

**REACONDICIONAMIENTO DE LAS CÁMARAS
FRIGORÍFICAS EN EL HOTEL RIO DE LUNA Y MARES DE
HOLGUÍN**

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico

Autor: Adrián Esquivel Buzzys

Tutor: Ms. C Ing. Yorley Arbella Feliciano

Holguín, 2021

RESUMEN

En la presente investigación se realiza un estudio del comportamiento en las cargas térmicas que enfrentan las cámaras frías instaladas en el Hotel Rio de Luna y Mares. Los estudios se encuentran motivados ante la existencia de un deterioro prematuro en las cámaras frías, ello ocasiona problemas en la operación y mantenimiento para la instalación frigorífica. Las irregularidades funcionales están asociadas con el sobre calentamiento en la unidad condensadora, problemas de hermeticidad, aislamiento y operación deficiente, estos a su vez generan un sobreconsumo energético y deterioro prematuro de los equipos. La operación de las cámaras actualmente se encuentra regulada por medidas del Ministerio de Salud Nacional para evitar el contagio de la covid-19. Tras concluir las modelaciones de posible comportamiento térmico en la instalación, se detectaron un grupo de irregularidades técnicas y operacionales para las cuales se propone mediante reacondicionamiento de las cámaras frías, un grupo de medidas y modificaciones que garantiza un ahorro en el consumo eléctrico de la entidad y un mejor rendimiento del equipamiento.

ABSTRACT

In this research, a study of the behavior of the thermal loads faced by the cold rooms installed in the Hotel Rio de Luna y Mares is carried out. The studies are motivated by the existence of premature deterioration in the cold rooms, this problem causes in operation and maintenance for the refrigeration installation. Functional irregularities are associated with overheating in the condensing unit, tightness problems, insulation and poor operation, these in turn generate energy overconsumption and premature deterioration of the equipment. The operation of the cameras is currently regulated by measures of the National Ministry of Health to prevent the spread of covid-19. After concluding the modeling of possible thermal behavior in the installation, a group of technical and operational irregularities were detected for which a group of measures and modifications is proposed through reconditioning of the cold chambers that guarantees savings in the entity's electricity consumption. And better equipment performance.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	6
1.1 Refrigeración	6
1.1.2 Sistema de refrigeración	8
1.1.3 Principio de refrigeración por compresión	10
1.1.4 Fluidos en la refrigeración	12
1.2 Sistema de enfriamiento en instalaciones frigoríficas	14
1.2.1 Importancia de contar con un sistema de refrigeración adecuado	15
1.3 Cámara frigorífica.....	16
1.3.1 Tipos de cámaras frigoríficas	17
1.4 Características y funcionamiento de una cámara frigorífica industrial	20
1.4.1 Principales componentes y accesorios en la refrigeración industrial.....	21
1.5 Mantenimiento de la cámara frigorífica	25
1.6 Importancia de las cámaras de refrigeración y congelación para la preservación de alimentos.....	29
CAPITULO II: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO DE LAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS DEL HOTEL LUNAS DE MARES.	33
2.1 Caracterización de la entidad.....	33
2.1.2 Caracterización de las instalaciones frigoríficas.....	36
2.2 Cálculo y evaluación de las cámaras frías.	38
2.3 Propuestas de reacondicionamiento de las cámaras frigoríficas	45
2.4 Impacto del reacondicionamiento.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	55

INTRODUCCIÓN

El avance sostenible del sector industrial depende esencialmente de la actividad del mantenimiento que se realice dentro de la gestión organizativa de la empresa, independientemente del campo al que dirija su productividad, ya sea el comercio, construcción, alimentación, educación, minería, servicios de salud, transporte, en redes hoteleras, entre otros; lo cual se constituye como un factor de gran importancia para la economía de la industria y del país (Herrera, 2020).

El mantenimiento es una actividad esencial en cualquier industria, su función es conservar o restablecer un sistema a un estado operativo, a fin de mantener la disponibilidad de los equipos y los parámetros de producción establecidos por la empresa (Concha, Oyaece, & Quiroga, 2017).

El mantenimiento es el arma fundamental para la conservación de los equipos. Aunque en algunas empresas no hacen hincapié en su extremo cumplimiento así se afecta la economía de la entidad. A medida se logra que pequeños problemas se conviertan en futuras fallas técnicas que afecta su rendimiento en el transcurso de explotación.

