocimiento de la estructura y comportamiento de las moléculas biológicas, que son compuestos de carbono que forman las diversas partes de la célula y llevan a cabo las reacciones químicas que le permiten crecer, alimentarse, reproducirse y usar y almacenar energía.

Bióxido de carbono: Compuesto de carbono y oxígeno (CO₂), el cual algunas veces se usa como refrigerante, R-744. Cuando se solidifica, comprimiéndolo en bloques sólidos, se le conoce como "Hielo Seco". Su temperatura es de -78.3 °C.

Bióxido de nitrógeno (NO₂): Gas medianamente venenoso; se encuentra con frecuencia en el humo o escape de los automóviles.

Blanqueo o escaldado: Se emplea como paso previo para congelar algunos vegetales y mejorar su conservación. Una vez limpias, las verduras se sumergen unos minutos en agua hirviendo lo que inactiva las enzimas.

Bomba: Cualquiera de las diferentes máquinas que impulsan un gas o un líquido hacia - o lo atraen de- algo, por succión o por presión.

Bomba centrífuga: Bomba que produce velocidad al fluido, convirtiéndola en carga de presión.

Bomba de calor: Sistema del ciclo de compresión, utilizado para abastecer calor a un espacio de temperatura controlada. El mismo sistema, puede también remover calor del mismo espacio.

Bomba de desplazamiento fijo: Bomba en la que el desplazamiento por ciclo, no puede ser variado.

Bomba de vacío: Dispositivo especial de alta eficiencia, utilizado para crear alto vacío para fines de deshidratación o de pruebas.

Bomba reciprocante (Un pistón): Bomba de un solo pistón reciprocante (que se mueve hacia delante y atrás, o hacia arriba y abajo).

Booster: Término común aplicado a un compresor, cuando se utiliza en un sistema de compresión de doble etapa, para comprimir la etapa baja desde el evaporador hasta la presión intermedia.

Bulbo sensor: Parte de un dispositivo con un fluido sellado, que reacciona a los cambios de temperatura. Se usa para medir temperaturas o para controlar mecanismos.

Bulbo sensor de temperatura: Bulbo que contiene un fluido volátil y fuelle o diafragma. El aumento de temperatura en el bulbo, causa que el fuelle o diafragma se expanda.

Butano: Hidrocarburo líquido (C_4H_{10}), comúnmente usado como combustible o para fines de calentamiento.

C

Cabezal: Longitud de tubería o recipiente, al cual se le unen dos o más tuberías, que transportan un fluido de una fuente común, a diferentes puntos de uso.

Cadena de frío: Término que indica la continuidad de los medios empleados sucesivamente para mantener la temperatura de los alimentos congelados rápidamente desde la producción hasta el usuario final.

Caída de presión: Diferencia de presión en dos extremos de un circuito o parte de un circuito. Cualquier pérdida de presión en la línea debido a la fricción del fluido, o a una restricción en la línea.

Calibrar: Posicionar indicadores por comparación, con un estándar o por otros medios, para asegurar mediciones precisas.

Calor: Forma de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas.

Calor (Intensidad): Concentración de calor en una sustancia, indicada por la temperatura de la misma, mediante el uso de un termómetro.

Calor de compresión: Efecto de calefacción que se lleva a cabo cuando se comprime un gas. Energía mecánica de la presión, convertida a energía calorífica.

Calor de fusión: Calor requerido por una sustancia, para cambiar del estado sólido al estado líquido, a una temperatura constante. Por ejemplo: hielo a agua a 0 °C. El calor de fusión del hielo es 335 kJ/kg.

Calor de respiración: Proceso mediante el cual, el oxígeno y los carbohidratos son asimilados por una sustancia; también cuando el bióxido de carbono y agua son cedidos por una sustancia.

Calor específico: Relación de la cantidad de calor requerido, para aumentar o disminuir la temperatura de una sustancia en 1oC, comparado con la que se requiere para aumentar o disminuir la temperatura de una masa igual de agua en 1oC. Se expresa como una fracción decimal.

Calor latente: Cantidad de energía calorífica requerida para efectuar un cambio de estado (fusión, evaporación, solidificación) de una sustancia, sin cambio en la temperatura o presión.

Calor latente de condensación: Cantidad de calor liberada por un kg de una sustancia para cambiar su estado de vapor a líquido.

Calor latente de evaporación: Cantidad de calor requerido por un kg de sustancia, para cambiar su estado de líquido a vapor.

Calor sensible: Calor que causa un cambio de temperatura en una sustancia, sin que cambie de estado.

Calor solar: Calor creado por ondas visibles e invisibles del sol.

Calor total: Suma del calor sensible y del calor latente.

Caloría: Unidad para medir el calor en el sistema métrico. Equivale a la cantidad de calor que se requiere, para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. 1000 calorías = 1 kcal.

Cámara frigorífica: Edificio empleado para mantener los alimentos a temperaturas bajo la ambiental.

Cambio de estado: Condición en la cual, una sustancia cambia de sólido a líquido o de líquido a gas, debido a la aplicación de calor. O a la inversa, cuando una sustancia cambia de gas a líquido o de líquido a sólido, debido a la remoción de calor.

Canal: Res muerta y abierta, sin las tripas y demás despojos.

Capacidad: Sistema de clasificación en refrigeración. Medido generalmente en kcal/h o en watts/h, (o en btu/h).

Capa límite: Los flujos se separan en dos regiones, la región próxima a la superficie está formada por una delgada capa límite donde se concentran los efectos viscosos. Fuera de esta capa límite, se pueden despreciar los efectos de la viscosidad

Carga de refrigerante: Cantidad de refrigerante colocada en un sistema de refrigeración.

Carga térmica: Cantidad de calor medida en watts, kcal o btu, la cual es removida durante un período de 24 horas.

Carta psocrométrica: Carta (gráfica) que muestra las relaciones entre las propiedades del aire, tales como presión, temperatura, contenido de humedad, volumen específico, etc.

Cavitación: Condición gaseosa localizada, que se encuentra dentro de una corriente líquida.

Centro térmico: Punto en el interior de una pieza de un alimento donde se registra la temperatura más elevada al terminar el proceso de congelación rápida.

Cero absoluto (Temperatura): Temperatura a la cual cesa todo movimiento molecular. (-273 °C y -460 °F).

Ciclo de descongelación: Operación destinada a eliminar los depósitos de escarcha de la superficie de un serpentín refrigerante.

Cilindro: 1.- Dispositivo que convierte fuerza de un fluido, en fuerza y movimiento mecánico lineal. Este consiste, usualmente, de elementos móviles tales como un pistón, biela y émbolo, operando dentro de un cilindro. 2.- Contenedor cerrado para fluidos.

