

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



MONOGRAFÍA PARA OBTENER EL TITULO DE ING.

AGRÓNOMO

“CONSERVACIÓN DE PESCADO BAJO

CONGELAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HIELO EN

BLOQUES”

POR: BACH. RAÚL ALEXANDER BARBARAN TORRES

PUCALLPA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, presentado por **RAÚL ALEXANDER BARBARAN TORRES**, denominada: "**Conservación de pescado bajo congelamiento y producción de hielo en bloques**", para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 01 de febrero del 2019.


.....
Dr. Gustavo Horacio Celi Arévalo
Presidente


.....
Ing. Luis Ángel Capuñay Benites
Secretario


.....
Ing. Carlos Ruiz Padilla
Miembro


.....
Ing. Edgar Vicente Santa Cruz
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Este trabajo de suficiencia profesional fue aprobado por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Gustavo Horacio Celi Arévalo.



.....
PRESIDENTE

Ing. Luis Ángel Capuñay Benites.



.....
SECRETARIO

Ing. Carlos Ruiz Padilla



.....
MIEMBRO

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz



.....
ASESOR

Bach. Raúl Alexander Barbaran Torres



.....
CANDIDATO

REPOSITORIO DE MONOGRAFIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, RAUL ALEXANDER BARBARAN TORRES

Autor de la MONOGRAFIA titulada:

"CONSERVACION DE PESCADO BAJO CONGELAMIENTO
Y PRODUCCION DE HIELO EN BLOQUES"

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. EDGAR VICENTE SANTA CRUZ

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Carrera Profesional de: AGRONOMIA

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la Monografía es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

- Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)
- Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 24/01/2020

Email:

Teléfono:

raulalexander-veloso@hotmail.com

Firma:

DNI:



80676885

DEDICATORIA.

Este trabajo está dedicado, primero a Dios por la vida, a mis padres por la crianza, a los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por las enseñanzas impartidas en aulas.

AGRADECIMIENTO.

Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios por la vida que me da, a la Universidad Nacional de Ucayali, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias con su escuela de Agronomía, a su plana docente, que gracias a las enseñanzas impartidas en aulas estoy culminando esta meta en mi vida.

A mis padres y amigos que contribuyeron grandemente a la realización y culminación de mi carrera.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	CONSERVACIÓN DE PESCADO	3
2.1.	PESCADO FRESCO A BORDO	3
2.2.	PESCADO REFRIGERADO	4
2.3.	PESCADO CONGELADO	7
2.3.1.	Recepción.	10
2.3.2.	Lavado.	11
2.3.3.	Descabezado y eviscerado.	11
2.3.4.	Deshuesado.	12
2.3.5.	Fileteado.	12
2.3.6.	Detallado del Filete.	13
2.3.7.	Congelación.	13
2.3.8.	Selección.	14
2.3.9.	Empaque.	14
2.3.10.	Embalaje.	15
2.3.11.	Almacenamiento.	15
2.3.12.	Transporte.	16
2.4.	SECO-SALDO.	16
2.5.	SALAZÓN	17
2.6.	ESCABECHE	18
2.7.	AL VACÍO	18
2.8.	AHUMADO	18
III.	FABRICACIÓN DE HIELO.	19
3.1.	HIELO.	19
3.1.1.	Hielo en bloques	20
3.1.2.	Hielo en Escamas.	23
3.1.3.	Hielo en tubos	25
3.1.4.	Hielo en cubos	26
3.1.5.	Fabricación de hielo en cubos	26
IV.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.	28
4.1.	COMPONENTES DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE HIELO	31
4.1.1.	Compresores.	31
4.1.2.	Condensadores	38
4.1.3.	Evaporadores	40
4.1.4.	Refrigerantes	51
4.1.5.	Accesorios.	56
4.1.5.1.	Accesorios de la línea de baja presión	57
4.1.5.1.1.	Válvula de expansión:	57
4.1.5.1.2.	Separador de líquido o recipiente antigolpes de líquido	67
4.1.5.2.	Accesorios de la zona de alta presión	68

4.1.5.2.1. Separador de aceite.	68
4.1.5.2.2. Botella acumuladora	71
4.1.5.2.3. Filtro deshidratador.	72
4.1.5.2.4. Visor de líquido	74
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. BIBLIOGRAFÍA	79

RESUMEN

El trabajo monográfico que presentamos aborda tres ejes temáticos, siendo el primero la conservación de pescado, describiendo las principales formas de conservar el pescado, pero desarrollamos con mayor detalle la conservación de pescado congelado, describiendo cuales son los principales pasos para realizar este método, presentamos también las principales diferencias entre la conservación refrigerado con hielo y el congelado.

Como segundo eje temático abordamos la elaboración o fabricación de hielo, ya que es un insumo muy usado en la conservación del pescado, dentro de los cuales mencionan los principales tipos de fabricación de hielo teniendo en cuenta el producto, tal es así que tenemos entre ellos el hielo en cubos, tubos, escamas y bloques, siendo este último el de mayor importancia para nuestra realidad en la región Ucayali, por su uso.

Como tercer eje temático se desarrolla el ciclo frigorífico, esto es de vital importancia para entender la conservación de alimentos, utilizando las bajas temperaturas para tal fin, y más en la conservación de pescado, ya que los sistemas frigoríficos en esencia son lo mismo, con variaciones principalmente en la zona de baja presión o evaporador, tal es así que si uno ahonda más en el tema verá que para producir hielo, el evaporador y el recinto a congelar sufrirán modificaciones según sea el producto a obtener, cabe señalar que un sistema frigorífico es un sistema cerrado de intercambio de temperatura en el cual existe un ambiente o medio del cual se extrae calor llamado ambiente a enfriar, aquí está ubicada la zona de baja presión del sistema y luego tenemos el ambiente al cual cedemos calor que removimos de la zona a enfriar, a la cual llamamos zona de alta presión. Estas dos zonas del

sistema de refrigeración están constituidas por una serie de elementos como el compresor, evaporador entre otros, los cuales permiten el correcto funcionamiento del mismo.

ABSTRACT

The monographic work that we present addresses three thematic axes, the first being fish conservation, describing the main ways of conserving fish, but we develop in greater detail the conservation of frozen fish, describing which are the main steps to perform this method, we present also the main differences between conservation refrigerated with ice and frozen.

As a second thematic axis we approach the elaboration or manufacture of ice, since it is an input widely used in the conservation of fish, within which they mention the main types of ice making taking into account the product, such is that we have among them ice in cubes, tubes, scales and blocks, the latter being the most important for our reality in the Ucayali region, for its use.

As a third thematic axis the refrigeration cycle is developed, this is of vital importance to understand the conservation of food, using the low temperatures for this purpose, and more in the conservation fish, since the refrigeration systems are essentially the same, with variations mainly in the area of low pressure or evaporator, such that if one delves deeper into the subject, you will see that in order to produce ice, the evaporator and the freeze will suffer modifications depending on the product to be obtained, it should be noted that a refrigeration system It is a closed temperature exchange system in which there is an environment or medium from which heat called environment to cool is extracted, here the low pressure area of the system is located and then we have the environment to which we are heat that we removed from the area to cool, which we call high pressure zone. These two zones of the refrigeration system are constituted by a series of elements such as the compressor, evaporator among others, which allow the correct operation of the same.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país mega diverso, con una gran riqueza de especies de fauna marina, especialmente en peces y mariscos. En la Amazonía peruana también existen una gran cantidad y variedad de especies de peces, en aguas continentales, ¿pero qué tienen en común esto dos ecosistemas?, es que su producción es estacionaria, quiere decir las distintas especies están disponibles para su aprovechamiento en ciertas temporadas al año, por otra parte una vez capturados los peces estos son productos altamente perecibles, razón por la cual el hombre se ha visto en la necesidad de idear formas para prolongar el tiempo útil de las capturas ya sea marina o en aguas continentales; estas tecnologías van desde utilizar simples cobertores de hojas y restos de vegetales encontrados en la naturaleza, prolongar la vida de los peces hasta completar un buen volumen, es una técnica conocida como rapisheo, estos son algunas de las técnicas utilizadas en la Amazonía para prolongar la utilidad del pescado en fresco (a bordo de la embarcación). Cuando los volúmenes fueron mayores apareció el pescado seco salado, que consiste en un eviscerado, salado y luego deshidratado al sol, en esta monografía se recopila información de varios de estos métodos, entre los que resaltan el fresco refrigerado con hielo, pero se pone mayor énfasis en el proceso de congelamiento de peces. En Pucallpa, es una de las alternativas más utilizadas para la conservación de pescado, de manera comercial, no solo del fresco, fresco refrigerado sino también del pescado salado y seco-salado, estos se almacenan en cámaras de congelamiento cuyas temperaturas fluctúan entre -15° y -20°centígrados.

Se sabe que ahora los comerciantes de pescado en Pucallpa utilizan cámaras de congelamiento para guardar sus productos, no podemos dejar de mencionar que el 80% de los volúmenes de pescado fresco que se consume en Pucallpa, es fresco refrigerado con hielo. Estas tecnologías permiten a la población satisfacer la demanda de pescado de las distintas especies comerciales. Por un lado, la producción de hielo ha contribuido a que los pescadores artesanales a bordo de sus embarcaciones puedan recorrer largas distancias para capturar los peces y conservarlos en hielo por un período mucho mayor, en comparación a cuando solo fuesen con sus artes de pesca (anzuelos, redes, entre otros). Es por este motivo que esta monografía describe de manera sencilla el proceso de producción de hielo; los elementos de un sistema de refrigeración y los principales componentes para la producción de hielo, tipos de hielos; con mayor detalle desarrolla la producción de hielo en bloques. Por ello nos planteamos los siguientes objetivos:

- Conocer que es un sistema frigorífico.
- Conocer las aplicaciones de los sistemas frigoríficos para el aprovechamiento del pescado.
- Determinar cuáles son los principales componentes frigoríficos de una fábrica de hielo.

II. CONSERVACIÓN DE PESCADO

Cortez Solís J. P. (1990), en la Amazonía peruana se emplean dos formas de preservación del pescado fresco: una, que trata de mantener el pescado con todas sus características iniciales de frescura, lo que se da específicamente en la pesca artesanal y otra, mediante la conservación por refrigeración, que es característica de la pesquería comercial. Llamamos conservación de cualquier alimento, dentro de estos al pescado, al método mediante el cual se logra mantener las características de consumo del mismo por un tiempo determinado, los principales métodos de conservación son los siguientes:

2.1. PESCADO FRESCO A BORDO

Cortez Solís J. P. (1990), señala lo siguiente: se da específicamente en la pesca de tipo artesanal, cuyas zonas de pesca están relativamente cerca al lugar de desembarque, aproximadamente de 2 a 4 horas en canoa y botes, donde para mantener el pescado con sus características de frescura durante el tiempo que dura las operaciones de captura y el transporte se utilizan artificios simples pero muy prácticos y efectivos a nivel de pesca menor). En este método se pueden nombrar ciertas prácticas como cubrir la pesca con hojas y tallos de vegetales como caña brava, chicosa, bijao entre otros que se encuentran disponibles en las orillas de los cuerpos de agua, la utilización del “rapisheo” que es una bolsa confeccionada de malla plástica la que es expandida en el cuerpo de agua cerca de la orilla y cuya boca está a unos cincuenta centímetros sobre el nivel del agua apuntalada con cuatro maderas, para evitar que los peces capturados

sean introducidos en la bolsa y no se escapen, todo esto para completar cierta cantidad de peces o completar la carga y llevar a los mercados o puertos de desembarco.

Todas las prácticas señaladas líneas antes contribuyen a que el pescado no se eche a perder y de ese modo garantizar que el producto llegue al consumidor final en buenas condiciones.

2.2. PESCADO REFRIGERADO

Cortez Solís J. P. (1990), se da estrictamente en pesca de tipo comercial; se observó en los ríos Ucayali, Marañón, Huallaga y Amazonas, en las embarcaciones denominadas 'congeladoras", que tienen que desplazarse a distantes zonas de pesca, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (1990).

Este método tiene por propósito el mantener las características del pescado mediante el descenso de su temperatura, que fluctúan entre los cero grados y cinco grados centígrados, para ello el método más utilizado en la Amazonía es el hielo en trozos pequeños almacenados en recipientes o envases de distintos materiales y coberturas, se estila empezar por una capa de hielo para luego seguir una capa de pescado y así de ese modo ir alternando las capas, para cerrarlo con una última capa de hielo. También existen las cámaras de conservación, similar al espacio de las neveras, en el lugar en que se colocan las verduras.

Según, Esteban Redondo F.J., (2019), la finalidad del enfriamiento es prolongar el tiempo de conservación del pescado, reduciendo la actividad de enzimas y bacterias, así como los procesos químicos y físicos que pueden afectar a la calidad. El pescado fresco es un alimento extremadamente perecedero y se deteriora con gran rapidez a las temperaturas normales. La reducción de la temperatura de almacenamiento del pescado disminuye su tasa de deterioro. Durante el enfriamiento, la temperatura se reduce hasta la de fusión del hielo: 0 °C (32 °F), FAO (2017).

Es un hecho conocido que las temperaturas altas aumentan la tasa de deterioro del pescado y que las temperaturas bajas la reducen. Por consiguiente, si el pescado fresco se mantiene a una temperatura baja, su calidad disminuye lentamente. Cuanto más rápidamente se alcance una temperatura baja durante el enfriamiento del pescado, más eficazmente se inhibirán los procesos de deterioro. Por lo general, la tasa de disminución de la calidad del pescado conservado en hielo (a 0 °C) se utiliza como valor de referencia a efectos de comparación de los tiempos de conservación con diferentes temperaturas de almacenamiento, FAO (2017).

Cortez Solís J. P. (1990), indica que sus características principales son:

- Especies de mayor utilización:

Boquichico, palometa, sábalo, mojara, gamitana, lisa, yahuarachi, llambina, dorado, corvina y sardina.

- Sistema de transporte:

En botes “congeladores”.

- Lugares de comercialización:

Yurimaguas, Pucallpa, Nauta e Iquitos.

- Tipo de refrigeración:

Refrigerado con hielo en trozos, que debe ser reemplazado en sus capas superficiales cada 2 días.

- Forma de estibado:

En el “cajón bodega” al granel con una base de hielo desmenuzado, de aproximadamente 15 cm.; después de la última capa de hielo se cubre con plástico. Encima se le agrega una capa de cascarilla de arroz y finalmente se cierra herméticamente el cajón con una tapa de madera.

-Tiempo de conservación:

El tiempo de conservación varía de acuerdo a la especie y la renovación de la capa de hielo, según experiencia el pescado conserva sus características en hielo por 10 días, algunos peces se conservan menos tiempo como ractacara y llambina, mientras que los grandes bagres superan los 10 días.