Según Guarrido (2003) define como mantenimiento “El conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscar la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” pág. 1).

De acuerdo con lo planteado el equipo debe funcionar con el menor recurso posible sin perder sus condiciones técnicas, el mantenimiento tiene como objetivo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigidas, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para la protección del operador que realiza su función con el equipo y lo mantiene con una mínima degradación del medio ambiente. Al conseguir todos estos puntos se está ante una buena gestión integral de mantenimiento.

Las industrias frigoríficas tienen como principal prioridad avanzar en la conservación de las diversidades de productos alimenticios a nivel mundial ha logrado constituirse un factor indispensable para el desarrollo del país, con la finalidad de conservar productos en mayor cantidad. Para ello, "es imprescindible y de vital importancia la conservación operacional del activo, permite evitar pérdidas en materia prima y en el ámbito económico dentro de la industria" (Gómez, 2019).

Las cámaras de frío en las industrias hoteleras tienen como función el cumplimiento estricto de las normas de consumo para los clientes a tener en cuenta la adecuada manipulación y la conservación de la vitalidad de los alimentos que estos no se vean afectados ni deteriorados, que estén aptos para el consumo humano, evitar que se desarrollen rápidamente las bacterias que

descomponen el producto, provocan contaminación y podrían desencadenarse como un peligro para la salud (Comisión técnica de AEFYT, 2020).

Actualmente en nuestro país, existen diversos grupos que se dedican a la investigación en esta importante rama de la tecnología, con vista a mejorar el comportamiento de los sistemas instalados, se debe buscar vías para incrementar la eficiencia, evitar los nuevos tipos de refrigerantes y la emisión de gases que puedan afectar la capa de ozono o favorecer el efecto invernadero.

La industria frigorífica eleva sus perfiles de desarrollo, y encuentra un amplio campo de aplicaciones. Convirtiéndose en una herramienta esencial para la producción y el consumo de las bebidas, tales como: jugos, vinos, cervezas, etcétera (Scientia et Technica, 2006).

El proceso de refrigeración ha sido de interés del hombre por satisfacer sus necesidades más urgentes ha sido una constante preocupación en el proceso de evolución del mismo. Para ello ha sido necesaria su interacción con la naturaleza, en especial con su entorno más cercano. Como es de saber la ciencia ha sido la base del desarrollo de la sociedad a través sus adelantos a lograr mejorar las condiciones de vida.

Es importante dar a conocer términos y evolución del sector de la refrigeración, también entre los temas de interés e inolvidable trascendencia es el conocimiento de la historia misma de la refrigeración y su evolución en la tecnología implicada en la misma. Se debe conocer que el frío es la ausencia total o parcial de la energía térmica en elementos mediante el uso de termodinámica, pero no es una sustancia, elemento, o cualidad propiamente dicha. Podemos hablar de la refrigeración desde tiempos tan remotos como la prehistoria, y “casos documentados como en la civilización egipcia, es importante considerar que no ha sido sino hasta mediados del siglo XIX cuando podemos nombrarla como un sistema tecnificado de extracción de energía calórica en medios contralados” [stoecker, 1981].

En manifiesta en escritos antiguos cómo los egipcios, hindúes y otras civilizaciones, utilizaban procedimientos en la elaboración de hielo artificial, semejantes en sus principios a los que se utilizan actualmente producidas mecánicamente. Se utilizaban vasijas de arcilla con porosidades o materiales similares poco hondas y llenaban con agua donde eran colocadas sobre catres de paja gruesos durante la noche. Si las condiciones atmosféricas eran propicias: frío, aire seco y una noche sin nubes, la pérdida de calor, debida a la evaporación nocturna, originaba en la superficie que se formen capas finas de hielo. La paja impedía la conducción de calor desde la tierra que estaba a una temperatura más elevada y las formas de las vasijas

poco hondas y de una gran superficie, permitía la pérdida de calor y evaporación por radiación.

Por lo general la refrigeración artificial son apreciables ejemplos de la habilidad humana. ‘En la historia de las máquinas térmicas y la termotecnia, se observa una innovación útil, con sentido práctico, posteriormente se sentaron los fundamentos racionales, científicos y metodológicos’ [stoecker, 1981].

Se demuestra que el frío es la mejor alternativa para mantener los alimentos en buen estado para mantener sus características naturales es decir que la vitalidad del producto se prolongue un tiempo terminado, donde el hombre pueda consumirlos sin que su salud esté en riesgo y pueda disfrutar de la excelente calidad de su conservación.