Cilindro para refrigerante: Cilindro en el que se almacena y distribuye el refrigerante. El código de colores pintado en el cilindro, indica la clase de refrigerante (ver código de colores, capítulo Refrigerantes).

Circuito: Instalación de tubería o de alambre eléctrico, que permite el flujo desde y hacia la fuente de energía.

Cobrizado: Condición anormal que se desarrolla en algunas unidades, en las que el cobre es depositado electrolíticamente sobre algunas superficies del compresor.

Coefficiente de conductividad: Medición de la proporción relativa, a la cual, diferentes materiales conducen el calor. El cobre es un buen conductor del calor, por lo tanto, tiene un coeficiente de conductividad alto.

Coefficiente de expansión: Incremento en longitud, área o volumen de la unidad, por un grado de aumento en la temperatura.

Coefficiente de rendimiento: Relación del trabajo realizado o completado, en comparación con la energía utilizada.

Coefficiente K: Coeficiente global de transmisión de calor; representa la capacidad aislante del equipo.

Compresión: Término utilizado para denotar el proceso de incrementar la presión, sobre un volumen dado de gas, usando energía mecánica. Al hacer esto, se reduce el volumen y se incrementa la presión del gas.

Compresión adiabática: Compresión de gas refrigerante, sin quitarle ni agregarle calor.

Compresor: Máquina en sistemas de refrigeración, hecha para succionar vapor del lado de baja presión en el ciclo de refrigeración, y comprimirlo y descargarlo hacia el lado de alta presión del ciclo.

Compresor abierto: Compresor en el que el cigüeñal se extiende a través del cárter, hacia afuera del compresor, movido por un motor externo. Comúnmente se le llama compresor de movimiento externo.

Compresor centrífugo: Máquina para comprimir grandes volúmenes de vapor, a una velocidad relativamente alta, usando relaciones de compresión pequeñas. La compresión está basada en una fuerza centrífuga de ruedas giratorias, con hojas tipo turbina.

Compresor de etapas múltiples: Compresor que tiene dos o más etapas de compresión. La descarga de cada etapa, es la presión de succión en la siguiente de la serie.

Compresor de una etapa: Compresor de una sola etapa de compresión, entre las presiones del lado de baja y del lado de alta.

Compresor hermético: Unidad motocompresora en la que el motor eléctrico y el compresor, están montados en una flecha común, dentro de un casco de acero soldado. El motor eléctrico opera en la atmósfera de refrigerante.

Compresor semihermético: Unidad motocompresora que opera igual que un compresor hermético, con la excepción de que no está totalmente sellado, sino que se pueden quitar las tapas de los extremos para darle servicio.

Concentración molar: Porcentaje en masa, moles de un componente disuelto por litro de disolución.

Condensación: Proceso de cambiar de estado un vapor o un gas a líquido, al enfriarse por abajo de su temperatura de saturación o punto de rocío.

Condensado: Líquido que se forma cuando se condensa un vapor.

Condensador: Componente del mecanismo de refrigeración, el cual recibe del compresor vapor caliente a alta presión, enfriándolo y regresándolo luego a su estado líquido. El enfriamiento puede ser con aire o con agua.

Condensar: Acción de cambiar un gas o vapor a líquido.

Condiciones adiabáticas: Son condiciones en las que ninguna cantidad de calor es aportada ni extraída (producto aislado en un contenedor).

Condiciones normales: Condiciones que se usan como base para los cálculos en acondicionamiento de aire: temperatura de 20°C, presión de 101.325 kPa y humedad relativa de 30 %.

Conducción: Flujo de calor entre sustancias, por medio de vibración de las moléculas.

Conductividad: Habilidad de una sustancia para conducir o transmitir calor y/o electricidad.

Conductor: Sustancia o cuerpo capaz de transmitir electricidad o calor.

Congelación: Cambio de estado de líquido a sólido.

Congelación criogénica: Método que utiliza nitrógeno o bióxido de carbono líquidos, para convertir alimentos frescos en alimentos congelados duraderos. Se le conoce también como congelación rápida de alimentos.

Congelador: Equipo diseñado para congelar productos alimenticios mediante una rápida reducción de su temperatura.

Constante de Planck: Valor constante (6.626×10^{-34} Watts/s²) la cual, cuando se multiplica por la frecuencia de radiación, determina la cantidad de energía en un fotón.

Constrictor: Tubo u orificio, utilizado para restringir el flujo de un gas o un líquido.

Contaminante: Sustancia, humedad o cualquier materia extraña al refrigerante o al aceite en un sistema.

Contraflujo: Flujo en dirección opuesta. Método de transferencia de calor, donde la parte más fría del fluido de enfriamiento, se encuentra con la parte más caliente del fluido que se va a enfriar.

Control: Dispositivo manual o automático, utilizado para detener, arrancar y/o regular el flujo de gas, líquido y/o electricidad.

Control automático: Acción de una válvula, lograda a través de medios automáticos que no requieren de ajuste manual.

Control de baja presión: Dispositivo utilizado para evitar que la presión de evaporación del lado de baja, caiga abajo de cierta presión.

Control de presión de aceite: Dispositivo de protección que verifica la presión del aceite en el compresor. Se conecta en serie con el compresor, y lo apaga durante los períodos de baja presión de aceite.

Control de refrigerante: Dispositivo que mide el flujo de refrigerante, entre dos áreas del sistema de refrigeración. También mantiene una diferencia de presión entre los lados de alta y baja presión del sistema, mientras la unidad está trabajando.

Control de seguridad: Dispositivo para detener la unidad de refrigeración, si se llega a una condición insegura y/o peligrosa, de presiones o temperaturas.

Control de temperatura: Dispositivo termostático operado por temperatura, que abre o cierra un circuito automáticamente.

Control termostático: Dispositivo que opera un sistema o parte de él, basado en un cambio de temperatura.

Convección: Transferencia de calor por medio del movimiento o flujo de un fluido.

Convección forzada: Transferencia de calor que resulta del movimiento forzado de un líquido o un gas, por medio de una bomba o un ventilador.

Convección natural: Circulación de un gas o un líquido, debido a la diferencia en densidad resultante de la diferencia de temperaturas.

Corrosión: Deterioro de materiales por acción química.

Criogenia: Estudio y utilización de materiales a temperaturas muy bajas, inferiores a - 150 °C.

D

Decapante: Dicho de un producto: Que se usa para decapar.

Decapar: Quitar por métodos físico-químicos la capa de óxido, pintura, etc., que cubre cualquier objeto metálico.

Deflector (Baffle): Placa utilizada para dirigir o controlar el movimiento de un fluido, dentro de un área confinada.

Densidad: Estrechez de la textura o consistencia de partículas, dentro de una sustancia. Se expresa como peso por unidad de volumen.