2.3. PESCADO CONGELADO

La congelación es un medio excelente para mantener casi inalteradas durante un tiempo prolongado las características originales de alimentos perecederos. Este tipo de conservación radica en la disminución de la temperatura, generalmente entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo cual permite que las reacciones bioquímicas sean más lentas y además inhibe la actividad microbiana, generando el estado de latencia de ésta, lo que no significa que los microorganismos estén muertos. Durante el proceso se produce la solidificación del agua libre presente en el alimento, es decir, el agua contenida es transformada en hielo a una temperatura habitual de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, disminuyendo así la actividad de agua del sustrato, Vélez Navia D.A. (2011). Orrego Alzate C.E. (2003) dice: es el proceso de preservación originado por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio.

Cuadro N° 1: Ventajas e inconvenientes del enfriamiento o refrigerado y el congelamiento

Enfriamiento	Congelación
Almacenamiento a corto plazo (hasta un máximo de un mes para algunas especies, sólo unos pocos días para otras)	Almacenamiento a largo plazo (un año o más para algunas especies)
Temperatura de almacenamiento: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperatura de almacenamiento muy inferior a cero, por ejemplo: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Relativamente barato	Relativamente caro
El producto es similar al pescado fresco	Si se realiza de forma incorrecta, puede afectar negativamente a la calidad

Tecnología relativamente sencilla	Tecnología relativamente compleja
No se necesitan conocimientos avanzados	Se necesitan conocimientos avanzados
Refrigeración portátil	Operaciones generalmente fijas

Fuente: FAO (2017).

Cuadro N° 2: Fases de deterioro del pescado.

Fase I (Cambios autolíticos, ocasionados principalmente por enzimas)	El pez recién pescado está muy fresco y su sabor es dulce, marino y delicado. El deterioro es escaso, con una ligera disminución del aroma y sabor característicos. En algunas especies tropicales este período puede durar dos o más días tras la captura.
Fase II (Cambios autolíticos, ocasionados principalmente por enzimas)	Se produce una reducción significativa del sabor y olor naturales del pescado. La carne adquiere un sabor neutro, pero no desagradable, y la textura aún es agradable.
Fase III (Cambios bacteriológicos, ocasionados principalmente por bacterias)	El pescado comienza a mostrar signos de deterioro. Hay presencia de sabores desagradables fuertes y olores rancios y desagradables. Se observan cambios significativos de la textura; la carne se vuelve blanda y acuosa, o bien correosa y seca.
Fase IV (Cambios bacteriológicos, ocasionados principalmente por bacterias)	El pescado está estropeado y putrefacto, y es incomedible.

Fuente: FAO (2017).

El proceso de congelado varía dependiendo de la especie utilizada como materia prima y del tipo de producto. En el proceso industrial de congelado el pescado es sometido a las siguientes operaciones

básicas: decapitado, eviscerado, fileteado, despellejado y, por supuesto, congelado. En estas condiciones la contaminación es mínima, la proliferación de microorganismos es nula y, además, se eliminan los posibles parásitos, Hurtado Mamani C. J. (2014).

La congelación es un agente físico que reduce la actividad microbiana, siendo esta la principal fuente de deterioro del pescado, al bajar su actividad también se minimiza los efectos perjudiciales de estos sobre el pescado, asimismo se detiene casi por completo los procesos de autólisis de las células, el grado de ralentización de estos procesos que deterioran la calidad del pescado depende de la temperatura bajo cero que se alcance en el proceso de congelación, así como la asepsia que se tiene en los pasos previos al endurecimiento o congelamiento propiamente dicho.

Los cambios en los lípidos son responsables tanto directa como indirectamente de las alteraciones en la calidad que sufren los alimentos marinos congelados. Comprenden procesos de lipólisis, oxidación lipídica e interacciones de los productos resultantes con componentes no grasos.

Las lipasas endógenas de pescado son relativamente resistentes a las bajas temperaturas, conservando buena parte de su actividad en los tejidos congelados.

La oxidación de lípidos en alimentos marinos almacenados en congelación no es primariamente de naturaleza enzimática, aunque

en los últimos tiempos se ha informado sobre la participación de lipoxigenasa y enzimas microsómicas. En el pescado con más del 2% de lípidos, los productos de oxidación reducen significativamente las calificaciones sensoriales.

2.3.1. Recepción.

El pescado debe llegar a la planta de procesamiento primario en un vehículo limpio y cerrado, con el objetivo de mantener al producto frío y protegerlo del polvo, en la etapa de recepción se deberá revisar las condiciones organolépticas del pescado, así como su temperatura y registrar el número de lote del producto recibido, con ello se comprobará que se recibe un producto fresco, que no ha sido expuesto por mucho tiempo a temperatura ambiente. Idealmente el producto deberá recibirse por lo menos a 5°C, aunque esta temperatura puede ser mayor si la distancia a la zona de cultivo es pequeña y el producto tiene poco tiempo de haber sido cosechado. Es por ello que la combinación de temperatura y análisis organoléptico, nos darán una idea clara de si el producto ha sufrido abuso de temperatura. En caso de que el producto llegara a temperaturas superiores a los 5 °C, pero las características organolépticas indican que se trata de un producto recién cosechado, la planta deberá enfriar el producto por debajo de los 5°C antes de continuar con su proceso, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.2. Lavado.

La siguiente etapa es el lavado del producto con el fin de eliminar lodo, tierra y sobre todo disminuir la carga bacteriana superficial que pudiera traer el pescado en la piel. El lavado se deberá realizar en contenedores plásticos, tinas de acero inoxidable o cualquier otro material de fácil limpieza, utilizando agua potable fría para evitar el calentamiento del producto, una manera de obtener agua fría es mezclar hielo molido en tozos pequeños con agua. Generalmente es en esa etapa o en la anterior, donde para efectos de control del proceso se realiza el pesado del producto, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.3. Descabezado y eviscerado.

Esta etapa puede hacerse de manera manual o mecánica. La remoción de cabeza y vísceras ayuda a la conservación del producto, pues es aquí donde se encuentra la mayor parte de las bacterias y enzimas que aceleran la descomposición del mismo. Cuando esta etapa es manual, se debe realizar la limpieza regular de los cuchillos y superficie de contacto para no favorecer la contaminación cruzada. Es común que esto se realice en dos etapas realizándose primero el descabezado y posteriormente el eviscerado; el área donde se realiza el descabezado y eviscerado es considerada como un área sucia. Por lo que se debe estar separada físicamente del resto de proceso. Es común que se

acumule cabezas y vísceras en esta área generando malos olores y la atracción de insectos y otros animales, situación que debe evitarse. Es recomendable que se remueva regularmente tanto del área de proceso como de la planta. La disposición deberá realizarse en recipientes cerrados y cuidando de no exponerlos a temperaturas extremas, lo que acelerará la generación de olores indeseables, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.4. Deshuesado.

Posteriormente y de manera manual, se retirará el esqueleto, cortando con un cuchillo al ras por cada uno de los lados del esqueleto del pescado. A partir de este punto, al área de procesamiento primario deberá estar provista con un sistema para el control de la temperatura ambiente, para evitar el calentamiento del producto y la consiguiente proliferación de bacterias, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.5. Fileteado.

El fileteado consiste en retirar las aletas tanto de la cola, como las del pecho y dorso. Esto dependerá de la presentación final que tenga el producto, siendo en la mayoría de los casos, debido a las características del producto, así como a las preferencias del consumidor con piel por lo que ocasionalmente se realiza. En caso

de llevarse a cabo, esta puede ser manual o mecánica, donde mediante la acción de cuchillas se retirará la piel del pescado, para obtener los filetes completamente limpios, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.6. Detallado del Filete.

En ocasiones y por cuestiones de vista o por especificaciones de comprador, los filetes serán detallados de manera manual para eliminar pedazos de filete dañados por la acción de cuchillos, sobre todo aquellos que estén a medio desprender. El personal de esta etapa deberá estar entrenado para detectar cualquier anomalía en el filete y poder separarlos de la línea de producción, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.7. Congelación.

La congelación puede realizarse por varios métodos, pero entre más rápida sea esta, se conservará mejor el producto y se causará menor daño en la textura del filete. Aquí los filetes deberán ser acomodados en láminas o mallas plásticas o cualquier otro material inerte y fácil de limpiar, para entrar de manera manual al cuarto congelador o a través de una banda en caso de ser sistema continuo de congelación. Es posible colocar una capa de producto encima de la otra, siempre y cuando los filetes no estén en contacto directo unos con otros, para evitar que queden pegados una vez

congelados. Puede ser una práctica común primero acomodar y luego empacar el producto en bolsas de polietileno y después congelarlo, esa no es una práctica adecuada, puesto que la capa de filetes es más gruesa por lo que la congelación es mucho más lenta y por consiguiente daña la textura del producto. Además, por este método se obtiene un bloque de filetes, que no pueden ser manejados de manera individual lo que también puede dañar el producto. Si se quiere tener un producto de alta calidad y de mayor valor agregado, esta práctica no es recomendable, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.8. Selección.

Una vez congelados los filetes son seleccionados por tamaño, con el fin de homogeneizar la presentación. Esta etapa puede ser antes o después de la congelación, dependiendo del método de congelación con que se cuente. En caso de ser antes, se puede llevar a cabo durante el detallado del producto, se trata de separar producto que se salga del tamaño medio de filete, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.9. Empaque.

Los filetes congelados deberán ser acomodados en bolsas de polietileno y cajas de cartón parafinado o plastificado o bien cajas diseñadas para contener el frío. Este se realiza de manera manual cuidando de colocar los filetes de manera encontrada para optimizar el espacio en la caja. El empaque deberá incluir la identificación del lote, la fecha de caducidad y el nombre del producto, entre otros, ya que son los requisitos obligatorios que se describen en un producto terminado, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.10. Embalaje.

Las cajas son cerradas y colocadas en tarimas antes de ser llevadas a la cámara de conservación. Aquí se debe cuidar especialmente el acomodo para que se permita el flujo de aire frío durante su estancia en la cámara de conservación. No solo el apilado es importante si no en si el empaquetado ya que ello permite que el producto no pierda humedad ya que en los ciclos de congelamiento y descongelado de la cámara de congelamiento se da una suerte de eliminación de la humedad del aire, todo esta humedad se convierte en hielo, razón por la cual si el aire está en contacto directo con el producto este tenderá a perder humedad generando una mala presentación del mismo razón por la cual el empaquetado es una buena medida en el caso de pescado fresco congelado, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.11. Almacenamiento.

Los cuartos fríos deben mantenerse a temperaturas adecuadas dependiendo del producto: no más de 5°C si el producto es refrigerado y a -21°C si el producto es congelado. El producto permanecerá bajo estas condiciones, hasta que se realice el embarque y transporte fuera de la planta procesadora, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.3.12. Transporte.

El producto empacado será colocado en un vehículo adecuado y limpio, cerrado y con las condiciones necesarias para mantener la temperatura del producto, es recomendable utilizar registradores automáticos de tiempo y temperatura para la revisión de la temperatura durante el transporte, esto es mucho más importante en caso de producto refrigerado, Hurtado Mamani C. J. (2014).

2.4. SECO-SALDO.

En toda la zona evaluada, el excedente del pescado capturado es eviscerado y sometido a conservación por adición de sal, lo que origina una penetración de cloruro de sodio (Cl Na) en el músculo del pescado y una pérdida de agua mediante deshidratación; en este intercambio

se basa al principio de conservación por este método, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (1990).

La principal característica de este tipo de conservación es:

-Tipo de corte:

Es longitudinal, por el dorso (corte mariposa), desde la cabeza a la cola.

- Forma de eviscerado y lavado:

Las vísceras son eliminadas manualmente y para ayudar a la penetración de la sal se hace con el cuchillo incisiones superficiales a lo largo de los músculos. La limpieza de los residuos de sangre y mucus se hace con la misma agua del río.

- Especies utilizadas:

Boquichico, yahuarachi, lisa, sábalo y paiche.

- Insumos utilizados:

Sal y hojas (bijao y pan de árbol).

- Forma de utilización de la sal:

Existen variaciones de acuerdo al tiempo que se quiera preservar; así, trabajando con 100 kg. De pescado, se utiliza 50 kg de sal para una duración de cuatro (04) meses; para tres (3) meses se usa 40 kg de sal y para dos (02) meses o menos 25 kg.

- Forma de almacenamiento:

El pescado salado se apila en rumas y se cubre con hojas de bijao o pandisho.

- Forma de secado:

Se hace por exposición al sol, en cordeles, plataformas de madera o troncos de árboles. En esta etapa, el pescado es guardado durante la noche para preservar lo de la lluvia y/o evitar pérdidas.

- Tiempo de conservación en sal: Un día.

2.5. SALAZÓN

Es un proceso de conservación basado en la adición de sal en cantidad más o menos abundante. Ésta capta el agua del alimento deshidratándolo y privando de este elemento vital a los microorganismos, Vélez Navia D.A. (2011).

2.6. ESCABECHE

Intervienen conjuntamente la sal y el vinagre, consiguiendo simultáneamente la conservación y el aporte de un sabor característico. La acción conservante del vinagre se debe al ácido acético que contiene, consiguiendo retardar la aparición de reacciones, la sal actúa deshidratando el alimento y ayuda a su conservación, Vélez Navia D.A. (2011).

2.7. AL VACÍO

Es un método de conservación que consiste en la extracción del aire que rodea al alimento. Para ello se introduce en bolsas de plástico adecuadas y se extrae la mayor cantidad de aire posible, Vélez Navia D.A. (2011).

2.8. AHUMADO

En este proceso se suelen mezclar los efectos de la salazón y de la desecación. Se realiza mediante el humo que se desprende en la combustión incompleta de ciertas maderas, Vélez Navia D.A. (2011).

III. FABRICACIÓN DE HIELO.

3.1. HIELO.

El hielo en estado natural es de agua, uno de los fluidos más abundantes en la naturaleza, el agua se congela a 0 °C a 1 atm de presión, a esta temperatura posee una densidad relativa de 0.9168 g/cm³, menor a la densidad del agua (0.9998 g/cm³) razón por la que el hielo flota en el agua líquida.

Medina Lemos, E., (2016), indica que para comprender por qué el hielo es tan útil para el enfriamiento del pescado, es necesario examinar la naturaleza y las propiedades del hielo, como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 3: Propiedades físicas del hielo

PROPIEDADES	UNIDADES MÉTRICAS
Densidad de hielo en agua dulce a 0°C	0,92 kg/litro
Calor específico a 0°C	0,49 kcal/kg°C
Calor específico a -20°C	0,46 kcal/kg°
Calor latente de fusión	80 kcal/kg
Conductividad térmica a 0°C	1,91 kcal/mh°C
Conductividad térmica a -10°C	1,99 kcal/mh°C
Conductividad térmica a -20°C	2,08 kcal/mh°C
Punto de fusión	0°C

Fuente: Salazar Larios K. M. A. (2015).

Según Salazar Larios K. M. A. (2015) y Medina Lemos, E., (2016), cuando el agua se congela, a 0°C, experimenta una variación de fase, es decir, se transforma de un líquido en un sólido, conocido por todos con el nombre de hielo. Para convertir el agua en hielo es necesario

quitarle una cierta cantidad de calor, y para que éste vuelva a fundirse hay que añadirle la misma cantidad de calor.