Las propiedades fundamentales para que exista una buena conservación de los alimentos, que estas cámaras se encuentren libres de agentes dañinos que podrían ser perjudiciales para la salud de su consumidor, el frío hace mucho más lento el proceso de descomposición del producto, es importante tener en cuenta otros cuidados, el frío por sí solo podría no ser suficiente pero una buena higiene protege el producto se evita contaminar dichos alimentos. Es importante que las cámaras frigoríficas y en general todo tipo de equipos de refrigeración, se mantengan limpios y desinfectados, pues solo al llevar estas acciones de manera periódica ‘se podrá tener la seguridad de que los productos perecederos se encuentran en un ambiente limpio, descontaminado y a la temperatura que necesitan para conservarse en buen estado por más tiempo’ (Alexander, isaac,2020).

Es indispensable tomar en cuenta otras consideraciones como la limpieza y desinfección que comentamos anteriormente; también es esencial conocer a qué temperatura deben estar los alimentos, donde algunos es mejor congelarlos para mantener la mayor partes de sus propiedades en estado óptimo, Esto se debe a que las bajas temperaturas permiten su conservación mucho más tiempo, y de esta manera las empresas pueden invertir al mayor en estos productos, se debe saber que hay una forma infalible de conservarlos en perfecto estado, algunos incluso son congelados para su posterior consumo.

Al refrigerar y congelar todo tipo de alimentos, se debe conocer el tiempo aproximado en que estos pueden permanecer dentro de las cámaras de congelación pues a pesar de mantenerse a cierta temperatura para su conservación, estos cuentan con determinado tiempo para ser viables para la alimentación: si este tiempo se excede, en determinados momentos los agentes dañinos pueden empezar a proliferar en los productos perecederos.

Las cámaras de congelación pueden trabajar a diferentes grados, la temperatura ideal para conservar los alimentos está cerca de unos grados antes de llegar a la congelación, sin dejar de lado el tipo de alimento que se está almacenado, cada uno de ellos puede tener diferentes necesidades en cuanto a su conservación. Quienes trabajan en estos ámbitos deben conocer muy bien sobre estas necesidades, con el objetivo de evitar que los patógenos dañinos puedan en algún momento encontrar las condiciones adecuadas para sobrevivir.

La ciencia ha sido un factor esencial para el desarrollo de la sociedad para alcanzar un adelanto sorprendente para el confort de vida del ser humano. Se destaca la refrigeración como actividad indispensable para el desarrollo económico del país en su gran empleo en instalaciones frigoríficas que brindan un excelente servicio en nuestras industrias hoteleras.

Se debe en cuenta lo antes expuesto se hace necesario hacer hincapié en todas las funciones inherentes a la gestión de alimentos, garantizar de esta forma que todas las partes del sistema funcionen coordinadamente, alcanzar niveles óptimos en cuanto a la productividad y la eficiencia de los recursos alimenticios.

En las instalaciones turísticas de nuestro país se han presentado dificultades en el mantenimiento de las cámaras de frío que provoca su deterioro y afectaciones en la conservación de cada alimento para su consumo esto provoca pérdidas al sector empresarial, es válido señalar que el objetivo no es solo brindar el servicio para satisfacer necesidad, sino que debe tener alta calidad en cada producto que ofrece el centro.

En este trabajo haremos énfasis al uso de las cámaras de frío en Hotel Rio de Luna y Mares donde al transcurso del tiempo estas instalaciones frigoríficas han sufrido deterioro que causa pérdidas en la conservación de alimentos y productos de alto consumo por los clientes, para ello nos apoyaremos en las investigaciones y en criterios de personas especializadas en ese tema para lograr un buen diagnóstico de las principales causas que propician su estado actual. Al identificar esta problemática se define el problema de investigación siguiente.

Situación problémica

Existe un deterioro prematuro de las cámaras frías, lo cual ha ocasionado anomalías en la operación y mantenimiento, que produce calentamiento en la unidad condensadora, deficiencias en la hermeticidad, el aislamiento y la operación razón por la cual se produce sobreconsumo energético.

Problema de Investigación:

Se requiere el reacondicionamiento de las tareas de operación y mantenimiento de las cámaras frías del Hotel Sol Rio de Luna y Mares, para mitigar las causas que influyen en el deterioro prematuro y la eficiencia energética.

Objeto de investigación:

La cámara frigorífica.