Desaereación: Acto de separar el aire de las sustancias.

Desecación: Separación del agua en forma de vapor.

Desecante: Sustancia utilizada para coleccionar y retener humedad, en un sistema de refrigeración. Los desecantes comunes son la sílica gel, la alúmina activada y el tamiz molecular.

Desengrasante: Solvente o solución que se usa para remover aceite o grasa, de las partes de un refrigerador.

Deshidratación: Pérdida de humedad por sublimación de los productos congelados rápidamente.

Deshidratador: Sustancia o dispositivo que se utiliza, para remover la humedad, en un sistema de refrigeración.

Deshielo: Proceso de remover la acumulación de hielo o escarcha de los evaporadores.

Deshumidificador: Dispositivo usado para remover la humedad del aire.

Desplazamiento del compresor: Volumen en m^3 , representado por el área de la cabeza del pistón o pistones, multiplicada por la longitud de la carrera. Este es el desplazamiento real, no el teórico.

Desplazamiento del pistón: Volumen desplazado por el pistón, al viajar la longitud de su carrera.

Diafragma: Material flexible usualmente hecho de metal, hule o plástico.

Diclorodifluorometano: Refrigerante comúnmente conocido como R-12.

Diferencial: La diferencia de temperatura o presión, entre las temperaturas o presiones de arranque y paro, de un control.

Ductilidad: Propiedad de un metal, una aleación o cualquier otro material que permite su deformación forzada, en hilos, sin que se rompa o astille. Cuanto más dúctil es un material, más fino es el alambre o hilo, que podrá ser estirado mediante un troquel para metales, sin riesgo de romperse.

E

Ecología: Ciencia del balance de la vida sobre la tierra.

Eficiencia: Capacidad de un dispositivo, sistema o actividad, dividida entre la potencia absorbida necesaria para crear esa capacidad. En un compresor, la eficiencia sería la capacidad de trabajo, medida por un cambio de presión, dividida entre la energía eléctrica consumida.

Eficiencia volumétrica: Término utilizado para expresar la relación, entre el funcionamiento real de un compresor o de una bomba de vacío, y el funcionamiento calculado en base a ese desplazamiento.

Electrólisis: Movimiento de electricidad a través de una sustancia, el cual causa un cambio químico en la sustancia o su contenedor.

Endotérmico: Dicho de un proceso que va acompañado de absorción de calor.

Energía: Habilidad real o potencial de efectuar trabajo.

Energía (Conservación): Proceso de instituir cambios que resultarán en ahorros de energía, sobre la revisión de los cálculos para determinar las cargas principales.

Enfriador: Intercambiador de calor que remueve calor de las sustancias.

Enfriamiento: Procedimiento mediante el cual se enfría un alimento hasta una temperatura apropiada, a menudo de 5°C o más baja, pero evitando la formación de cristales de hielo

Entalpía: La cantidad de calor en un kilogramo de sustancia, calculada de una base de temperatura aceptada. La temperatura de 0°C, es una base aceptada para los cálculos del vapor de agua. Para cálculos de refrigeración, la base aceptada es de -40°C.

Entropía: Factor matemático usado en cálculos de ingeniería. La energía en un sistema.

Enzima: Sustancia orgánica compleja, originada por células vivas, que acelera los cambios químicos en los alimentos, responsables de su deterioro. La acción de las enzimas se disminuye con el enfriamiento.

Escala centígrada: Escala de temperatura usada en el sistema métrico. El punto de congelación del agua es de 0 °C, el punto de ebullición es de 100 °C.

Escaldado: Se emplea como paso previo para congelar algunos vegetales y mejorar su conservación. Una vez limpias, las verduras se sumergen unos minutos en agua hirviendo lo que inactiva las enzimas.

Etano (R-170): Fluido refrigerante de muy poco uso. En la actualidad, se agrega a otros refrigerantes para mejorar la circulación de aceite.

Eutéctico: Cierta mezcla de dos sustancias, que proporciona la temperatura de fusión más baja de todas las mezclas, de esas dos sustancias.

Evaporación: Término aplicado al cambio de estado de líquido a vapor. En este proceso se absorbe calor.

Evaporador: Componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual, el refrigerante se evapora y absorbe calor.

Evaporador inundado: Evaporador que todo el tiempo contiene refrigerante líquido.

Evaporador seco: Evaporador en el que el refrigerante está en forma de gotas.

Excéntrico: Círculo o disco montado fuera de centro en una flecha.

Exotérmico: Dicho de un proceso que va acompañado de desprendimiento de calor.

Exudación: Acción y efecto de exudar.

Exudado: Producto de la exudación

Exudar: Dicho de un líquido o de una sustancia viscosa: Salir por los poros o las grietas del recipiente que lo contiene.

F

Fibras: Desde un punto de vista químico, las fibras de origen animal son proteínas resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos. También resisten, en unas condiciones determinadas, la acción de ciertos ácidos minerales como el ácido sulfúrico (H_2SO_4). Por el contrario, las bases o álcalis poco agresivos pueden dañar las fibras proteínicas y los álcalis fuertes como el hidróxido de sodio (NaOH) pueden disolverlas por completo.

Filtro: Dispositivo para remover partículas extrañas de un fluido.

Filtro deshidratador: Dispositivo empleado para la limpieza del refrigerante y del aceite, en los sistemas de refrigeración. Remueve toda clase de contaminantes, tales como: suciedad, rebabas, ceras, humedad, ácidos, óxidos, etc.

Fluidización: Proceso por el que determinados sólidos, generalmente con granulometría fina, se comportan como fluidos al mantenerlos en movimiento turbulento en una corriente gaseosa, o líquida en algunos casos.

Fluido: Sustancia que puede estar en estado líquido o gaseoso. Sustancia que contiene partículas, las cuales se mueven y cambian de posición sin separación de la masa.

Fluido criogénico: Sustancia que existe como líquido o como gas, a temperaturas ultra bajas ($-157^{\circ}C$ o menores).

Freón: Nombre comercial para una familia de refrigerantes químicos sintéticos, fabricados por E.I. DuPont de Nemours & Company Inc.

Frío: La ausencia de calor. Temperatura considerablemente abajo de la normal.

Fuelle: Contenedor cilíndrico corrugado, el cual se mueve al cambiar la presión, o proporciona un sello durante el movimiento de partes.

Fuerza: La fuerza es una presión acumulada, se expresa en Newtons (N) en el Sistema Internacional, o en libras (Lb), en el Sistema Inglés.

Fundente: Sustancia que se emplea para eliminar óxidos y otras sustancias no deseadas, o impedir su formación, durante la soldadura.