3.1.1. Hielo en bloques

Según Salazar Larios K.M.A. (2015) y Medina Lemos, E., (2016) la máquina tradicional lo fabrica el hielo en moldes que se sumergen en un tanque con salmuera en circulación. Las dimensiones de los moldes y la temperatura de la salmuera se seleccionan habitualmente de manera que el período de congelación dure entre 8 y 24 horas. La congelación demasiado rápida produce hielo quebradizo. El peso del bloque puede oscilar entre 12 y 150 kg, con arreglo a las necesidades; se considera que el bloque de 150 kg es el mayor que un hombre puede manipular adecuadamente. Cuanto más grueso sea el bloque de hielo, tanto más largo será el tiempo de congelación.

Valdés Aguilar C.M. Rozas Roa C. B. (2014) y Medina Lemos, E., (2016), describen como se tiene que realizar el desmolde, luego de haber pasado las horas de congelación, con una grúa se levanta una hilera de moldes, posteriormente estos son trasladados a un estanque de descongelación en donde son sumergidos en agua y volteándolos en dicho estanque para así desprender el bloque de hielo del molde; una vez terminado este ciclo y que los moldes estén completamente vacíos se vuelve a rellenar con agua y sumergirlos en salmuera (es decir se vuelve a realizar la misma

operación descrita anteriormente hasta generar la cantidad de hielo requerida; por lo tanto el proceso de producción del hielo en bloque se define como un operación discontinua, pero se necesita la mano de obra de un modo continuo para atender todas las operaciones (extracción y manipulación del hielo).

Medina Lemos, E., (2016), el hielo en bloques ofrece ventajas con respecto a otras formas de hielo en los países tropicales. El almacenamiento, manipulación y transporte se simplifican si el hielo está en forma de grandes bloques; y la simplificación suele ser imperativa en las pesquerías en pequeña escala y en los sitios relativamente remotos. Con ayuda de un buen triturador de hielo, los bloques pueden reducirse a partículas del tamaño que se desee, pero la uniformidad de tamaño será menor que la que se logra con otros tipos de hielo. En algunas circunstancias, los bloques pueden fragmentarse también machacándolos a mano.

Según Valdés Aguilar C.M. y Rozas Roa C. B. (2014), estas son las ventajas del hielo en bloques:

- Su almacenamiento, manipulación y su transporte son fáciles y sencillos; pues este tipo de hielo es de forma compacta por lo que no es necesario un gran espacio de almacenamiento, y su venta se hace por unidad (un bloque).

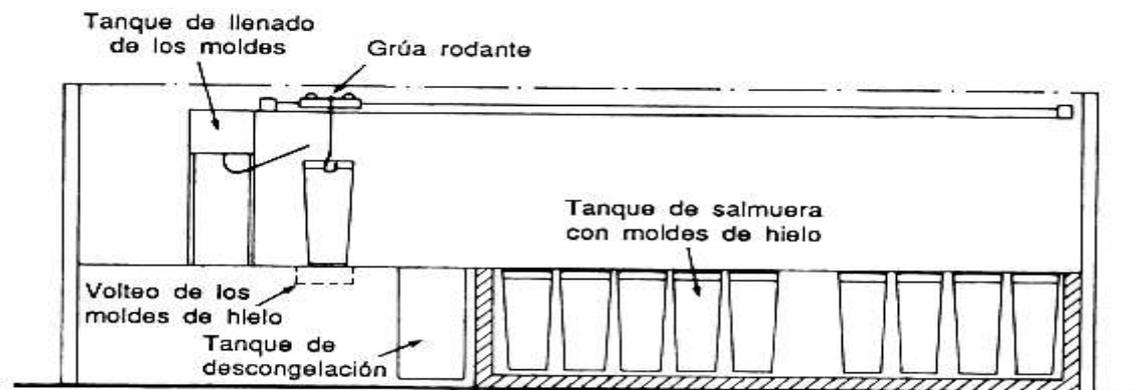
- La tasa de fusión está parcialmente en disminución, por lo que las pérdidas durante el almacenamiento y su distribución son ínfimas.
- El hielo se puede sintetizar en partículas de diferentes tamaños, mediante su trituración y antes de ser usado.
- Este tipo de hielo tiene la capacidad de poder desacoplarse con una gran facilidad, más que los otros tipos de hielo los cuales tienden a pegarse unos con otros formando una masa sólida.
- Las máquinas son de diseño robusto, de gran capacidad frigorífica y de fácil mantenimiento.

Las principales desventajas del hielo en bloque son las siguientes:

- Se requiere de tiempos largos para completar la congelación del agua en los moldes (de 8 a 36 hrs. para bloques de 12 a 140 kg).
- El proceso implica costos muy elevados de mano de obra, ya que las operaciones requieren de una atención continua y este al no ser un proceso automático, tarda demasiado en empezar a trabajar y fabricar hielo.
- Las instalaciones ocupan más espacio que las modernas máquinas de hielo automáticas.

- Se requieren salmueras con tratamientos adecuadas para aminorar la corrosión del equipo; el hielo debe ser triturado antes de utilizarlo.

Figura 1: Esquema de plata de hielo en bloques



Fuente: Google

3.1.2. Hielo en Escamas.

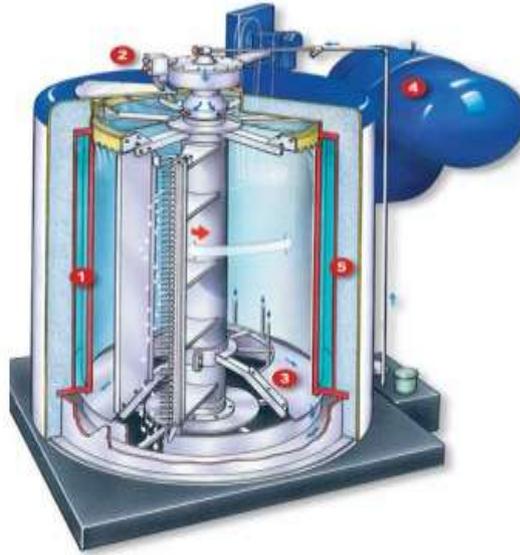
Salazar Larios K.M.A. (2015) Y Medina Lemos, E., (2016) indican que este tipo de máquina forma hielo de 2 a 3 mm de espesor en la superficie de un cilindro enfriado, y ese hielo se extrae en forma de escamas secas subenfriadas, habitualmente de 100 a 1 000 mm² de superficie. Zegarra Revegio, Diego A. (2010), señala la forma como funcionan estos sistemas: un cilindro refrigerado exteriormente por un serpentín se llena hasta un nivel constante de agua. El agua en contacto con las paredes se solidifica. Conforme la temperatura sigue disminuyendo la capa de hielo aumenta hasta entrar en contacto con las estrías helicoidales del eje central, luego

de lo cual esta capa sube hasta entrar en contacto con una cuchilla que determina su forma a la salida. Como se puede apreciar este método es bastante más sencillo que los anteriores ya que la totalidad de agua al ingreso sale, de forma continua, como hielo en escamas, además de que no requiere emplear rociadores o elementos parecidos que demandan presión. Su aplicación puede darse tanto en gran como en pequeña escala, este mismo autor señala lo siguiente, “El hielo en escamas se puede definir como un hielo seco y subenfriado en fragmentos pequeños planos con forma de oblea irregular”. Estas escamas son pequeñas hojuelas de hielo con espesores entre 1.5 y 2 mm y de diámetros entre 12 y 25 mm. Es utilizado en muchas aplicaciones donde se requiere enfriamiento rápido y eficiente de productos alimenticios.

Las características del hielo en escamas son:

- Proporciona una gran área de contacto y enfriamiento rápido: Debido a su forma plana y delgada este tipo de hielo proporciona mayor área de contacto que otros tipos convencionales. Este mayor contacto con el producto permite un enfriamiento mucho más rápido.
- Utilización inmediata: Se puede emplear el hielo después de fabricarlo sin necesidad de triturarlo.

Figura N° 2: Máquina de producción de hielo en escama



Fuente: Google

3.1.3. Hielo en tubos

Según Salazar Larios K.M.A. (2015) y Medina Lemos, E., (2016), el hielo en tubos se forma en la superficie interna de unos tubos verticales y tiene la forma de pequeños cilindros huecos de 50 x 50 mm, con paredes de 10 a 12 mm de espesor. La disposición de una planta de hielo en tubos es semejante a la de un condensador acorazado y tubular, con agua dentro de los tubos y el refrigerante afuera, en el espacio circundante. La máquina funciona automáticamente según un ciclo de tiempo y los tubos de hielo se desprenden mediante un proceso de desescarchado con gas caliente. A medida que el hielo sale del tubo, una cuchilla lo corta en trozos de la longitud adecuada, normalmente de 50 mm, pero esta dimensión es ajustable. Valdés Aguilar C. M. y Rozas Roa C,

B. (2015) y Medina Lemos, E., (2016) señalan que: el hielo en rollitos o también llamado “hielo en tubos”, se genera en la superficie interna de tubos verticales, los cuales tienen forma de cilindros huecos de 50x50, con espesores de paredes de 10 a 12 [mm]. La máquina de este tipo de hielo es similar a la de un condensador de coraza y tubos, con agua dentro de dichos tubos y el refrigerante circulando afuera de éstos; ésta funciona automáticamente en un período de tiempo determinado. Los tubos de hielo son desprendidos a través de un proceso denominado desescarchado con gas caliente y finalmente mientras el hielo sale del tubo una cuchilla lo va cortando en longitudes adecuadas normalmente 50 [mm], éstas pueden ser determinadas dependiendo de las necesidades que se debe satisfacer.

3.1.4. Hielo en cubos

Son pequeños fragmentos de hielo en forma de cubo, que son utilizados en la industria alimenticia, generalmente se emplea en la coctelería, es decir, para enfriar bebidas y/o jugos, ya que una de sus características principales es que se derrite lentamente.

3.1.5. Fabricación de hielo en cubos

Una de las formas más utilizadas para la fabricación de este hielo, es la que se emplea en hogares, la cual consta en primera parte de hervir el agua para eliminar todo tipo de impurezas de esta y así conseguir un hielo transparente e incoloro; luego se vacía el agua

previamente hervida en los moldes, estos son llevados al congelador, el cual se debe encontrar entre -8 a -3 °C. El tiempo de congelación es de aproximadamente 24 horas, y pasado este periodo de congelación se sacan de la cámara de frío y son desmoldados de forma manual.

Otra manera de fabricar este tipo de hielo es a través de máquinas, los cuales son generalmente más largos y delgados, ya que como es un ciclo automatizado se requiere menor fuerza para retirarlos de las bandejas. El agua circula por encima del evaporador o evaporadores cilíndricos, en ellos gira un tornillo sin fin de compresión en donde se forman los cubitos de hielo, cuando la presión ha bajado se activa el temporizador, es decir, el tiempo de congelación determinado; una vez transcurrido el periodo de congelación se activa una válvula de agua, la cual limpia impurezas y sedimentos, simultáneamente se activan una válvula solenoide de gas caliente y el motor de recogida, los cuales hacen desprender el hielo de los moldes y mandarlos directamente al depósito de almacenamiento.

Los cubos fabricados por estas máquinas suelen tener orificios en el centro, lo cual permite un periodo de congelación del agua más rápida, Valdés Aguilar C. M. y Rozas Roa C.B. (2015).

IV. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

Se define como un sistema cerrado, en el cual el proceso de absorción y liberación de calor se realiza por medio de un refrigerante que fluye en un ciclo de compresión de vapor creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en el evaporador y lo ceda en el condensador. (Ruano, 2012, citado por Salazar Larios K. M. A., 2015).

Según Ruano (2012) citado por Salazar Larios K. M. A. (2015), los sistemas frigoríficos están presentes en todos los sectores, uno de ellos es el sector comercial, que emplea cámaras aisladas donde se coloca el hielo producido en un sistema de refrigeración, en sus diferentes formas, como pueden ser bloques de hielo de distintas dimensiones. El hielo en cubo o en forma de tubo es empleado para el enfriamiento de bebidas embotelladas, o si cumple las condiciones sanitarias establecidas, para el enfriamiento de líquidos directos. El hielo en bloques es utilizado principalmente en la industria pesquera, pues de esta forma se garantiza que el pescado llegue fresco.

Uno de los sistemas de refrigeración más comunes es la refrigeración por compresión de vapor, donde la sustancia de trabajo cambia de fase de líquido a vapor en el evaporador y vuelve a ser líquido en el condensador. Según De Miranda (2010), citado por Salazar Larios K. M. A. (2015). Tiene cuatro etapas:

- **Compresión:** El compresor comprime el gas elevando su presión desde la presión de baja presión de evaporación hasta la presión de alta. La temperatura del gas también aumenta.

- Condensación: En el condensador el refrigerante en estado vapor se enfría, se condensa pasando a estado líquido y se subenfía.
- Válvula de expansión: El refrigerante en estado líquido se expande, bajando su presión desde la alta presión a la baja presión, disminuyendo la temperatura. Una parte del líquido se transforma en vapor.
- Evaporación: El refrigerante se evapora completamente, absorbiendo el calor del medio a enfriar.

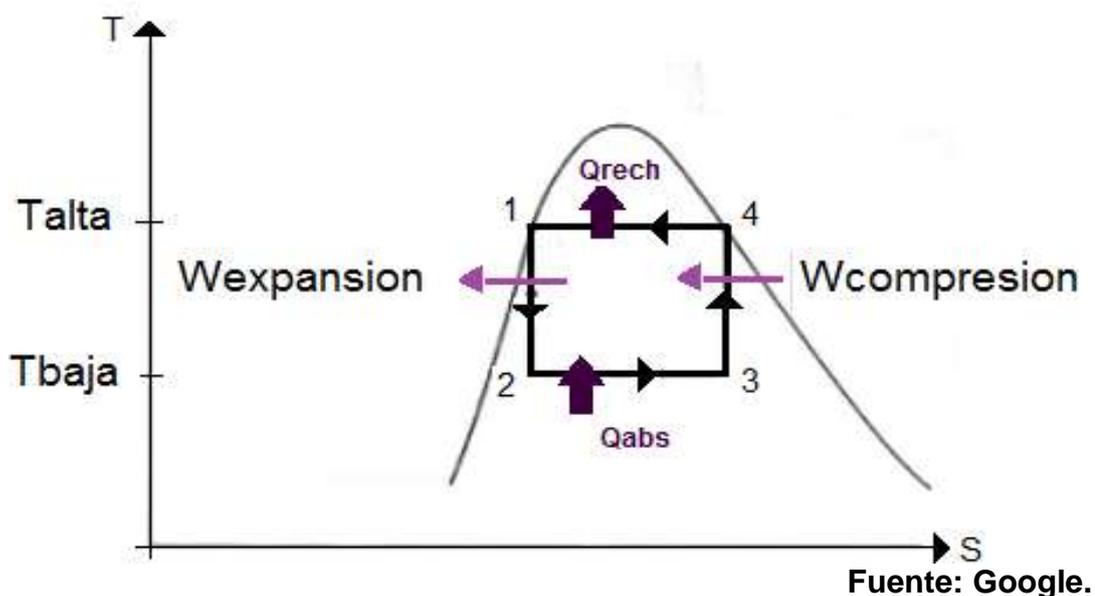
Ciclo de Carnot (para refrigeración).