Campo de acción:

Reacondicionamiento de las cámaras frigoríficas del Hotel Sol Rio de Luna y Mares.

Hipótesis:

Si se determinan las causas que provocan el deterioro y los problemas de eficiencia energéticas en las cámaras frías del Hotel Sol Rio de Luna y Mares permitirá a los directivos de esta institución trazar un plan de acción para mejorar el desempeño de este tipo de instalación.

Objetivo general.

Reacondicionar las cámaras frigoríficas del Hotel Sol Rio de Luna y Mares, para mejorar las condiciones técnicas operacionales y la eficiencia energética del equipo.

Tareas necesarias para dar cumplimiento al objetivo del trabajo:

- a) Fundamentar los principales referentes teóricos-metodológicos que sustentan el estudio de la investigación.
- b) Determinar las causas del deterioro de las cámaras frigoríficas del Hotel Rio de Luna y Mares.
- c) Proponer acciones para el reacondicionamiento de las cámaras frigoríficas.
- d) Redactar informe técnico de los resultados obtenidos

Métodos de investigación

Dentro de los métodos de investigación utilizados se destacan los siguientes:

Métodos empíricos:

Consulta de expertos: se entrevistaron a los profesionales con experiencia en el tema, se permite tener en cuenta opiniones, criterios, sugerencias de ingenieros y técnico de mantenimiento relacionados con el problema causado.

Métodos teóricos:

Histórico-Lógico: Facilita conocer la evolución y desarrollo del objeto de la investigación y llegar a un análisis lógico

Análisis y síntesis: Para el procesamiento de la información teórica y elaborar el fundamento teórico y las conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo abordará los sobre la evolución del proceso de refrigeración, una breve descripción del significado de la cámara frigorífica, así como las características y funcionamientos de estas en industrias y las características del mantenimiento realizado a las cámaras Frías.

1.1 Refrigeración

Su evolución fue a partir del año 1900, donde un señor de Nueva York estaba bajo condiciones de trabajo de altas temperaturas de una empresa y la humedad existente al ejecutar los procesos de impresión. Las variaciones incidían levemente en los tamaños del papel, lo que no permitía alinear las tintas y perjudica las impresiones a color. Esto motivó a que Willis Carrier, recién graduado de la Universidad de Cornell, investigó cómo solucionar el problema de la alta humidificación en el aire que era enfriado. Es así, que, en 1902, diseñó una máquina que regulaba la humedad y la temperatura a través de tubos enfriados, en el primer equipo de climatización en el mundo. El equipo para refrigerar el aire fue patentado, se le dio una solución al señor de la imprenta, quien enhorabuena fue muy feliz, se disminuyeron los inconvenientes en su trabajo (Cabezas, 2011).

En conjunto a Cabezas (2011), Willis Carrier en 1915 y seis amigos ingenieros, crearon la “Compañía de Ingeniería Carrier”, conocida mundialmente conocida como “Carrier”, para la innovación y desarrollo de su producto. En esa época solamente se dedicó al control de humedad y temperatura de la producción industrial, se destacaban las empresas de películas, fábricas tabacaleras, fábricas de carne procesada, empresas farmacéuticas que elaboraban cápsulas medicinales, entre otras. La calidad de los productos se mejoró notablemente permitió un avance hacia el desarrollo. Según Córdova (2009) resalto que Carrier patentó el equipo como “Un aparato para tratar el aire” (pág. 19).

Carrier, en el año 1921, creó la “Máquina de Refrigeración Centrífuga” y la patentó, convirtiéndose en el primer sistema para acondicionar el aire en lugares espaciosos. Las máquinas anteriores funcionaban con pistones que bombeaban a través del circuito refrigerante, En estas nuevas máquinas se implementó un compresor centrífugo que hacía a las máquinas más seguras y a su vez más eficaces, las anteriores máquinas funcionaban con pistones que bombeaban a lo largo del circuito de refrigeración (Cabezas, 2011).

Para uso doméstico, las Industrias Carrier recién en 1928, desarrollaron el primer equipo de acondicionador de aire para los hogares norteamericanos, la Gran Depresión de 1929 en los

EEUU fue un obstáculo, pero la masificación, la demanda obviamente se redujo notablemente. Después de la Guerra

(1945), los ingresos por ventas de los aparatos y sistemas para tratar el aire para uso doméstico (casas y departamentos) fueron un éxito. Lo que se podía observar era un bienestar general y mejoras en la calidad de vida producto de mejorar las condiciones del clima en los espacios cerrados (Cabezas, 2011).