Fusión: cambio de una sustancia del estado sólido al líquido, normalmente por aplicación de calor. El proceso de fusión es el mismo que el de fundición, pero el primer término se aplica generalmente a sustancias como los metales, que se licuan a altas temperaturas, y a sólidos cristalinos. Cuando una sustancia se encuentra a su temperatura de fusión, el calor que se suministra es absorbido por la sustancia durante su transformación, y no produce variación de su temperatura. Este calor adicional se conoce como calor de fusión.

G

Gas inerte: Gas que no cambia de estado ni químicamente, cuando está dentro de un sistema, aunque se exponga a otros gases.

Gas instantáneo (Flash Gas): Evaporación instantánea de refrigerante líquido en el evaporador, lo que enfría el refrigerante líquido remanente, a la temperatura de evaporación deseada.

Gas licuado: Gas abajo de cierta temperatura y arriba de cierta presión, que se vuelve líquido.

Gas no condensable: Gas que no se convierte en líquido a las temperaturas y presiones de operación.

Gas: Fase o estado de vapor de una sustancia. Un gas es un vapor sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación.

Género: Categoría de clasificación de los seres vivos; concretamente, un grupo de especies estrechamente emparentadas en estructura y origen evolutivo.

Glaseado: Aplicación de una capa protectora de hielo que se forma en la superficie de un producto congelado mediante su rociado o inmersión en agua potable o agua potable con aditivos aprobados, según proceda.

Glicol: Molécula que posee grupos alcohólicos sobre átomos de carbono adyacentes.

Glúcidos: Hidratos de carbono, son uno de los tres constituyentes principales del alimento y los elementos mayoritarios en la dieta humana.

Glucosa: La glucosa es un hidrato de carbono. Desde el punto de vista químico, estos compuestos se definen como derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes polihidroxílicos. El azúcar glucosa es el más importante. La mayor parte de los hidratos de carbono de la dieta se descomponen en glucosa y otros azúcares simples que son absorbidos por la mucosa intestinal. El hígado convierte estos otros azúcares sencillos, como la fructosa, en glucosa. En el organismo, todos los hidratos de carbono pueden sintetizarse a partir de glucosa.

Glucósidos: Grupo de compuestos químicos complejos que se encuentran en los vegetales. Las enzimas de las plantas los descomponen en azúcares, entre los cuales suele encontrarse la glucosa, y en otras sustancias. El término glicósido se utiliza en ocasiones como sinónimo de glucósido.

Golpe de líquido: Condición que se presenta cuando en un sistema de expansión directa, el exceso de refrigerante líquido sale del evaporador y entra al compresor, dañándolo.

Gravedad específica: Peso de un líquido comparado con el peso del agua, la cual tiene un valor asignado de 1.0.

H

Halógenos: Grupo de elementos a los que pertenecen el yodo, el bromo, el cloro y el flúor.

Hg. (Mercurio): Elemento metálico pesado color plata. Es el único metal líquido a temperaturas ambiente ordinarias.

Hidráulica: Rama de la física, que tiene que ver con las propiedades mecánicas del agua y otros líquidos en movimiento.

Hidrocarburos: Compuestos orgánicos que contienen solamente hidrógeno y carbono, en varias combinaciones.

Higroscópico: Habilidad de una sustancia para absorber y soltar humedad, y cambiar sus dimensiones físicas, conforme cambia su contenido de humedad.

HP (Horsepower): Unidad de potencia que equivale a 33,000 pie-lb de trabajo por minuto. Un HP eléctrico es igual a 745.7 watts.

Humedad: Vapor de agua presente en el aire atmosférico.

Humedad absoluta: Cantidad de humedad (vapor de agua) en el aire, indicada en g/m³ de aire seco (granos/pie cúbico).

Humedad relativa (hr): La cantidad de humedad en una muestra de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura.

Humidificador: Dispositivo utilizado para agregar y controlar humedad.

I

I.M.E. (Ice Melting Effect): Cantidad de calor absorbido por el hielo al derretirse a 0°C. Su valor es de 144 btu/l de hielo o 288,000 btu/TR (80 kcal/kg).

Indicador de líquido y humedad: Accesorio que se instala en la línea de líquido, el cual proporciona una ventana de vidrio, a través de la cual se puede observar el flujo del refrigerante líquido. También contiene un elemento sensible a la humedad, cuyo color indica el contenido de humedad.

Indicador térmico (IT): Dispositivo que al ser activado utiliza una reacción física o físico-química para producir un cambio observable e irreversible cuando se supera un límite térmico determinado previamente.

Infiltración: Paso del aire exterior hacia el edificio, a través de ventanas, puertas, grietas, etc.

Inhibidor: Sustancia que evita una reacción química como la oxidación o la corrosión.

Inocuos: Que no tiene olor.

Inodoro: Que no tiene olor.

Insípidos: Falto de sabor.

Instrumento: Dispositivo que tiene habilidades para registrar, indicar, medir y/o controlar.

Insuflar: Introducir en un órgano o en una cavidad un gas, un líquido o una sustancia pulverizada.

Intensidad de calor: Concentración de calor en una sustancia, como se indica por la temperatura de esa sustancia, mediante el uso de un termómetro.

Intercambiador de calor: Dispositivo utilizado para transferir calor de una superficie caliente a una superficie menos caliente. (Los evaporadores y condensadores son intercambiadores de calor).

Isoterma: Nombre con el que se conoce a la línea o líneas que en una gráfica, representan un cambio a temperatura constante.

Isotérmica (Expansión o contracción): Acción que se lleva a cabo sin un cambio de temperatura.

Isotérmico: Cambio de volumen o presión bajo condiciones de temperatura constante.

J

Junta de expansión: Dispositivo que se instala en la tubería, diseñado para permitir el movimiento de la tubería a causa de expansiones y contracciones, ocasionadas por los cambios de temperatura.

L

Laca: Recubrimiento o acabado protector, el cual forma una película, por evaporación de un compuesto volátil.

Lado de alta: Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran bajo la presión de condensación o alta presión.

Lado de baja: Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran por abajo de la presión de evaporación o baja presión.

Lado de succión: Lado de baja presión del sistema, que se extiende desde el control de refrigerante, pasando por el evaporador, la línea de succión, hasta la válvula de servicio de entrada al compresor.

Línea de descarga: En un sistema de refrigeración, es la tubería que acarrea el gas refrigerante, desde el compresor hasta el condensador.

Línea de líquido: Tubería que acarrea refrigerante líquido, desde el condensador o recibidor, hasta el mecanismo de control de refrigerante.

Línea de succión: Tubería que acarrea refrigerante gaseoso, desde el evaporador hasta el compresor.

Lípidos: Grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que se encuentran en los organismos vivos. Los lípidos están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque en proporciones distintas a como estos componentes aparecen en los azúcares. Se distinguen de otros tipos de compuestos orgánicos porque no son solubles en agua (hidrosolubles) sino en disolventes orgánicos (alcohol, éter).