El ciclo de Carnot es el que explica como fluye el calor, desde una fuente de calor llamado foco hacia el medio en que se encuentra, pero este proceso funciona a veces en los ciclos de refrigeración, en tal sentido Valdés Aguilar C. M. y Rozas Roa C. B. (2015) señalan lo siguiente, Este ciclo se obtiene invirtiendo el recorrido de los procesos del ciclo de trabajo. Por esto se le llama “ciclo invertido de Carnot”.

Este ciclo lo realiza un refrigerante que circula con flujo estacionario a través de una serie de procesos internamente reversibles.

Cabe señalar que el ciclo de Carnot, para trabajo o refrigeración, es el de mayor eficiencia conocida hasta ahora. En consecuencia, es un buen referente que indica que conviene hacer termodinámicamente, sin entrar en detalles de máquinas y equipos.

Figura 3:

Diagrama Temperatura - entropía (T-S)

El ciclo de Carnot se compone de 2 procesos isotérmicos reversible y de 2 procesos isoentrópicos.

En el proceso 2-3, entrega calor desde el ambiente frío al refrigerante.

En el proceso 4-1, extrae calor del refrigerante al ambiente exterior (caliente)

Este ciclo de refrigeración es el más eficiente, el cual opera entre 2 niveles específicos de temperatura, esto se puede calcular con el llamado coeficiente de operación máximo (COP).

- Forma general.

$$COP = \frac{Q_{\text{absorbido}}}{(Q_{\text{rechazado}} - Q_{\text{absorbido}})} = \frac{Q_{\text{absorbido}}}{W_{\text{neto}}}$$

- Con temperaturas absolutas.

$$COP_{\text{Carnot}} = \frac{T_{\text{baja}}}{T_{\text{alta}} - T_{\text{baja}}}$$

El COP, es un número adimensional que indica la eficiencia de un ciclo de refrigeración. A mayor COP, mayor eficiencia.

De este ciclo, se concluye que, en sistemas de refrigeración es conveniente que la T. baja sea la mayor posible (debe satisfacer las necesidades del producto a enfriar), y que la T. alta sea la menor posible.

4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE HIELO

4.1.1. Compresores.

Estas máquinas el componente neurálgico de sistema, realizan dos trabajos en los sistemas de refrigeración, succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador, en un nivel en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor incrementa de manera vertiginosa la presión del fluido refrigerante a un nivel adecuado, de modo que la temperatura a la que se satura dicho fluido sea superior a la del medio de enfriamiento empleado, para la condensación del fluido

refrigerante. Existen los siguientes tipos de compresores para aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado:

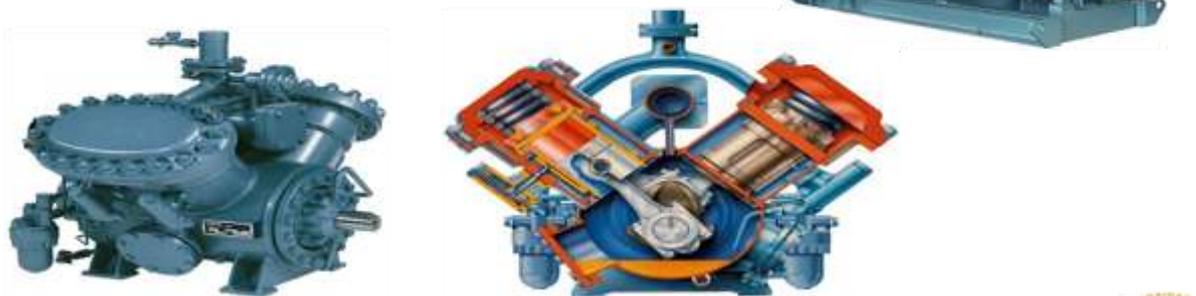
- Clasificación en función de la forma de compresión
- Desplazamiento positivo o volumétricos

Compresores de desplazamientos positivos o volumétricos: Aumentan la presión del vapor de refrigerante reduciendo el volumen interno de una cámara, consumiendo para ello un trabajo mecánico.

- Alternativos
- Ordinarios
- Especiales

Figura 4: Compresores alternativos

- Potencia de 5 a 800 kW Simple y doble efecto
- En línea, radiales, en V, W 1450 - 2900 rpm
- Caudales > 1500 m³/h: varios compresores



Fuente: Toro Juan (S.A.)

- Rotativos
- De paletas
- De excéntrica

- De espiral (scroll)
- De tornillo (screw)

Figura 5: Compresores rotativos de paletas y excéntricas

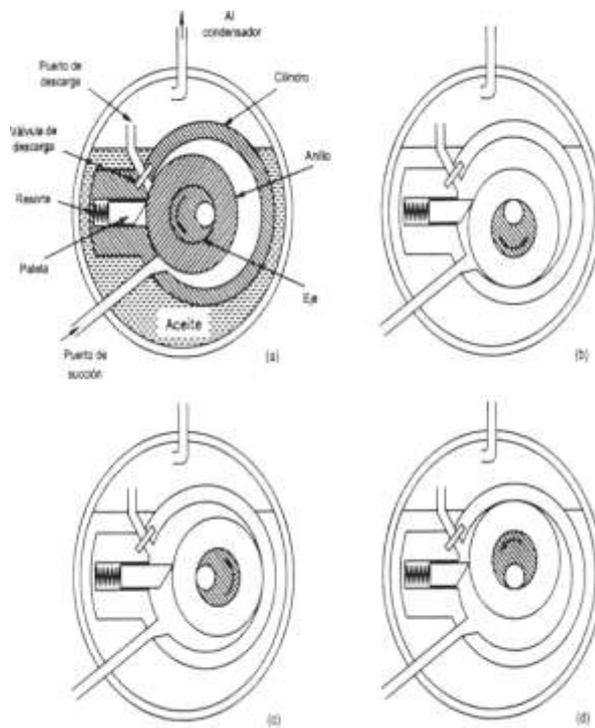


Figura 4.18 - Compresor rotativo de tipo excéntrico

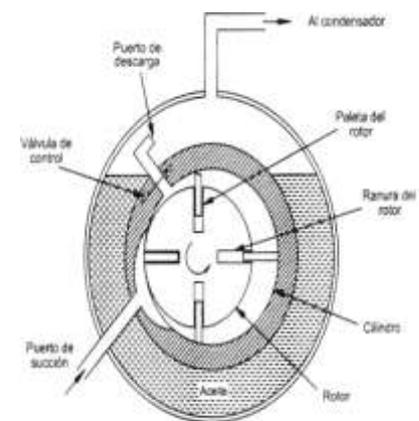


Figura 4.19 - Compresor rotativo del tipo de paletas

**Figura 6: Compresores rotativos de espiral
(scroll)**

- ✓ Potencia de 5 a 40 kW
- ✓ Bajo nivel sonoro
- ✓ 1450 rpm

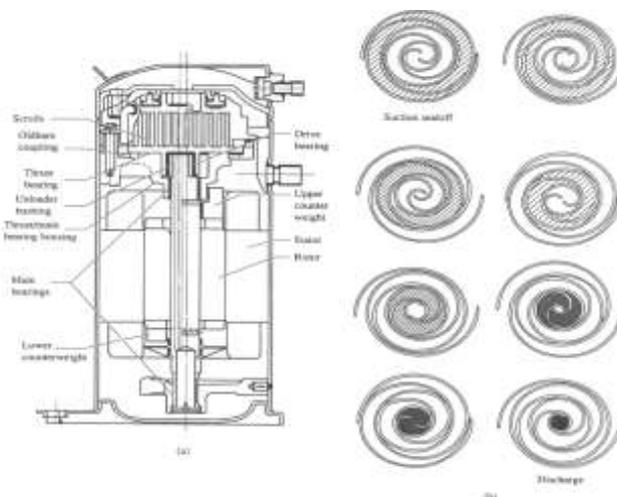


FIGURE 11.26 (a) scroll compressor unit (b) scroll compressor profiles. (Source: AIRWAL Handbook /96, HVAC Systems and Equipment. Reprinted with permission.)

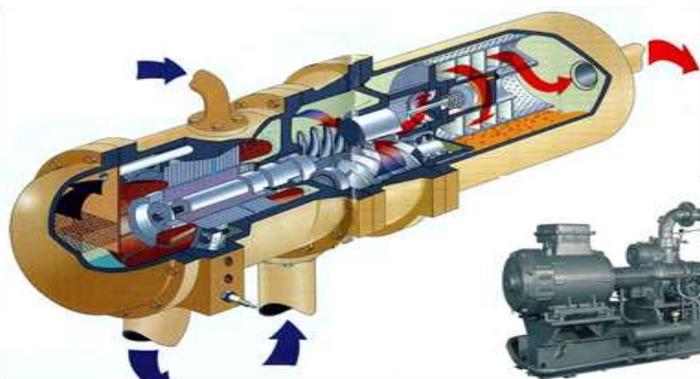
7. Tipología y Clasificación de



Fuente: Toro Juan (S.A.)

Figura 7: Compresor rotativo de tornillo

- Potencia de 100 a 1000 kW (Máx. 4000 kW)
- 1450 -10000 rpm
- Lubricación muy importante
- Parcialización continua hasta 10%



7. Tipología y Clasificación de Compresores



Fuente: Toro Juan (S.A.)

- Desplazamiento cinemático o dinámicos

Compresores de desplazamiento cinemático o dinámicos:
Aumentan la presión convirtiendo presión dinámica en presión estática. Primero se acelera el fluido y posteriormente se frena.

- Centrífugos
- Axiales

Figura 8: Compresor centrífugo

- Potencia superiores a 1500kW
- 10000-30000 rpm
- Parcialización continua
 - 1 etapa hasta 40%
 - 2 etapas hasta 15%

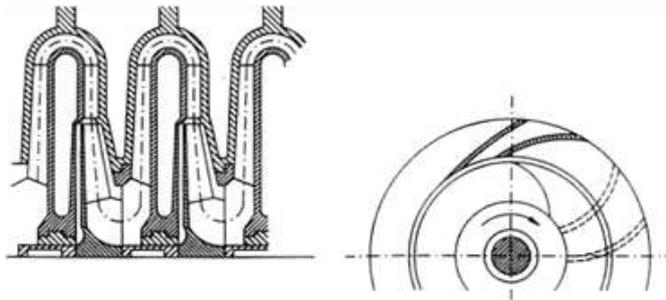


Figura 4.13 - Compresor centrífugo



Fuente: Toro Juan (S.A.)

- Clasificación por su montaje.

Herméticos. Son los que están totalmente cubiertos de una carcasa metálica, y solo presentan los conductos de succión, descarga y el ingreso de energía eléctrica. Son los que se emplean en los aires acondicionados y refrigeradoras domésticas.

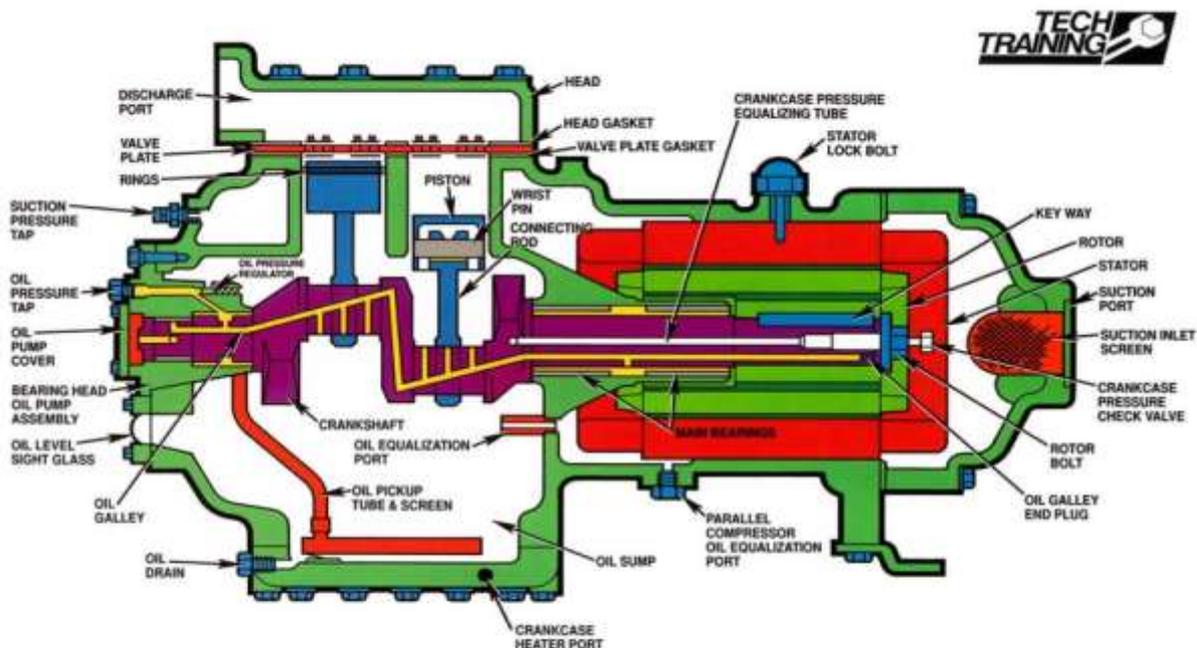
Figura 9: Compresor hermético



Fuente: Google

Semi herméticos: en estos compresores van fusionados el motor eléctrico al compresor, se une por la carcasa y el cigüeñal con el rotor del motor eléctrico, tiene algunas partes desmontables para acceder a las piezas internas, estas son: Carter, plato de válvulas, tapa de plato de válvulas y la tapa porta succión.

Figura 10: Compresor semi hermético.



Fuente: Google

Abiertos o a tiro forzado. Son aquellos que necesitan acoplarle un motor externo que genere el movimiento para comprimir el fluido refrigerante.

Figura 11: Compresor abierto



Fuente: Google

4.1.2. Condensadores

Ospino A. (2018), el condensador tiene la función de extraer calor del refrigerante y que gana en el evaporador, en el compresor y las tuberías del ambiente. Para lograrlo se tiene que garantizar que el refrigerante que viene en estado gaseoso se condense. Para lograrlo se necesita una temperatura lo suficientemente alta que garantice la temperatura de saturación a dicha presión (temperatura de condensación), sea mayor que la del ambiente. Una parte del condensador tiene la función de quitar el calor sensible (1/6), cuando llegamos a la temperatura de condensación ya no podemos enfriar más y empezamos a condensar).