Es evidente decir que la construcción de estos equipos es un diseño extraordinario, se crea ambientes agradables, motivan al trabajo (higiene del trabajo), aumenta la capacidad del ser humano ya sea en tareas físicas o mentales (estudios han demostrado un mayor rendimiento físico e intelectual con temperaturas entre 20° a 25° centígrados), entre otros aspectos. La revolución en la industria ya había comenzado, especialmente con la aplicación de torres de enfriamiento en sus diferentes modelos y múltiples aplicaciones.

En lo expresado anteriormente los sistemas de enfriamientos tienen infinitudes de aplicaciones tales como enfriamiento de agua para usos en procesos industriales, enfriamiento del agua de condensación usada en instalaciones frigoríficas (comerciales, industriales, de hostelería, acondicionamiento de aire industrial, de bienestar en la edificación, etc.). De acuerdo con lo expresado “los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 129).

Para poder avanzar en el flujo del refrigerante se aborda el estudio de los tratamientos refrigerantes, se indica lo siguiente sobre el propósito del método experimental: “Es investigar las posibles relaciones causa-efecto, se expone a uno o más grupos experimentales a acción de dos o más condiciones de tratamiento, comprobar los resultados con uno o más grupos de control que no reciben tratamiento” (Ávila, 2001). Consecuente al tema, Ávila menciona otro concepto de método experimental, pero esta vez según en cuenta a Mario Bunge. Así, indica: “El método experimental consiste en someter a un sistema material a ciertos estímulos y en observar su reacción a estos, para resolver algún problema sobre la relación estímulo-respuesta” (Bunge, 1959).

No hay duda de lo explicado por Bunge, quien afirma: “La ciencia fáctica emplea el método experimental concebido en un sentido amplio. Este método consiste en el test empírico de conclusiones particulares extraídas de hipótesis generales” (Bunge, 1959, p. 16). Y asegura también que: “La experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores,

es decir, la sujeción del objeto de experimentación a estímulos controlados” (Bunge, 1959, p.35).

Se emplea nuevas invasiones para lograr un sistema cada vez más práctico para la evolución de la refrigeración donde acuerdo con lo afirmado por Thomas Kuhn, quien en su libro titulado “Estructura de las Revoluciones Científicas” afirmaba que: “La naturaleza misma de la investigación normal asegura que la innovación no será suprimida durante mucho tiempo” (Kuhn, 1971, pág. 27).

1.1.2 Sistema de refrigeración

La importancia de la refrigeración en la actualidad para congelar y conservar productos es de gran importancia, lo que es necesario realizar un análisis de los conceptos fundamentales para conocer el funcionamiento de un ciclo de refrigeración por compresión mecánica tanto real como ideal, empezar por cada uno de los componentes que lo conforman y los cambios que sufre el refrigerante al circular en el sistema para alcanzar las temperaturas deseadas en la cámara.

En el concepto de refrigeración se destacan autores como (Mancini Di Meco, 2004), (Pita, 1991), (Jutglar, y otros, 2008) y (Whitman, y otros, 2000) en sus distintos criterios, donde concluyen que la refrigeración se basa en quitar calor a cualquier sustancia a la que se desea mantener a una temperatura menor a la del medio que le rodea y durante el tiempo que sea necesario; es decir se trata de un proceso de enfriamiento se aplica la transferencia de calor por lo que es necesario poner en contacto la sustancia, directa o indirectamente.

“En un sistema de refrigeración, tanto en compresión como absorción, el enfriamiento se obtiene en la evaporación de un líquido. Por consiguiente, cualquier fluido al que se le pueda cambiar de estado de un líquido a un gas, puede servir como refrigerante.” (Pita, 1991)

El sistema de refrigeración está constituido de equipos y elementos con el fin de absorber el calor de una sustancia o un sólido y llevarla a una temperatura requerida para congelar a través de una sustancia llamada refrigerante. El sistema de refrigeración por compresión mecánica es el que más se utiliza y se caracteriza por la circulación continua de refrigerante a través de todo el sistema.

Ciclo de refrigeración

De acuerdo con las publicaciones de autores como (Pita, 1991), (ÇengeL, y otros, 2012) y (JUTGLAR, y otros, 2008) manifiesta que un ciclo de refrigeración es aquel en el que un líquido llamado refrigerante experimenta una serie de procesos o cambios de estado, el

refrigerante se evapora a baja presión y una vez que absorbe calor se condensa; es decir es un proceso continuo de evaporación y condensación.