Líquido: Sustancia cuyas moléculas se mueven libremente entre sí, pero que no tienden a separarse como las de un gas.

Líquidos inflamables: Líquidos que tienen un punto de encendido abajo de 60oC (140oF), y una presión de vapor que no excede los 276 kPa (40 psia) a 38oC (100oF).

Líquidos tisulares: plasma que ha atravesado las paredes de los capilares sanguíneos y rodea las células proporcionándoles nutrientes y recogiendo sus sustancias de desecho.

LFL (Lower Flammability Limit): Límite de Inflamabilidad Baja, es la concentración mínima de refrigerante que es capaz de propagar una llama, a través de una mezcla homogénea de refrigerante y aire, bajo ciertas condiciones de prueba.

Lubricación forzada: Sistema de lubricación que utiliza una bomba, para forzar al aceite hacia las partes móviles.

Lubricación por salpicadura: Método de lubricar las partes móviles, agitando o salpicando el aceite dentro del cárter.

M

Manifold de servicio (Múltiple): Dispositivo con manómetros, mangueras y válvulas manuales interconectados, que utilizan los técnicos para dar servicio a los sistemas de refrigeración.

Manómetro: Instrumento para medir presiones de gases y vapores. Es un tubo de vidrio (o plástico) en forma de "U", con una cantidad de líquido (agua o mercurio) y los extremos abiertos.

Manómetro de alta presión: Instrumento para medir presiones en el rango de 0 a 500 psig (101.3 a 3,600 kPa).

Manómetro de baja presión: Instrumento para medir presiones en el rango de 0 a 50 psia (0 a 350 kPa).

Masa: Cantidad de materia mantenida junta, de tal manera que forma un cuerpo.

Materia prima: Alimento fresco o elaborado que puede utilizarse para la producción de alimentos congelados rápidamente destinados al consumo humano.

M.E.T.: Término aplicado al calor liberado por un humano en reposo. Es igual a 50 Kcal/m² Hr ó 58 W/m² (18.4 BTU/pe² Hr).

Microbiología: ciencia que estudia los organismos de tamaño microscópico, entre los que se incluyen las bacterias, los protozoos y los virus, así como ciertos hongos (levaduras) y algas unicelulares de pequeño tamaño.

Miscibilidad: La capacidad que tienen las sustancias para mezclarse.

Molécula: La parte más pequeña de un átomo o un compuesto, que retiene la identidad química de esa sustancia.

Monoclorodifluorometano: Refrigerante mejor conocido como R-22. Su fórmula química es CHClF₂. El código de color del cilindro donde se envasa es verde.

Monóxido de carbono (CO): Gas incoloro, inodoro y venenoso. Se produce cuando se quema carbón o combustibles carbonosos con muy poco aire.

N

Neutralizador: Sustancia utilizada para contrarrestar ácidos, en un sistema de refrigeración.

Neutrón: La parte del núcleo de un átomo, el cual no tiene potencial eléctrico; eléctricamente es neutro.

Nitrógeno líquido: Nitrógeno en forma líquida, utilizado como refrigerante de baja temperatura, en sistemas de refrigeración sacrificables o químicos.

Nucleación: Es el comienzo de la congelación, involucra la presencia o formación de pequeños núcleos que son los centros de los cristales que se forman.

O

Orgánica: Perteneciente a o derivado de organismos vivos.

Oxidación: Reacción química correspondiente a la acción de un cuerpo oxidante sobre un cuerpo reductor, que da lugar a la reducción del oxidante y a la oxidación del reductor.

Ozono: Una forma de oxígeno, O₃, que tiene tres átomos en su molécula, generalmente es producida por descargas eléctricas a través del aire. La capa de ozono, es la capa externa de la atmósfera de la tierra, que absorbe la luz ultravioleta del sol, y protege a las capas más bajas y a la tierra de los dañinos rayos. En esta capa de ozono, han ocurrido agujeros causados por el cloro. Los clorofluorocarbonos (CFC's) contienen cloro, y cuando se liberan a la atmósfera, deterioran la capa de ozono.

P

Pascal (Pa): Unidad de presión absoluta en el sistema internacional (SI); es igual a la fuerza de un Newton ejercida sobre una superficie de un m²; Pa = N/m². Para algunos fines científicos o prácticos, el Pascal puede resultar una unidad muy pequeña, por lo que entonces se utiliza el kiloPascal (kPa) o el BAR. 1 kPa = 1,000 Pa y 1 BAR = 100 kPa.

Patógeno: Que origina y desarrolla una enfermedad.

Permeabilidad: Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende del tipo de material, de la naturaleza del fluido, de la presión del fluido y de la temperatura. La penetrabilidad suele considerarse sinónimo de permeabilidad.

pH: Medición de la concentración de iones de hidrógeno libres en una solución acuosa. El rango del pH va de 1 (acidez) hasta 14 (alcalinidad). Un pH de 7 es neutral.

Pirómetro: Instrumento utilizado para medir altas temperaturas.

Planta de elaboración: Locales donde tiene lugar la preparación, la elaboración, la congelación, el envasado o el almacenamiento de los productos alimenticios congelados rápidamente.

Plato de válvulas: Parte del compresor, que se encuentra ubicada entre la parte alta del cuerpo del compresor y la cabeza. Contiene las válvulas y los puertos del compresor.

Polea: Volante plano con ranuras en forma de "V". Cuando se instala en el motor y en el compresor, proporciona medios para darle movimiento.

Poliestireno: Plástico utilizado como aislante, en algunas estructuras refrigeradas.

Poliuretano: Cualquier polímero de hule sintético, producido por la polimerización de un grupo HO y NCO, a partir de dos diferentes compuestos. En refrigeración, se utiliza como aislante y en productos moldeados.

PPM (PARTES POR MILLÓN): Unidad para medir la concentración de un elemento en otro.

Pre-enfriador: Dispositivo que se utiliza para enfriar el refrigerante, antes de que entre al condensador principal.

Presión: Energía impactada sobre una unidad de área. Fuerza o empuje sobre una superficie.

Presión absoluta: Es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica.

Presión atmosférica: Presión que ejerce el aire atmosférico sobre la tierra. Se mide en kPa, mm de Hg., kg/cm², lb/pulg², etc. Al nivel del mar, tiene un valor de 101.325 kPa (14.696 lb/pulg²).

Presión crítica: Condición comprimida del refrigerante, en la cual el líquido y el gas, tienen las mismas propiedades.

Presión de alta: Término empleado para referirse a la presión, a la cual se lleva a cabo la condensación, en un sistema de refrigeración.