Alianza para la política atmosférica responsable (2001), señala que cantidad de calor que pasa de un ambiente caracterizado por una temperatura alta a otro que se encuentra a temperatura más baja, depende de 5 variables, que son: la superficie de intercambio, la diferencia de temperatura, el coeficiente de transmisión total, el espesor del material que separa los dos ambientes y el tiempo,

En cuanto a los condensadores podemos agrupar en dos grupos principales, según el sistema de enfriamiento que utilizan para condensar el refrigerante que contienen en su interior, estos son enfriados por aire (aire natural y aire forzado), enfriado por agua y aire (llamado torre de enfriamiento), este último se usa principalmente en sistemas que utilizan amoníaco.

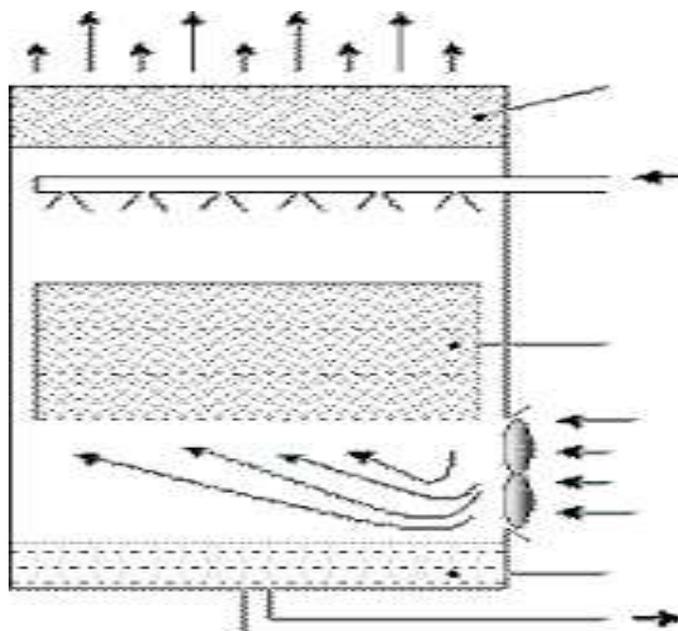
Figura 12: Condensador evaporativo**Fuente: Google.**

Diagrama de torre de enfriamiento, típico condensador para sistemas de amoniaco, arriba las rejillas que impide la salida de las gotas de agua, en el centro las tuberías en cuyo interior circula el refrigerante, por el margen inferior derecho, la entrada de aire de los ventiladores y abajo la tina de agua, solo faltaría esquematizar la bomba de agua que envía agua a los aspersores sobre el serpentín de tubos.

Figura 13: Condensador de aire forzado con tubos de cobre y aletas de aluminio



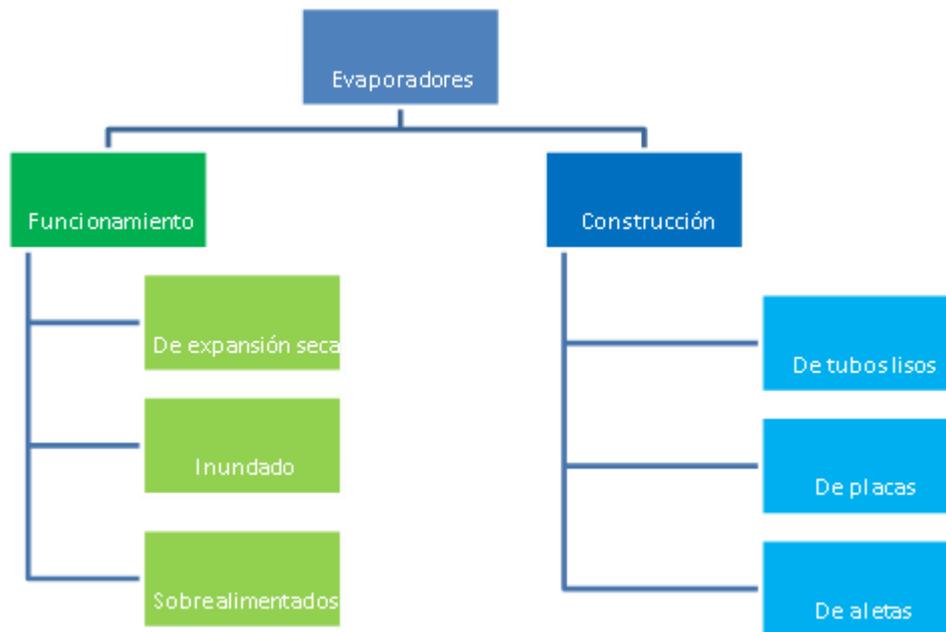
Fuente: Google.

4.1.3. Evaporadores

Gobierno de Aragón, (S.A.) define que: los evaporadores son intercambiadores de calor constituidos por un haz de tuberías en las que se evapora el fluido frigorífero, extrayendo calor del espacio que se quiere enfriar, que es en esencia el fenómeno de producción de frío o potencia frigorífica que se desea conseguir

Los evaporadores se fabrican con una amplia variedad de criterios, tipos, formas, tamaños y materiales, pudiéndose clasificar de la siguiente forma:

Figura 14: Esquema de clasificación de los evaporadores



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

a) Clasificación según su funcionamiento:

- Evaporadores de expansión seca: La alimentación del refrigerante se realiza mediante un sistema de expansión, de forma que el líquido se evapora totalmente a lo largo del evaporador, generalmente con un ligero sobrecalentamiento. El refrigerante está en la proporción estrictamente necesaria para formar un vapor saturado seco, que va a proporcionar un buen funcionamiento en el compresor, Gobierno de Aragón, (S.A.).

Figura15: Evaporador de expansión seca



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

- Evaporador inundado: Según Gobierno de Aragón, (S.A.), se encuentran siempre completamente llenos de refrigerante líquido, regulándose la alimentación mediante una válvula de flotador, la cual mantiene constante el nivel de líquido en el evaporador. Preferentemente son utilizados en aplicaciones industriales, con un número considerable de evaporadores, operando a baja temperatura y utilizando amoníaco (R717) como refrigerante.

Figura 16: Evaporador inundado, corte transversal



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

Figura 17: Evaporador inundado, vista de carcasa



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

- Evaporador sobrealimentado:

Gobierno de Aragón, (S.A.), en este tipo de evaporadores el flujo másico de líquido supera con creces al flujo de vapor producido en el evaporador. De esta manera, el

fluido que abandona el evaporador es mezcla vapor-líquido de alto título, que no alcanza a ser vapor saturado. Son preferentemente utilizados en aplicaciones industriales.

Foto 1: Vista de un evaporador sobre alimentado



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

Figura 18: Esquema de un evaporador sobre alimentado

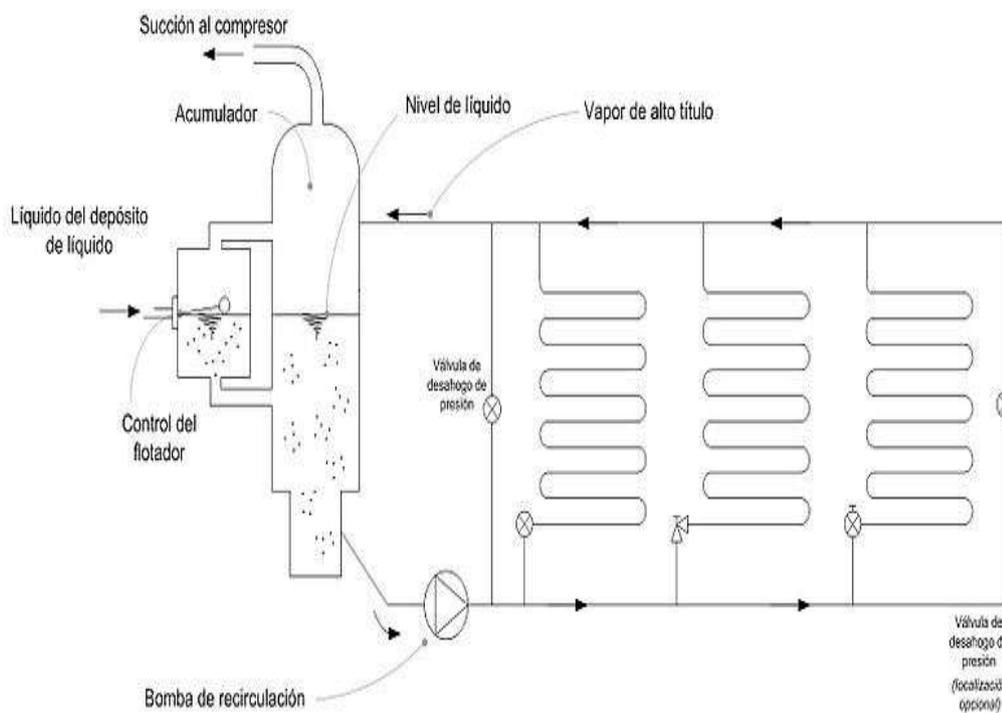


Diagrama Evaporadores
Sobrealimentados

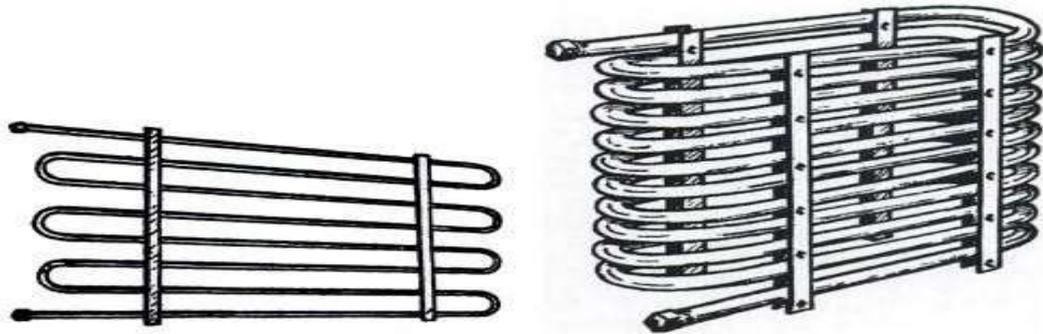
Dibujo:
Ing. Pablo Méndez B.

Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

b) Clasificación por su construcción

- Evaporador de tubo liso: Están constituidos por un tubo de acero o cobre de forma geométrica variada, según convenga.

Figura 19: Muestra del evaporador de tubo liso (parte del cuerpo)



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

- Gobierno de Aragón, (S.A.), el evaporador de placas: Consisten en dos placas metálicas acanaladas, unidas mediante soldadura, a las que se da la forma más conveniente para que por las mismas circule el refrigerante, conformando así una estructura interior de tubos en los que se produce la vaporización del refrigerante.

También pueden estar formados por una tubería, normalmente en zigzag, embutida entre dos chapas metálicas soldadas entre sí en los extremos.

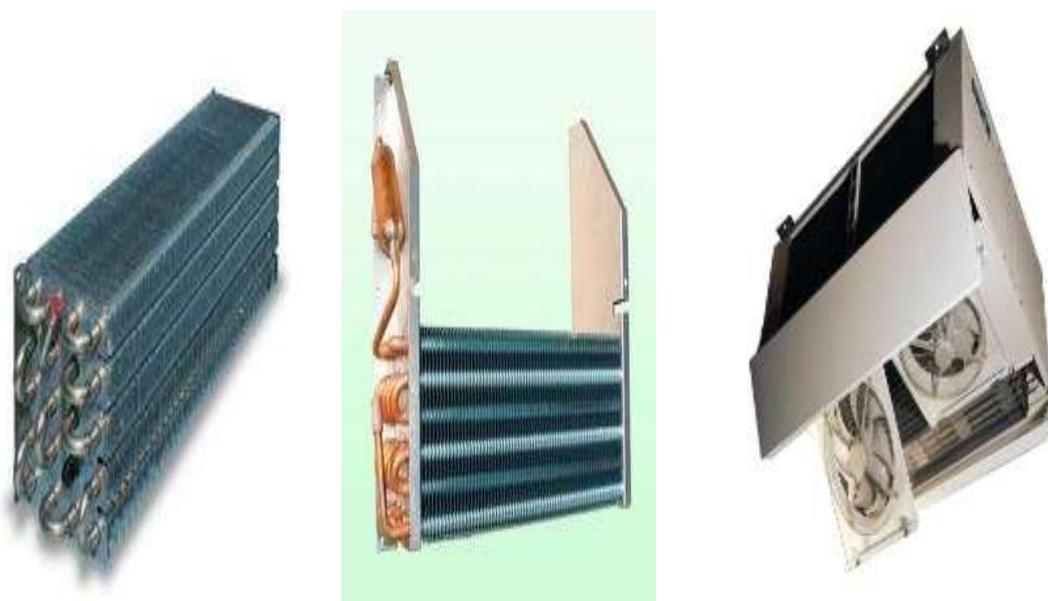
Figura 20: Evaporadores de placa



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

- **Evaporador de aletas:** Gobierno de Aragón, (S.A.), señala que están formados por un serpentín de tubería de cobre a la cual se le aplican aletas de aluminio para aumentar así la superficie de transmisión del propio tubo.

Figura 21: Evaporadores de aleta



Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

c) Problemas en el evaporador

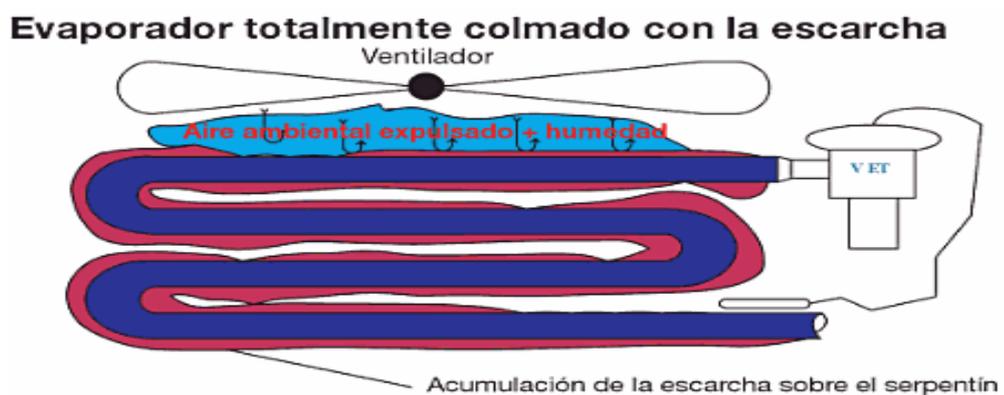
Gobierno de Aragón, (S.A.), los evaporadores presentan dos tipos de problemas importantes:

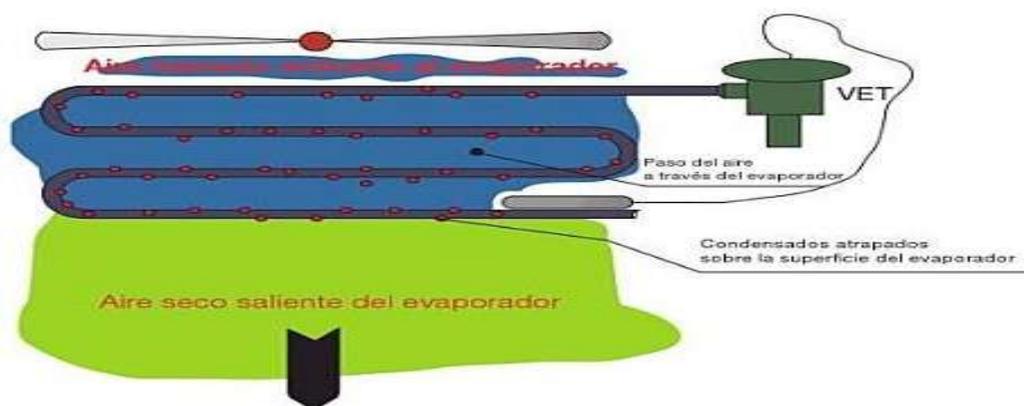
- Problemas de flujo de aire
 - El evaporador está sucio o helado
 - Las aspas o el motor del ventilador presentan fallos

- Problemas del refrigerante
 - Poco o demasiado refrigerante
 - El dispositivo de control tiene problemas
 - El distribuidor presenta problemas.
 - Las unidades de refrigeración para media temperatura como para baja temperatura generan escarcha, que puede dar lugar a problemas en el flujo de aire.