Ciclo ideal de refrigeración por compresión mecánica.

En el ciclo ideal de refrigeración por compresión mecánica figura 1,1 no está considerado la existencia de fricción entre el refrigerante y las paredes internas de las tuberías, ni se considera la pérdida de energía en los equipos y accesorios cuando circula el refrigerante, por lo que no existe disminución en la presión y no existe intercambio de calor con el medio.

El refrigerante se encuentra en condiciones saturadas a la entrada del compresor ($X=1$) y a la salida del condensador ($X=0$) por lo que sus propiedades intensivas e independientes no sufren variaciones en su composición.

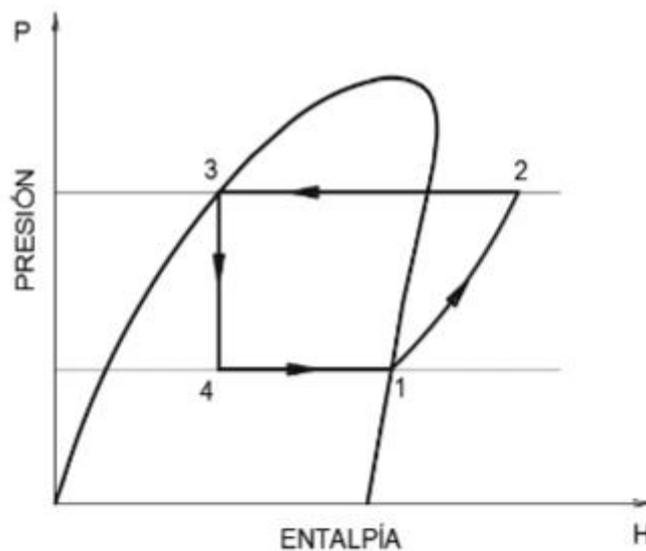


Figura 1.1. Ciclo de refrigeración ideal por compresión mecánica

Compresión: proceso adiabático, no existe transferencia de calor del refrigerante con el medio por donde circula, cuando el refrigerante ingresa al compresor en el estado 1 aumenta la presión de vaporización hasta llegar a la presión de condensación en el estado 2; en este proceso no existe cambio en la entropía de los estados 1 y 2.

Condensación: el proceso del estado 2 al estado 3 es isobárico y se realiza en el condensador, el calor absorbido por el refrigerante es cedido al aire que actúa como medio condensante, el vapor sobrecalentado es enfriado hasta su punto de saturación en el estado 3 en la curva de líquido saturado.

Proceso en el dispositivo de expansión: se realiza en la válvula de expansión, el refrigerante ingresa a la válvula de expansión como líquido saturado en el estado 3 hasta el ingreso al

evaporador, al pasar por alta presión y temperatura de condensación a baja presión y temperatura de evaporación en el estado 4, donde el refrigerante se encontrará como mezcla de líquido y vapor. El refrigerante a la salida del dispositivo de expansión hierve debido a la caída de presión que enfría al refrigerante porque toma el calor latente de evaporación de la propia mezcla.

Evaporación: Proceso isotérmico e isobárico es decir a temperatura y presión constante respectivamente entre el estado 4 y estado 1, la finalidad del evaporador es extraer el calor del medio a refrigerar a través de la evaporación del refrigerante, se satura la mezcla líquido vapor procedente del dispositivo de expansión en el estado 4 hasta el estado 1; cuando el refrigerante circula en el serpentín incrementa su entalpía. (PITA, 1991)

1.1.3 Principio de refrigeración por compresión

En estos casos se debe de conocer sobre el tema del principio de refrigeración donde se destaca como concepto según Enríquez (2003) lo define como "el proceso de mover el calor de un área donde es indeseable a otra donde el calor no es objetable. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, el calor siempre fluye de un material que tiene una temperatura alta a un material que tiene una temperatura baja"(p.117).

Por lo tanto, para que exista refrigeración debe de existir una reducción o eliminación del calor existente en el producto en a enfriar, la temperatura depende de la cantidad de energía que este acumulada en un cuerpo.

En la formación de la refrigeración se destaca el proceso de compresión de vapores que es el más utilizado en las industrias frigoríficas, porque de acuerdo con Miranda (2012) "emplea como fuente de energía trabajo mecánico obtenido casi siempre a partir de un motor eléctrico"(p.14).