Presión de baja: Presión del lado de baja del ciclo de refrigeración, a la cual se lleva a cabo la evaporación.

Presión de condensación: Presión dentro de un condensador, a la cual el vapor de refrigerante, cede su calor latente de evaporación y se vuelve líquido. Esta varía con la temperatura.

Presión de diseño: La más alta o más severa presión esperada, durante la operación. Algunas veces, se usa como la presión de operación calculada, más una tolerancia por seguridad.

Presión de operación: Presión real a la cual trabaja el sistema, bajo condiciones normales. Puede ser positiva o negativa (vacío).

Presión de succión: En un sistema de refrigeración, se llama así a la presión a la entrada del compresor.

Presión de vapor: Presión ejercida por un vapor o un gas.

Presión estática: Presión de un fluido, expresada en términos de la altura de columna de un fluido, tal como el agua o el mercurio.

Proceso de congelación rápida: Proceso mediante el cual se supera con, la mayor, rapidez, posible, la escala de temperaturas de máxima cristalización del hielo. No se podrá considerar terminado antes de que la temperatura del centro térmico del producto haya descendido a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0\text{ }^{\circ}\text{F}$) o un valor inferior tras la estabilización térmica.

Propano: Hidrocarburo volátil, utilizado como combustible o refrigerante.

PSI: Iniciales de "pounds per square inch", se usan para expresar presiones en el sistema inglés.

PSIA: Iniciales de "pounds per square inch absolute", se usan para expresar presiones absolutas en el sistema inglés.

PSIG: Iniciales de "pounds per square inch gauge", se usan para expresar presiones manométricas en el sistema inglés.

Pulverizar: Esparcir un líquido en partículas muy tenues, a manera de polvo.

Punto Eutéctico: Temperatura de congelación para soluciones eutécticas.

Punto de congelación: Temperatura a la cual se solidifica un líquido al removerle calor. La temperatura (o punto) de congelación del agua es de 0°C (32°F), a la presión normal o atmosférica.

Punto de congelación (Depresión): Temperatura a la cual se forma hielo, en una solución de agua con sal.

Punto de corrección de defectos (PCD): Una etapa en la que es posible aplicar un control y evitar un defecto, eliminarlo o reducirlo a un nivel aceptable, o bien eliminar el riesgo de etiquetado incorrecto.

Punto de ebullición: Temperatura a la que un líquido hierve, bajo la presión atmosférica de 101.3 kPa . El punto de ebullición del agua pura es de 100°C a nivel del mar.

Punto de escurrimiento: La temperatura más baja a la cual un líquido escurrirá o fluirá.

Punto de fusión: Temperatura a la cual se derrite o se funde una sustancia a la presión atmosférica.

Punto de ignición: En los líquidos, es la temperatura a la cual arden, y continúan quemándose, por lo menos durante 5 segundos.

Punto de inflamación: En los líquidos, es la temperatura más baja, en la cual el vapor que existe sobre la superficie se inflama cuando se expone a una flama, pero que se apaga inmediatamente.

Punto de transferencia: Punto en que el alimento se transfiere de un volumen frío a otro, mientras su temperatura se mantiene a los niveles reglamentarios.

Purgar: Liberar gas comprimido hacia la atmósfera, a través de una o varias partes, con el propósito de eliminar contaminantes.

R

Racor: Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso, que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos. Pieza de otra materia que se enchufa sin rosca para unir dos tubos.

R-11, Tricloromonofluorometano: Refrigerante químico, sintético, de baja presión, que también se utilizaba como fluido limpiador. Actualmente está discontinuado.

R-12, Diclorodifluorometano: Refrigerante químico, sintético popularmente conocido como freón 12. Actualmente está regulada su producción.

R-160, Cloruro de etilo: Refrigerante tóxico raramente utilizado.

R-170, Etano: Refrigerante para aplicación en baja temperatura.

R-22, Monoclorodifluorometano: Refrigerante para baja temperatura. Su punto de ebullición es de -40.5°C a la presión atmosférica.

R-290, Propano: Refrigerante para aplicación en bajas temperaturas.

R-500: Refrigerante que es una mezcla azeotrópica de R-12 y R-152a.

R-502: Refrigerante que es una mezcla azeotrópica de R-22 y R-115.

R-600, Butano: Refrigerante para aplicación en bajas temperaturas. También se utiliza como combustible.

R-717, Amoniaco: Refrigerante popular para sistemas de refrigeración industrial; también es un refrigerante común en sistemas de absorción.

Radiación: Transmisión de calor por rayos térmicos u ondas electromagnéticas.

Reacción endotérmica: Reacción química en la cual se absorbe calor.

Reacción exotérmica: Reacción química en la que se libera calor.

Recibidor de líquido: Cilindro o contenedor conectado a la salida del condensador, para almacenar refrigerante líquido en un sistema.

Reciclado de refrigerante: Limpiar el refrigerante para volverlo a usar, reduciendo su humedad, acidez y materia en suspensión. Generalmente, se aplica a procedimientos en el sitio de trabajo, o en talleres de servicio locales.

Reciprocante: Movimiento hacia adelante y hacia atrás en línea recta.

Recuperación de refrigerante: Recoger refrigerante y colocarlo en un cilindro, sin necesariamente efectuarle pruebas.

Refrigerante: Sustancia utilizada en los mecanismos de refrigeración. Este absorbe calor en el evaporador, cambiando de estado de líquido a vapor, liberando su calor en un condensador, al regresar de nuevo del estado gaseoso al estado líquido.

Refrigerante halogenados: Grupo de refrigerantes sintéticos, que en su estructura química contienen uno o varios átomos de elementos halogenados, tales como flúor, cloro o bromo.

Relación de compresión: Relación de volumen del espacio muerto con el volumen total del cilindro. En refrigeración, también se utiliza como la relación de la presión absoluta del lado de alta, entre la presión absoluta del lado de baja.

Residual: Perteneciente o relativo al residuo.

Rocío: Humedad atmosférica condensada, depositada en forma de pequeñas gotas sobre las superficies frías.

Rocío (Punto de): Temperatura a la cual el vapor de agua del aire (a 100% de humedad relativa) comienza a condensarse y depositarse como líquido.

Rotor: Parte giratoria o rotatoria de un mecanismo.

S

Salmuera: Agua saturada con un compuesto químico que puede ser una sal.

Saturación: Condición existente, cuando una sustancia contiene la mayor cantidad que pueda retener, de otra sustancia, a esa presión y temperatura.

Separador de aceite: Dispositivo utilizado para remover aceite del gas refrigerante.

Sistema (unidad, planta) de refrigeración: Equipo que proporciona una fuente de frío a fin de reducir la temperatura de un alimento o mantener un alimento a temperaturas de congelación.