-

FIGURA 22 Y 23: Detalle de problema de saturación de hielo en el evaporador





Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

Mantenimiento correctivo

Cuadro 4- a: Principales problemas en el evaporador, causas y solución

Evaporador bloqueado de escarcha	
Causa probable	Solución
No se ha realizado el procedimiento de desescarche o es ineficaz	Establecer un sistema adecuado de desescarche o ajustar o modificar el procedimiento existente hasta que sea efectivo
Humedad excesiva del aire en la cámara debido a la entrada de humedad procedente de: -Productos no embalados -Entrada de aire a través de rendijas o puerta abierta	Eliminar la humedad: - Recomendar al usuario el embalaje de los productos y ajustar la operación de desescarche hasta que sea efectiva - Reparar el aislamiento de la cámara tapando las rendijas. Recomendar al usuario que mantenga la puerta cerrada

Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

Cuadro 4- b: Principales problemas en el evaporador, causas y solución

El evaporador presenta daños producidos en el transporte o durante el uso.	
Causa probable	Solución
Aletas o laminas deformadas	Enderezar aletas con un peinador de aletas

Fuente: Gobierno de Aragón, (S.A.)

Cuadro 4- c: Principales problemas en el evaporador, causas y solución

Fuerte caída de presión en el evaporador.	
Causa probable	Solución
<p>El evaporador tiene solamente el final del serpentín cubierto de escarcha, quedando la entrada o las primeras vueltas relativamente calientes.</p> <p>Empleándose válvulas de expansión termostática con compensador de presión interior, la pérdida de presión del evaporador ejerce influencia sobre el comportamiento regulador de la válvula.</p>	<p>Hay que bajar la alta presión, que existe al principio del evaporador.</p> <p>Indica que existe un estrechamiento en aquel punto del evaporador en que comienza la escarcha.</p> <p>Comprobar que la toma de presión de la válvula está después del bulbo y a 10 centímetros, si no es así corregir.</p>

Cuadro 4- d: Principales problemas en el evaporador, causas y solución

No está totalmente escarchado, está alimentado parcialmente.	
Causa probable	Solución
No pasa suficiente gas refrigerante al evaporador.	
La válvula de expansión no permite, el paso del gas refrigerante total o parcialmente.	Reajustar la válvula hasta que el evaporador se cubra de escarcha, hasta que el punto en que se encuentre el bulbo sensible. Regular el ajuste de la tobera.
El diámetro del orificio pequeño.	Cambiar orificio por un diámetro mayor.
Suciedad en el filtro de la válvula.	Limpiar el filtro.
Humedad en el circuito, posible hielo a la salida de la tobera.	Secar el circuito

Fuente Gobierno de Aragón, (S.A.)

Cuadro 4- e: Principales problemas en el evaporador, causas y solución

Evaporador. Sobrellenado	
Causa probable	Solución
Exceso de gas refrigerante en el evaporador.	Ajustar la válvula, cerrándola; está muy abierta.
La apertura de la válvula de expansión, no está regulada correctamente por el termostato.	Colocar el bulbo sensible, debe tener buen contacto metálico con el tubo de aspiración y lo más próximo a la salida del evaporador. Puede estar el tubo pintado, hay que limpiarlo. Teniendo el tubo un diámetro superior a 18 mm., conviene montar el

	bulbo, a un lado, aproximadamente en la posición que marca la esfera de un reloj a las 8 o las 4 (pasando por las doce).
Si el bulbo está expuesto en parte a la influencia de la temperatura ambiente más elevada.	Cambiarlo de posición de forma que se encuentre expuesto a la misma temperatura del local como el evaporador, o bien aislar el bulbo cuidadosamente con un material aislante que no absorba agua.

Fuente Gobierno de Aragón, (S.A.)

4.1.4. Refrigerantes

Indubel señala en su capítulo 12 que: de manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe 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.

Cuadro 5: Listado de refrigerantes y su fórmula química

No.	NOMBRE QUIMICO	FORMULA QUIMICA
	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 FCFClF ₂
115	Cloropentafluoroetano	CClF ₂ CF ₃
123	2,2-Dicloro - 1,1,1-Trifluoroetano	CHCl ₂ CF ₃
134 ^a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	CH ₂ FCF ₃
141b	1,1-Dicloro-1-fluoroetano	CH ₃ CCl ₂ F
150 ^a	1,1-Dicloroetano	CH ₃ CHCl ₂
152 ^a	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
600 ^a	2-Metilpropano (isobutano)	CH(CH ₃) ₃
	Compuestos Inorgánicos	
702	Hidrógeno	H ₂
704	Helio	He
717	Amoníaco	NH ₃
718	Agua	H ₂ O
720	Neón	Ne
728	Nitrógeno	N ₂
732	Oxígeno	O ₂
744	Bióxido de Carbono	CO ₂
764	Bióxido de Azufre	SO ₂
	Mezclas Azeotrópicas	
400	R-12/114 (60/40)	
401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	
401B	R-22/152a/124 (61/11/28)	
402 ^a	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)	
410 ^a	R-32/125 (50/50)	

Fuente: Indubel. Capítulo 12

Indubel. Capítulo 12. 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, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad.

Propiedades termodinámicas (Indubel, capítulo 12).

- **Presión** - Debe operar con presiones positivas.
- **Temperatura** - Debe tener una temperatura crítica por arriba de la temperatura de condensación. Debe tener una temperatura de congelación por debajo de la temperatura del evaporador. Debe tener una temperatura de ebullición baja.
- **Volumen** - Debe tener un valor bajo de volumen específico en fase vapor, y un valor alto de volumen en fase líquida.
- **Entalpia** - Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización.

Propiedades físicas y químicas (Indubel, capítulo 12).

- No debe ser tóxico ni venenoso.

- No debe ser explosivo ni inflamable.
- No debe tener efecto sobre otros materiales.
- Fácil de detectar cuando se fuga.
- Debe ser miscible con el aceite.
- No debe reaccionar con la humedad.
- Debe ser un compuesto estable.

(Idubel, capítulo 12), 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. Las propiedades termodinámicas son aquellas que tienen relación con el movimiento del calor (Idubel, capítulo 12).

(Idubel, capítulo 12), 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. Estas tablas son elaboradas por los fabricantes de refrigerantes y algunas asociaciones relacionadas con refrigeración, y se

pueden encontrar en libros de texto, manuales o boletines técnicos. Las de mayor aplicación para resolver problemas de cálculos y diseño de equipos, son las tablas de propiedades termodinámicas de saturación.

Propiedades de saturación.

En la tabla se muestra parcialmente las propiedades de saturación para el R-22. La primera columna es la temperatura en grados centígrados. Las siguientes dos columnas, son presiones absoluta y manométrica en kPa (o en psig). Las dos columnas siguientes son los valores del volumen, uno es la cantidad de litros que ocupa un kilogramo de refrigerante líquido, el otro, es la cantidad de m³ de vapor saturado de refrigerante que se necesita para hacer un kilogramo.

Enseguida del volumen están las columnas de los valores de la densidad, estas son los kilogramos de refrigerante líquido en un litro y los kilogramos de vapor de refrigerante saturado en un m³. Estos valores son los recíprocos de los valores del volumen.

Después, hay tres columnas del contenido de calor; la primera es el calor del líquido arriba de -40°C, la segunda es el calor latente, y la tercera es el calor total.

Las últimas dos columnas son de la entropía en fase líquida y en fase vapor del refrigerante.

A continuación, se describirán cada una de estas propiedades, aunque no necesariamente en ese mismo orden.

Cuadro 6: Propiedades termodinámicas de algunos refrigerantes comerciales

REFRIG. N°	EVAPORADOR A -15°C		CONDENSADOR A 30°C	
	KPa	psig	kPa	psig
12	183	11,8	754	93,2
22	296	28,2	1 192	158,2
30	8	27,6	69	9,5
123	16	25,2	110	1,2
134a	164	9,1	767	96,6
170	1 627	221,3	4 660	661,1
500	214	16,4	880	11,4
502	348	35,9	1 319	176,6
717	236	19,6	1 167	154,5
718	0,8	29,7	4,5	28,6

Fuente: Indubel. Capítulo 12

4.1.5. Accesorios.

Se tienen una gran variedad de accesorios para la instalación de plantas de hielo, estos están distribuidos, tanto en la zona de alta como en la sección de baja presión del sistema y los accesorios del sistema eléctrico, los cuales están ligados a ambas secciones, entonces los clasificaríamos en tres grupos:

4.1.5.1. Accesorios de la línea de baja presión

4.1.5.1.1. Válvula de expansión:

Esta un dispositivo colocado al inicio o entrada de los evaporadores en los sistemas de refrigeración industrial, tiene como función reducir la presión del refrigerante en la entrada del evaporador, regulando la presión de este último.

Ruano Domínguez R. (2013) señala que el dispositivo de expansión o válvula de expansión tiene la función en el sistema de refrigeración de controlar el flujo de refrigerante líquido que entra al evaporador. El refrigerante líquido que llega al dispositivo a alta presión, fluye a través de él y se transforma en una mezcla líquido – vapor a baja presión. Esa mezcla pasará totalmente a fase gaseosa dentro del evaporador, absorbiendo el calor del medio que está siendo enfriado.

A mayor o menor flujo de refrigerante a través del dispositivo, se podrá absorber más o menos calor del medio a enfriar.

Dado que el dispositivo de expansión regula la cantidad de refrigerante hacia el evaporador, su selección es de particular importancia para la correcta operación del sistema de refrigeración. Una mala selección, con un dimensionado incorrecto, o un funcionamiento deficiente

del dispositivo una vez instalado, puede causar graves consecuencias en la eficiencia energética del sistema. Una buena selección del dispositivo considera que su capacidad nominal coincide o es ligeramente superior a la carga térmica frigorífica que tiene que vencer el sistema. Si se comete el error de subdimensionar el dispositivo, durante su operación llegará menos refrigerante al evaporador causando una reducción en la capacidad de enfriamiento del sistema. Por el contrario, un dispositivo sobredimensionado, permitirá que se inyecte al evaporador más refrigerante que el requerido, que no todo el líquido se evapore dentro del intercambiador y llegue líquido al retorno del compresor, lo que es dañino para este componente y puede averiarlo.

Tipos de dispositivos de expansión:

Los dispositivos de expansión pueden clasificarse en 4 tipos:

- a) Los componentes de área constante
- b) Válvula automática (presión constante)
- c) Válvula de expansión electrónica.
- d) Válvula expansión termostática.

a) Componente de área constante:

El componente de expansión de área fija consiste en un orificio calibrado a través del cual fluye el líquido refrigerante.

El tubo capilar es un ejemplo común de este componente de expansión. Estos tubos de diámetro milimétrico son calibrados en función de la carga térmica del conjunto que deben garantizar. Conociendo la temperatura de enfriamiento que se necesita en el evaporador para vencer la carga térmica del sistema (pico) y la presión de descarga del compresor, se calcula su longitud para cada diámetro del capilar. Cuando el refrigerante líquido entra al tubo capilar, se produce una estrangulación (aumenta la velocidad de flujo y disminuye su presión) y debido a la caída de presión el líquido comienza a evaporarse. Una mezcla líquida – vapor llega al evaporador donde al tomar el calor a la carga térmica, el componente líquido se evapora definitivamente y el vapor se enriquece. Estos dispositivos son utilizados en sistemas de pequeña capacidad, donde la operación permite una carga constante del evaporador y presiones de condensación también constantes.

Figura 24: Capilar



Fuente: Google.

La principal desventaja del tubo capilar es su incapacidad para regular el flujo de refrigerante en ritmo con las condiciones de operación ya que es dimensionado para una carga térmica fija, tal y como se explicó antes.

b) La válvula de expansión automática:

Esta válvula mantiene la presión del evaporador constante. Ella regula el flujo de refrigerante manteniendo la presión a la salida de la válvula o dentro del evaporador constante. La válvula de expansión automática tiene un mecanismo regulador que nos permite ajustar la presión de salida de la válvula, que es muy próxima a la de operación del evaporador. Por lo que la válvula automática dejará pasar refrigerante

siempre que se cumpla que el valor de presión en la salida (dentro del evaporador) es menor al valor prefijado en su mecanismo. En la medida que la carga térmica en el evaporador se incrementa, aumenta la presión del refrigerante y comienza a cerrar el dispositivo y reducir el flujo de refrigerante, cumpliendo su tarea de mantener constante la presión dentro del evaporador en el valor prefijado por el ajuste de la válvula. En esas condiciones se tardarán horas en vencer la carga térmica que sobrepase la presión preestablecida. Lo mismo pasa en bajas cargas térmicas, para las que se requieran temperaturas inferiores a la presión de ajuste de la válvula.

En este punto es bueno destacar que tanto el tubo capilar como las válvulas automáticas o de presión constante presentan un comportamiento muy pobre frente a las variaciones de la carga térmica. Este es un grave inconveniente para operar el sistema frigorífico con eficiencia. Una operación eficiente exige la sincronización entre la capacidad del dispositivo de expansión y la carga térmica puntual. Este ritmo se hace más importante en los sistemas de mediana y gran capacidad.

c) La válvula de expansión electrónica:

Estas válvulas se utilizan cuando en el sistema se necesitan realizar funciones complejas. Este tipo de válvulas es accionado eléctricamente, mediante elementos sensores y de control. Estos sistemas de control por lo general son diseñados para supervisar automáticamente varios aspectos de la operación, además del recalentamiento. Por ejemplo, en los sistemas de aire acondicionado, la temperatura de salida del aire en el evaporador; en un Chiller, la temperatura del agua de entrada y de salida a la enfriadora, la presión de la condensación, etc.