Se pueden distinguir dos períodos:

1. Refrigeración natural. Relacionada totalmente con el uso del hielo.
2. Refrigeración artificial. Mediante el uso de máquinas.

Los períodos más sobresalientes de la evolución de la refrigeración son:

Refrigeración natural

Fue el motor impulsor para para la creación del diseño de la máquina de refrigeración, los chinos aprendieron que el uso del hielo mejoraba el sabor de las bebidas. Cortaron hielo en invierno y lo empacaban con paja y aserrín y lo vendían durante el verano. Por la misma época, los egipcios utilizaron recipientes porosos colocándolos sobre los techos para enfriar el agua, valiéndose del proceso de enfriamiento que generaba la brisa nocturna.

Refrigeración artificial

Se destacó en 1834, Jacob Perkins quien solicitó una de las primeras patentes para uso de una máquina práctica de fabricación de hielo. En 1880, Carl Linde inició el progreso rápido de construcción de maquinaria de refrigeración en base a la evaporación del amoníaco. También en 1880 Michael Faraday descubre las leyes de la inducción magnética que fueron la base en el desarrollo del motor eléctrico. En 1930, químicos de Dupont desarrollaron los refrigerantes halogenados. Desde entonces se creyó haber encontrado en los refrigerantes halogenados la panacea en la refrigeración; por su seguridad, no toxicidad, no inflamabilidad, bajo costo y fácil manejo, entre otras ventajas. Mas tardas para los años 80 cuando los científicos advirtieron sobre los efectos dañinos de algunos productos químicos sobre la capa de ozono en la Antártida, preocupación que condujo a la investigación y selección de las sustancias potencialmente activas que podrían producirlo. Desde entonces, los refrigerantes halogenados principalmente, quedaron señalados como los causantes de tales efectos.

Actualmente se realiza el mayor esfuerzo por eliminar la mayor parte posible de refrigerante que le causa daños a la capa de ozono, basado en un aval jurídico.

Refrigeración mecánica

Se define como refrigeración mecánica aquella que incluye componentes fabricados por el hombre y que forman parte de un sistema, cerrado (cíclico), o abierto, los cuales operan en arreglo a ciertas leyes físicas que gobiernan el proceso de refrigeración.

Se dispone de sistemas cerrados de refrigeración mediante el uso de refrigerantes halogenados como los CFC, HCFC, HFC y otros (sistemas de absorción de amoníaco, de bromuro de litio, entre los más usuales); máquinas de aire en sistemas abiertos o cerrados (muy ineficientes); equipos de enfriamiento de baja capacidad (hasta 1 ton de refrigeración) que usan efecto termoeléctrico; otros sistemas refrigerantes a base de propano o butano y para refrigeración de muy baja temperatura se utiliza CO₂.

“La criogenia constituye un área altamente especializada de la refrigeración para lograr temperaturas muy bajas hasta cerca del cero absoluto (-273°C), cuando se trata de licuar gases como helio, hidrógeno, oxígeno, o en procesos de alta tecnología y energía atómica” Bernal (2006).

La refrigeración mecánica se usa actualmente en acondicionamiento de aire para el confort, así como congelación, almacenamiento, proceso, transporte y exhibición de productos perecederos, se puede decir que sin la refrigeración sería imposible lograr el cumplimiento de la mayoría de los proyectos que han hecho posible el avance de la tecnología, desde la

construcción de un túnel, el enfriamiento de máquinas, el desarrollo de los plásticos, tratamiento de metales, pistas de patinaje, congelamiento de pescados en altamar, hasta la investigación nuclear y de partículas, aplicaciones en el campo de la salud y otros.

Clasificación según la aplicación:

Refrigeración doméstica.

Refrigeración comercial.

Refrigeración industrial.

Refrigeración marina y de transporte.

Acondicionamiento de aire de “confort”.

Aire acondicionado automotriz.

Acondicionamiento de aire industrial.

La refrigeración se basa en el hecho de que es necesaria una relativa “gran cantidad de energía térmica para transformar un líquido en vapor. Esta energía térmica se extrae de la sustancia a enfriar dispone de un líquido que hierva a temperatura por debajo de la sustancia que va a ser enfriada” Jiménez (2021).