Sistema hermético: Sistema de refrigeración que tiene un compresor impulsado por un motor, y ambos están contenidos en la misma carcasa.

Sistema inundado: Tipo de sistema de refrigeración en el cual el refrigerante líquido llena todo el evaporador.

Sistema seco: Sistema de refrigeración que tiene el refrigerante líquido en el evaporador, principalmente en una condición atomizada o en forma de gotas.

Sistema tipo abierto: Sistema de refrigeración con compresor movido por bandas, o directamente acoplado.

Sobrecalentamiento: 1- Temperatura del vapor arriba de su temperatura de ebullición (saturación) a la misma presión. 2- La diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador, y la temperatura más baja del refrigerante, que se está evaporando en el evaporador.

Sobrecarga: Carga mayor a aquella para la cual fue diseñado el sistema o mecanismo.

Sobrefusión: Estado de una sustancia que permanece líquida a una temperatura inferior a su punto de congelación.

Solenoides: Bobina enrollada alrededor de un material no magnético (papel o plástico). Comúnmente, lleva un núcleo de hierro móvil, el cual es atraído por el campo magnético al energizarse la bobina.

Solución: Líquido mezclado con otro líquido o sólido completamente disuelto. Una solución acuosa de bromuro de litio (comúnmente usada en sistemas de absorción), es agua con una cantidad de bromuro de litio disuelta. Las soluciones "fuertes" o "débiles", son aquellas con concentraciones altas o bajas, respectivamente, de otro líquido o sólido.

Solutos: Que está disuelto.

Subenfriamiento: Enfriamiento de refrigerante líquido, abajo de su temperatura de condensación.

Sublimación: Condición donde una sustancia cambia de sólido a gas, sin volverse líquido.

Sustancia: Cualquier forma de materia o material.

T

Temperatura: 1- Intensidad de calor o frío, tal como se mide con un termómetro. 2- Medición de la velocidad del movimiento de las moléculas.

Temperatura absoluta: Temperatura medida desde el cero absoluto.

Temperatura ambiente: Temperatura de un fluido (generalmente el aire), que rodea un objeto por todos lados.

Temperatura crioscopia: Es la temperatura en la cual comienza la congelación.

Temperatura crítica: Temperatura a la cual el vapor y el líquido tienen las mismas propiedades.

Temperatura de condensación: Temperatura dentro de un condensador, en el que el vapor de refrigerante, cede su calor latente de evaporación y vuelve líquido. Esta varía con la presión.

Temperatura de ebullición: Temperatura a la cual un líquido cambia a gas.

Temperatura de fusión: Temperatura en la cual se funde el último cristal de hielo en una descongelación suficientemente lenta.

Temperatura indebida: Elevación de la temperatura de un alimento congelado rápidamente hasta un valor que supera toda tolerancia [nacional] permitida [, por lo que puede afectar la calidad o la inocuidad del alimento].

Termodinámica: Rama de las ciencias; trata con las relaciones entre el calor y la acción mecánica.

Termómetro: Instrumento para medir temperaturas.

Termómetro de bulbo húmedo: Instrumento utilizado en la medición de la humedad relativa. La evaporación de la humedad disminuye la temperatura de bulbo húmedo, comparada con la temperatura de bulbo seco de la misma muestra de aire.

Termómetro bulbo seco: Instrumento con un elemento sensible para medir la temperatura ambiente del aire.

Termostato: Dispositivo que detecta las condiciones de la temperatura ambiente, y a su vez, acciona para controlar un circuito.

Tetracloruro de carbono: Líquido incoloro, no inflamable y muy tóxico, que se utiliza como solvente. No debe permitirse que toque la piel y no deben inhalarse sus vapores.

Tonelada de refrigeración: Efecto refrigerante, equivalente a la cantidad de calor que se requiere para congelar una tonelada corta (2,000 lb) de agua a hielo, en 24 horas. Esto puede expresarse como sigue: 1 TR= 12,000 btu/h = 3,024 kcal/h.

Torre de enfriamiento: Dispositivo que enfría por evaporación del agua en el aire. El agua es enfriada hasta la temperatura de bulbo húmedo del aire.

Trampa de vapor: Válvula automática que atrapa aire, pero permite que el condensado pase, al mismo tiempo que evita el paso de vapor.

Transferencia de calor: proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos.

Transmisión térmica: Pérdida o ganancia de calor desde un edificio, a través de componentes exteriores como ventanas, paredes, pisos, etc.

Tropósfera: Parte de la atmósfera inmediatamente arriba de la superficie de la tierra, en la cual, ocurren la mayoría de los disturbios meteorológicos.

Tubo capilar: Tubo de diámetro interior pequeño, que se utiliza para controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador. Se utiliza, generalmente, en sistemas de

refrigeración pequeños, tales como refrigeradores domésticos, unidades de aire acondicionado de ventana, etc.

Tubo de estrangulación: Dispositivo de estrangulación, que se usa para mantener una correcta diferencia de presiones entre el lado de alta y el lado de baja, en un sistema de refrigeración. A los tubos capilares, algunas veces, se les llama tubos de estrangulación.

U

Ultravioleta: Ondas de radiación invisible, con frecuencias más cortas que las longitudes de onda de la luz visible, y más largas que los rayos X.

Unidad de condensación: Parte de un mecanismo de refrigeración, la cual succiona vapor de refrigerante del evaporador, lo comprime, lo licua en el condensador y lo regresa al control de refrigerante.

Unión: Punto de conexión (como entre dos tubos).

V

Vacío: Presión menor que la atmosférica.

Vacuómetro: Instrumento para medir vacío muy cercano al vacío perfecto.

Válvula: Accesorio utilizado para controlar el paso de un fluido.

Válvula de alivio: Válvula de seguridad en sistemas sellados. Abre para liberar fluidos, antes que alcancen presiones peligrosas.

Válvula de control: Válvula que regula el flujo o presión de un medio, el cual afecta un proceso controlado. Las válvulas de control, son operadas por señales remotas de dispositivos independientes, que utilizan cualquier cantidad de medios de control, tales como neumáticos, eléctricos o electro hidráulicos.

Válvula de descarga: Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite que salga del cilindro el gas refrigerante comprimido, hacia la línea de descarga, evitando que se devuelva.

Válvula de dos vías: Válvula con un puerto de entrada y uno de salida.

Válvula de escape: Puerto móvil que proporciona salida para los gases del cilindro en un compresor.

Válvula de expansión: Tipo de control de refrigerante, la cual mantiene presión constante en el lado de baja del sistema de refrigeración. La válvula es operada por la presión en el lado de baja o de succión. Con frecuencia, se le refiere como válvula de expansión automática (VEA).