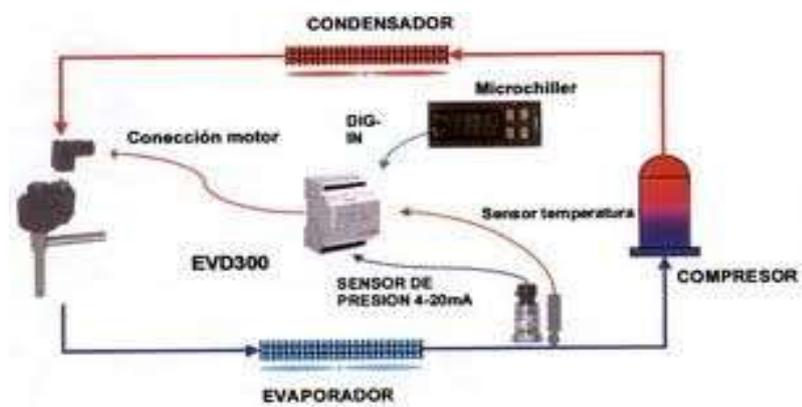
Las válvulas de expansión electrónicas dotadas de un conjunto de elementos sensores y de control para su manejo, aseguran un ahorro de energía, protegen la operación del sistema evitando el retorno de líquido en el compresor, optimizan la presión de condensación y de enfriamiento del evaporador y controlan eficientemente el recalentamiento. Son muy buenos aliados de la eficiencia energética del sistema de refrigeración, cuándo todo funciona bien.

Figura 25: Electroválvula de expansión



Fuente: Google.

Figura 26: Esquema de instalación de electroválvula.



Fuente: Google.

d) Válvula de expansión termostática:

Antes de comenzar a tratar el componente de expansión termostático, repasaremos el término recalentamiento del refrigerante, recordando que es la diferencia entre la temperatura real del vapor refrigerante en un punto y su temperatura de saturación, obtenida midiendo la presión manométrica. Para calcular el recalentamiento en el sistema de refrigeración se determina la diferencia entre el valor de la temperatura a la salida del evaporador, donde generalmente se sujeta el bulbo sensor, y el valor de la temperatura correspondiente a la presión manométrica del refrigerante dentro del evaporador.

Para estas mediciones se utiliza un termómetro digital con una sonda superficial, que se pone en contacto con la tubería cercana al bulbo sensor y se toman varias temperaturas, calculando la media más probable.

Conocida la presión de succión, que puede ser leída en la toma del compresor, y por supuesto el tipo de refrigerante que circula, se calcularán las pérdidas en la línea de succión hasta el evaporador y se restarán del valor anterior. Así, obtenemos la presión manométrica dentro del evaporador.

Empleando una Tabla de propiedades para el Refrigerante se puede determinar la temperatura de saturación correspondiente.

La presión manométrica dentro del evaporador antes calculada. La diferencia entre ambas temperaturas reportará el recalentamiento de operación del dispositivo de expansión.

Descripción de una válvula de expansión termostática.

La válvula de expansión termostática cuenta de:

El bulbo sensor de temperatura

Tubo capilar que une al tubo sensor con el componente actuante de la válvula El diafragma de la válvula

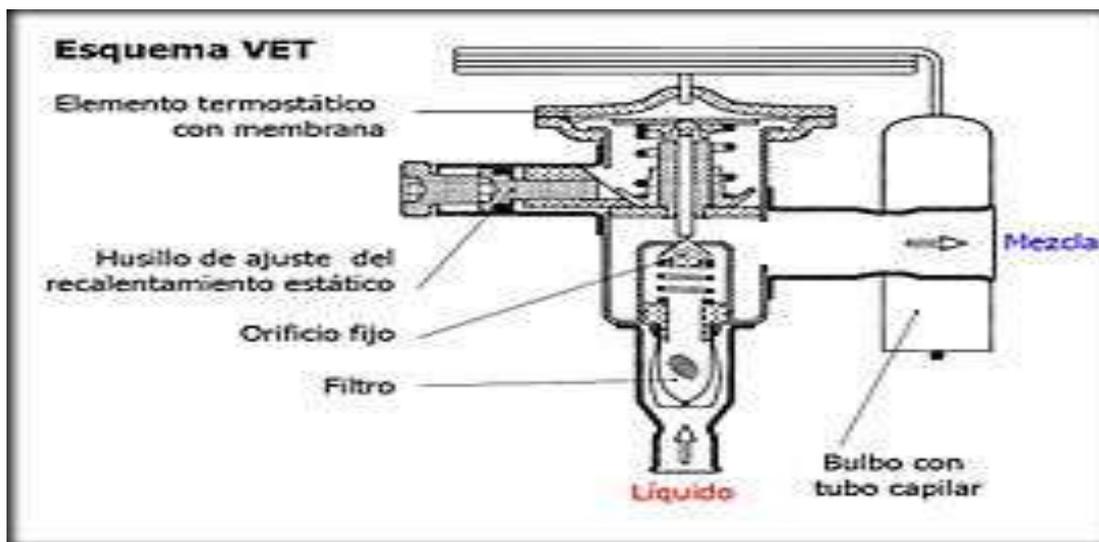
Las varillas de empuje y orificio cilindro-cónico obturado parcialmente por un vástago El vástago y su punta cónica que se introduce en el orificio

Un muelle o resorte El eje central

El tornillo de regulación que actúa sobre la tensión del muelle El cuerpo de la válvula

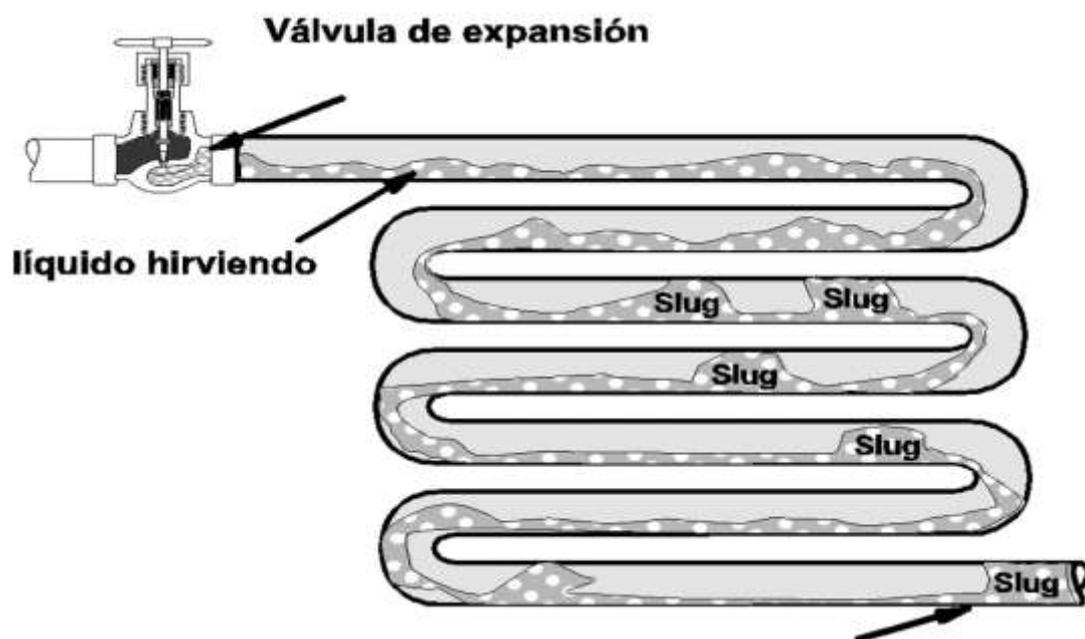
Las conexiones de entrada (zona de líquido) y de salida del refrigerante (entrada del evaporador)

Figura 27: Esquema de una válvula de expansión termostática



Fuente: Wikipedia

Figura 28: Ubicación de la válvula de expansión



Fuente: Google.

4.1.5.1.2. Separador de líquido o recipiente antigolpes de líquido

Situado en la línea de succión antes del compresor a la salida del evaporador, tiene como finalidad impedir la llegada de refrigerante líquido al compresor, los líquidos son depositados en la parte inferior, principalmente el aceite y luego el refrigerante líquido, quedando el refrigerante gaseoso en la parte superior, siendo este último el que pasa al compresor llevando con ello cierta cantidad de aceite. Con el gas aspirado entra refrigerante líquido y aceite.

La velocidad proyecta tangencialmente el fluido a modo de torbellino, centrifugando el líquido contra la pared interior por la que desciende hacia el fondo del separador donde se acumula.

El vapor y niebla resultante ascienden por el centro.

La velocidad del vapor al pasar junto a un orificio calibrado aspira y arrastra el aceite y una cantidad controlada de refrigerante líquido depositado, en el fondo del acumulador.

La mezcla de gas, aceite y una cantidad controlada de refrigerante líquido completa un giro de 180° y asciende por un segundo canal hacia la salida.

Este accesorio va justo después de la salida del evaporador, y la línea de succión del compresor, tiene como función no

permitir la entrada de refrigerante líquido al compresor, de este modo prevenir el martilleo de los pistones del compresor sobre las válvulas al comprimirlo, también contiene un sistema de trampas para el aceite, el cual se acumula en la parte inferior.

Figura 29: Separador de líquido



Fuente: Google.

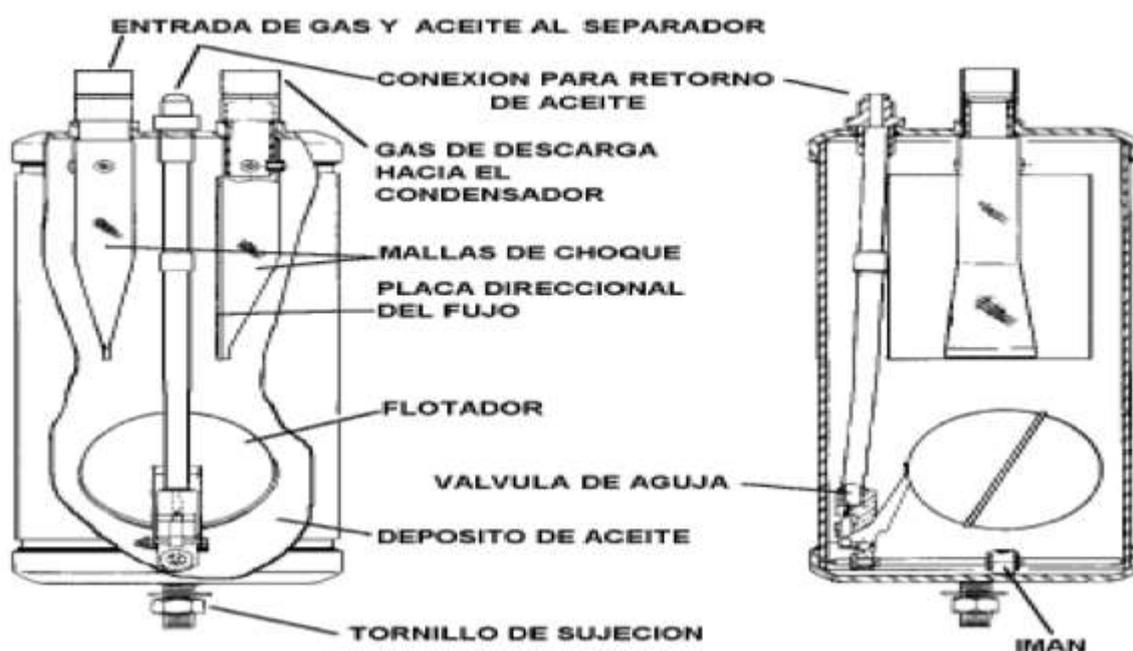
4.1.5.2. Accesorios de la zona de alta presión

4.1.5.2.1. Separador de aceite.

Este accesorio va justo después de la salida de la descarga del compresor y antes del condensador, siempre y cuando no se le haya colocado un anti-vibrador o reductor del sonido en la salida de descarga del compresor, Maciel Daniel (S.A) señala, el separador de aceite es un dispositivo, como lo dice su nombre, diseñado para separar el aceite lubricante del refrigerante, antes de que entre a otros componentes del

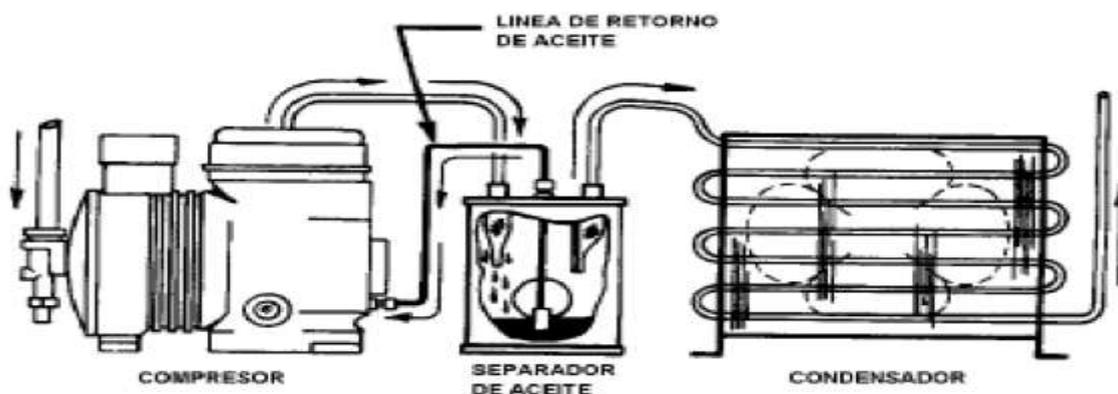
sistema y regresarlo al cárter del compresor. Originalmente, su propósito era mantener el nivel de aceite correcto en el cárter del compresor, pero con el tiempo se han encontrado otros beneficios al prevenir la circulación libre de pequeñas cantidades de aceite en el sistema. Su uso se ha vuelto muy común, y es considerado por la mayoría de los ingenieros y técnicos como un artículo esencial en instalaciones de unidades de baja temperatura y unidades de aire acondicionado de hasta 150 toneladas. La eficiencia global de un sistema mejora mucho donde se utiliza un separador de aceite, sobre todo para las temperaturas que se ven con más frecuencia en los refrigeradores de autoservicios y supermercados, que manejan temperaturas de evaporación alrededor de los -35 a -40°C .

Figura 30: Partes del separador de aceite



Fuente: Intensity.

Figura 31: Ubicación del separador de aceite en el sistema de refrigeración



Fuente: intensity.