Válvula de retención (Check): Válvula de globo que acciona automáticamente, y que sólo permite el flujo en un solo sentido.

Válvula de seguridad: Válvula auto-operable de acción rápida, que se usa para un alivio rápido del exceso de presión.

Válvula de servicio de descarga: Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la descarga, se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de servicio de succión: Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la succión, se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de servicio: Dispositivo utilizado en cualquier parte del sistema donde se desea verificar presiones, cargar refrigerante o hacer vacío o dar servicio.

Válvula de succión: Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite el ingreso del vapor de refrigerante, proveniente de la línea de succión, al cilindro, evitando que se devuelva.

Válvula reguladora de presión: Dispositivo instalado en la línea de succión, que mantiene una presión constante en el evaporador, durante una parte de trabajo del ciclo.

Válvula reversible: Válvula utilizada en bombas de calor para invertir el sentido del flujo, dependiendo si se desea refrigeración o calefacción.

Válvula solenoide: Válvula diseñada para funcionar por acción magnética, a través de una bobina energizada eléctricamente. Esta bobina acciona un núcleo móvil, el cual abre o cierra la válvula.

Válvula termostática: Válvula controlada por elementos que responden a cambios de temperatura.

Vapor saturado: Vapor que se encuentra a las mismas condiciones de temperatura y presión, que el líquido del cual se está evaporando. Es decir, si este vapor se enfría, se condensa.

Vaporización: Cambio del estado líquido al gaseoso.

Ventilación: Flujo de aire forzado, por diseño, entre un área y otra.

Vigilancia de la temperatura: Acción que consiste en efectuar una serie programada de observaciones o mediciones de la temperatura de los sistemas refrigerados o los productos alimenticios congelados rápidamente a efectos de verificar que tales temperaturas se mantengan dentro de las tolerancias establecidas.

Viscosidad: Resistencia a fluir que tienen los líquidos.

Vitaminas: Cualquiera de un grupo de compuestos orgánicos esenciales en el metabolismo y necesarios para el crecimiento y, en general, para el buen funcionamiento del organismo. Las vitaminas participan en la formación de hormonas, células sanguíneas, sustancias químicas del sistema nervioso y material genético. Las diversas vitaminas no están relacionadas químicamente, y la mayoría de ellas tiene una acción fisiológica distinta. Por lo general actúan como catalizadores, combinándose con las proteínas para crear metabólicamente enzimas activas que a su vez producen importantes reacciones químicas en todo el cuerpo. Sin las vitaminas muchas de estas reacciones tardarían más en producirse o cesarían por completo.

Volumen específico: Volumen por unidad de masa de una sustancia (m^3/kg).

Z

Zeotrópica (Mezcla): Mezcla de dos o más líquidos de diferente volatilidad.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Alarcón C. José (2000). Tratado practico de refrigeración automática (12ª Edición). México: Alfaomega.
2. Álvarez O. E. (1993). Tratado general de refrigeración. México: Centro regional de ayuda técnica.
3. Besante B. Francisco (1967). Vademécum del frigorista. Zaragoza, España: VEB Verlag Technik Berlin.
4. Gruda Zbigniew & Postolski Jacek (1986). Tecnología de la congelación de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
5. Ramírez M. Juan A. (1994). Enciclopedia de la Climatización, Refrigeración. Barcelona, España: Editorial Ceac, S.A.
6. Rapin Pierre & Jacquard Patrick (1998). Formulario del frío (10ª Edición, traducido por Alarcón C. J.). Barcelona, España: Marconbo, Boixareu Editores.
7. Stoecker W. F. (1970). Refrigeración y acondicionamiento de aire. Naucalpan de Juárez, México: McGraw-Hill Book.
8. Villanúa F. León (1990). Alimentos congelados. Procesado y distribución. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
9. Castro M. Eduardo S.; Guarda M. Abel & Osorio L. Fernando (1984). Conservación de alimentos mediante frío. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
10. Arteaga S. Sergio. Química Ambiental. (2000). (Universidad Tecnológica Fidel Velásquez). <http://www.monografias.com/trabajos5/quiam/quiam.shtml> [Consulta: 30/05/2006].
11. Caprarulo Gabriel. Tipos de Refrigerantes. (Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz) <http://html.rincondelvago.com/refrigerantes.html> [Consulta: 16/04/2006].
12. Figuerola Fernando & Gaetano Paltrinieri. Manual para el curso sobre procesamiento de frutas y hortalizas a pequeña escala en Perú. (1993). (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Oficina regional de la FAO para América latina y el caribe). <http://www.fao.org/docrep/x5063S/x5063S03.htm> [Consulta: 11/01/2006].
13. Comisión del codex alimentarius (FAO). Informe sobre el Trabajo Realizado por el Instituto Internacional del Frío (IIF/IIR) en la Revisión del Código de Prácticas para la Elaboración y Manipulación de los Alimentos Congelados Rápidamente. (2001). (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.) <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/Y0681S/Y0681S00.htm> [Consulta: 12/01/2006].

14. Comisión del codex alimentarius (FAO). Codex Alimentarius - Higiene de los Alimentos. (Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). <http://www.fao.org/docrep/005/Y1579S/y1579s02.htm> [Consulta: 01/08/2006].
15. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Manual genérico, Sistema de aseguramiento de calidad. (1999). (Ministerio de agricultura). <http://www.sag.cl> [Consulta: 01/08/2006].
16. Sernapesca. Programa de aseguramiento de calidad. (2006). (Directemar). <http://sernapesca.cl> [Consulta: 01/08/2006].
17. Informe Especial de la Secretaría del Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal Período de cumplimiento 2000-2010. (2002). (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe). <http://www.marn.gob.sv/documentos/Informe%20Secretaria%20del%20Fondo%20Multilateral.pdf> [Consulta: 06/05/2006].
18. Blesa M. J. & Griño S. <http://www.terra.es/personal5/anajes/home.htm> [Consulta: 22/05/2006].
19. Capa de Ozono. <http://www.iepe.org/econoticias/temas/ozono.htm> [Consulta: 29/05/2006].
20. Conservación de alimentos, Congelación. (2006). <http://www.talentosparalavida.com/nota151.asp#4> [Consulta: 13/05/2006].
21. Manual Técnico Valycontrol. http://www.valycontrol.com.mx/literatura_mt.htm. [Consulta: 06/06/2006].
22. Protocolo de Montreal. http://www.geocities.com/rap_al/Convenio5.htm [Consulta: 06/05/2006].
23. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono. (1993). (Registro de Acuerdos Internacionales relativos al Medio Ambiente). <http://www.ine.gob.mx/ueajei/asuntos/download/Con199318.pdf> [Consulta: 05/05/2006].
24. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono. (2005). (Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social.) <http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc87.htm> [Consulta: 05/05/2006].