4.1.5.2.2. Botella acumuladora.

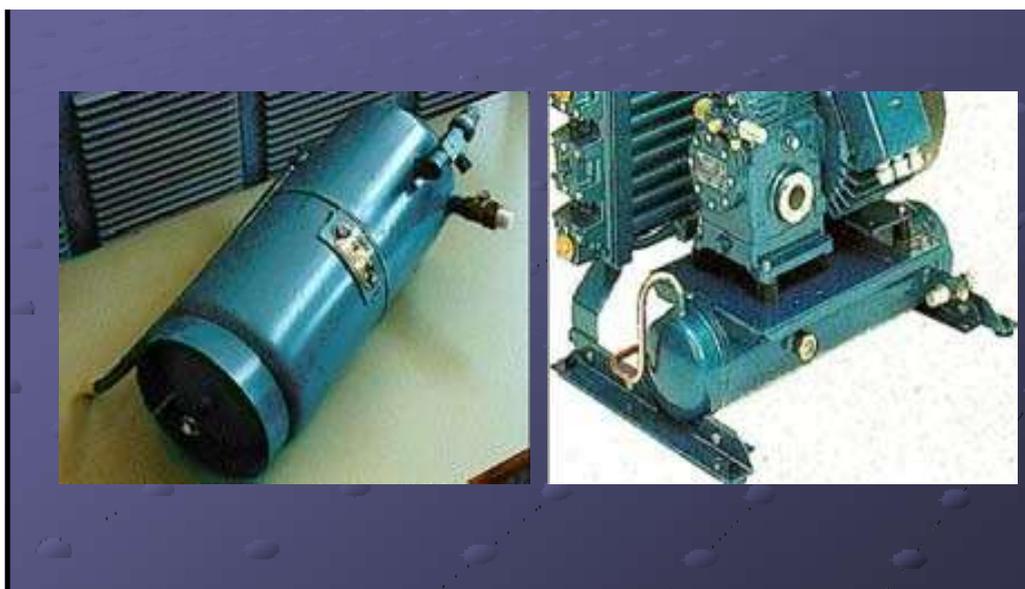
En este recipiente se recoge todo el líquido (refrigerante) condensado a alta presión que viene del condensador, tiene la finalidad de acumular y garantizar la dotación de refrigerante que se vaya a proporcionar al evaporador a través de la válvula de expansión y que las presiones no se caigan, si esto último sucediese se perdería la eficiencia frigorífica, razón por la cual es de vital importancia en sistemas frigoríficos industriales.

Figura 32: Corte transversal de tanque acumulador



Fuente: Google

Figura 33: Vista de un tanque acumulador y uno montado en una unidad condensadora



Fuente: Google

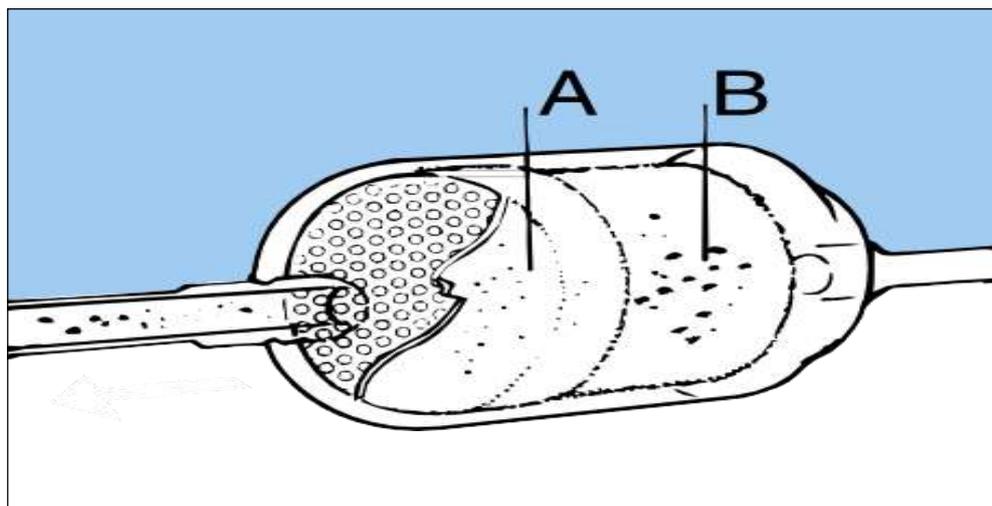
4.1.5.2.3. Filtro deshidratador.

Danffos (2005), menciona que para asegurar un funcionamiento óptimo, el interior del sistema de refrigeración deberá estar limpio y seco. Antes de poner en marcha el sistema, deberá eliminarse la humedad por vacío a una presión absoluta de 0.05 mbar. Durante el funcionamiento, es preciso recoger y eliminar suciedad y humedad. Para ello se utiliza un filtro secador que contiene un núcleo sólido formado por:

- Molecular tamiz (sieves molecular)
- Gel de sílice
- Alúmina activada y una malla de poliéster (A)
insertada en la salida del filtro

El núcleo sólido es comparable a una esponja, capaz de absorber agua y retenerla. El tamiz molecular y el gel de sílice retienen el agua, mientras que la alúmina activada retiene el agua y los ácidos. El núcleo sólido (B), junto con la malla de poliéster (A), actúa asimismo como filtro contra la suciedad. El núcleo sólido retiene las partículas de suciedad grandes, mientras que la malla de poliéster atrapa las partículas pequeñas. El filtro secador es, por lo tanto, capaz de interceptar todas las partículas de suciedad de un tamaño superior a 25 micras.

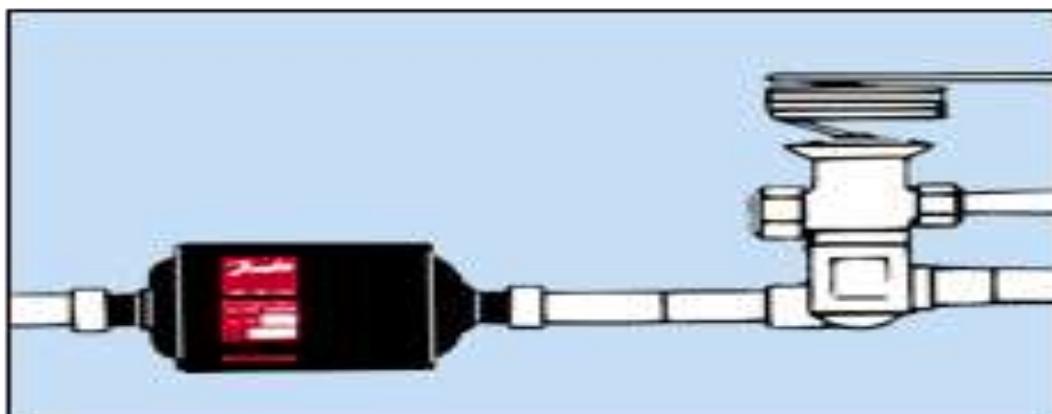
Figura 34: Detalle del filtro deshidratador



Fuente: Google

Danfoss (2005), la localización en el sistema: El filtro secador se instala normalmente en la línea de líquido, donde su función principal consiste en proteger la válvula de expansión. La velocidad del refrigerante en la línea es baja, y por ello el contacto entre el refrigerante y el núcleo sólido del filtro secador es bueno. A la vez que la pérdida de carga a través del filtro secador es baja.

Figura 35: Ubicación del filtro deshidratador

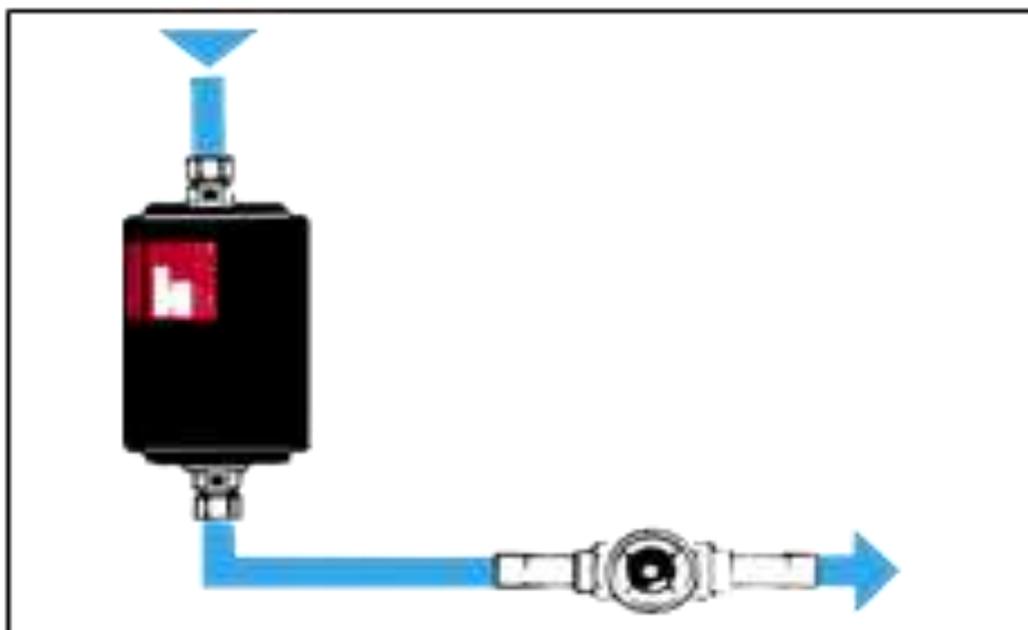


Fuente: Google

4.1.5.2.4. Visor de líquido

Este accesorio permite ver el flujo de gas en la línea de líquido hacia la válvula de expansión, va ubicada inmediatamente después del filtro de humedad de la línea de líquido. A continuación, se muestra una figura de su posición en el sistema, Danffos (2005)

Figura 36: Detalle del visor de líquido



Fuente: Google

V. CONCLUSIONES

- Un sistema termodinámico se define como un sistema cerrado, en el cual el proceso de absorción y liberación de calor se realiza por medio de un refrigerante que fluye en un ciclo de compresión de vapor creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en el evaporador y lo ceda en el condensador, esto se detalla en el ítem IV de esta monografía.
- Este sistema cerrado el cual esta mediado o intervienen una serie de componentes, que tienen como objetivo bajar la temperatura del medio a enfriar, llegando a ser muy por debajo de 0° centígrados, se aplica para la fabricación de hielo, el cual es el principal insumo para la conservación del pescado (fresco refrigerado), incluso en el procesamiento del pescado fresco para congelación es utilizado el hielo, el cual se mezcla con el agua para la limpieza del pescado en las distintas labores previas al enduredo o congelación. El pescado en salazón y el pescado seco-salado también son sometidos a frío para prolongar el tiempo de almacenamiento hasta su consumo.
- Para entender un sistema frigorífico debemos separar al mismo en dos partes o zonas, la primera lo llamaremos zona de alta presión y está compuesta por los principales componentes que son: compresor, condensador, filtro de humedad, tanque receptor de líquido, componentes eléctricos, separador de aceite, llaves de paso y válvula solenoide; la zona de baja presión se inicia con la válvula de expansión, seguido del evaporador y el tanque separador de

líquido o antigolpes, cabe señalar que el refrigerante actúa en la dos zonas al igual que el aceite.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe continuar las investigaciones para determinar la utilidad de los sistemas de refrigeración para zonas rurales, accionados con energías alternativas como la eólica, hidráulica y fotovoltaica, para de esta manera conservar los productos agropecuarios que se producen en el campo, en ese sentido mantener por mayor tiempo los mismos y que estos alcancen buen precio en el mercado, no estar condicionado por la perecibilidad de los mismos.
- Hacer mayores inversiones en procesos más complejos para el tratamiento de los productos agropecuarios, como la utilización de la liofilización, para mayores estudios en el aprovechamiento de estos productos, no solo en cuanto a su transformación, si no diversos tipos de análisis como el económico, impacto en la sociedad, etc.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Cortez Solis J. P. (1990). Técnicas De Conservación De Los Recursos Pesqueros En La Amazonia Peruana. Folia Amazónica Iiap Vol. N° 2. Recuperado en: www.iiap.org.pe/upload/publicacion/Folia2_articulo5.pdf
- Danffos (2005). Filtros y visor de líquido (pdf). Argentina. Danffos. Recuperado en: <http://www.indubel.com.ar/pdf/biblioteca/danfoss/catalogos/notas-del-instalador/pfe00a105.pdf>
- FAO (2017). CODEX ALIMENTARIO (PDF). Recuperado en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2Bstan%2B190-1995%252FCXS_190s.pdf
- Gobierno de Aragón (S.A.). Mantenimiento de instalaciones frigoríficas y climatización. (PDF). España. Recuperado en : <file:///D:/bibliografia%20para%20titulo%20de%20agronomo/Ficha-Evaporadores.pdf>
- Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (1990). Técnicas de conservación de los recursos pesqueros de la Amazonía peruana (PDF). Recuperado en http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/Folia2_articulo5.pdf
- Hurtado Mamani, Carmen Justina (2014). Tesis: “OPTIMIZACION DEL PROCESO DE CONGELACION DE TILAPIA (Oreochromis aureus) EN Bloques E Iqf Para Lograr Una Máxima Calidad”. Universidad Nacional De San

Agustín Facultad De Ciencias Biológicas Escuela Profesional Y Académica De Ingeniería Pesquera. Recuperado en: <file:///D:/bibliografia%20para%20titulo%20de%20agronomo/tesis%20congelamiento.pdf>

- Indubel. Capítulo 12: Refrigerantes, (pdf). Recuperado en: <http://www.indubel.com.ar/pdf/gases/refrigerantes.pdf>
- Información sobre inocuidad de alimentos. Recuperado en: https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/931068e4-c4c3-4f00-8222-19d40fcd034d/Freezing_and_Food_Safety_SP.pdf?MOD=AJPERES
- Maciel Daniel (S.A). Separador de aceite en el ciclo de refrigeración parte 1, España. Intensity. Recuperado en: <https://www.intensity.mx/es/blog/separador-de-aceite-en-el-ciclo-de-refrigeraci%C3%B3n-parte-1>
- Medina Lemos, E., (2016). Hielo en las pesquerías. In slideshare. Recuperado en: <https://www.slideshare.net/EstebanMedinaLemos/el-hielo-en-las-pesqueras>.
- Michael Shawyer y Avilio F. Medina Pizzali (2005). Uso del hielo en pequeñas embarcaciones de pesca. Recuperado en: <http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s00.htm#Contents>
- Ospino Antonio (2018). Capitulo III. El Condensador Y El Evaporador. (pdf). SCRIBD. Recuperado en: <https://es.slideshare.net/ANTONIOFAVIOOSPINOMA/capitulo-iii-condensador-y-el-evaporador-en-refrigeracion-y-climtiazacinf>

- Orrego Alzate, C. (2003). Procesamientos de Alimentos. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9053/1/958932280.pdf>
- S.A. (2002). Manual general de refrigeración (pdf). España. Recuperado en: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/03/MANUAL-G-REF-O.pdf>
- Salazar Larios K. A.M. (2015). Tesis para optar el título de ingeniero industrial: Mejora de la Producción de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia S.A.C. Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial.
- Toro Juan. Tema 7: tipología y clasificación de los compresores. (pdf). España. Recuperado en: <file:///D:/bibliografia%20para%20titulo%20de%20agronomo/COMPRESORES.pdf>.
- Velaez Navia D. A. (2011). Tesis para optar el título de ingeniero químico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Valdez Aguilar C. M. y Rosas K. A. M. (2015). Fabricación de Hielo y Análisis de Ciclos de Refrigeración por Compresión de Vapor.

- Zegarra Revegio D. A. (2010). Diseño de un Productor de Hielo Fluido de 14 Kg/H. Recuperado en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1516>.