1.1.4 Fluidos en la refrigeración

En el ciclo de refrigeración de las cámaras frías, circulan gases refrigerantes que sirven para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno para ello se debe extraer calor del espacio deseado y transferirlo a otro elemento cuya temperatura sea inferior a la del medio a refrigerar. Esta labor puede ser muy compleja, pero con el fluido refrigerante resulta mucha más sencilla de lo que parece. Esto puede llegar a conseguirse al hacer pasar nuestro refrigerante por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos.

El gas refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia estudiada y calculada para volver a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan "ciclo de refrigeración". Este ciclo se repetirá tantas veces como sea necesario para conseguir absorber el calor del medio refrigerar. Recuperado de

<https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/los-gases-refrigerantes.html>

Se Considera la información dada sobre los refrigerantes por los diferentes autores como (Gonzales Sierra, 2012), (Villanueva, 2004), podemos decir que un refrigerante es aquella sustancia que actúa como agente se absorbe calor de un cuerpo, por lo que se constituye en el agente de trabajo del sistema de refrigeración está continuamente vaporizándose (desprende calor) y condensándose (absorbe calor).

Desde el 1 de enero de 2010 está prohibido utilizar los gases refrigerantes HCFC (por ejemplo, R22) puros para el mantenimiento y recarga de equipos de refrigeración y aire acondicionado, según estipula el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. Así mismo, desde el 1 de enero de 2015 estará prohibido el uso de HCFC reciclados.

Posteriormente se han encontrado otras soluciones para sustituir los anteriores refrigerantes, son conocidas con el nombre de "refrigerantes verdes", o refrigerantes de bajo PCA como el R-407C, el R-134A y el R-410A. Sin embargo, estos gases de bajo PCA no podrán usarse en 2022 para equipos nuevos, aunque aún no tienen fecha límite para servicio y mantenimiento.

Hemos asistido, desde hace años, a un debate considerable sobre los efectos de la liberación de los refrigerantes en la atmósfera, y su incidencia sobre el cambio de la capa de ozono que protege la Tierra de los rayos UV del sol. Estos debates se centraron sobre los efectos nefastos de los refrigerantes como CFC, que se prohibieron más tarde. Los problemas provocados por CFC están unidos al hecho de que contienen componentes de cloro (Cl), que son responsables de la destrucción del ozono (O₃). El Protocolo de Montreal, acuerdo internacional para la protección de la capa de ozono, especificó en sus directivas, primero la eliminación de los clorofluorocarburos (CFC) de mayor contenido en cloro y retirada de los HCFC. Tras la eliminación del Cl, protagonizó las restricciones de estos gases el protocolo de Kioto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, Actualmente se actualizan las restricciones mediante la enmienda de Kigali, la cual avalan ponencias.

Consecuencia de este Protocolo de Montreal, y de la firme decisión de eliminar sustancias que agotan la capa de ozono, las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero han aumentado un 60% desde 1999.

Actualmente, nos encontramos ante un proceso de evolución hacia la sustitución de refrigerantes en el sector de la refrigeración, con cierta incertidumbre sobre qué tipos de gases refrigerantes van a utilizarse en el futuro y cómo deberán adaptarse las máquinas refrigerantes y los aparatos de refrigeración industrial, comercial e incluso doméstica, a los mismos.

Por el momento, sabemos qué gases existen actualmente y cuáles tienen fecha de caducidad, como veremos a continuación.

Los gases fluorados tales como el R-134a (HFC) y el R-404A (mezcla de HFC), se utilizan mucho en equipos de refrigeración más grandes, como los utilizados en supermercados.

En gran parte de los equipos de aire acondicionado se utilizan refrigerantes de gases fluorados (como R-410a o R-407C, ambas mezclas de HFC). Actualmente este proceso está

en expansión con las aplicaciones de los gases refrigerantes alternativos como los A2L (R32). Tienen un CPA (GWP) mucho más bajo, incluso casi nulo.

Por otra parte, existen otro tipo de refrigerantes alternativos no fluorados, entre los que se encuentran R-744 (CO₂), R-600a (isobutano), R-290 (propano), R-1270 (propileno) y R-717 (Amoniac).

Refrigerantes no fluorados

Estos refrigerantes no fluorados, denominados también "refrigerantes naturales" tienen la ventaja de no tener fecha límite de aplicación en la normativa F-Gas. El amoniac, por ejemplo, es un gas cuyo uso se remonta al siglo XIX y su aplicación en equipos de refrigeración comercial está muy extendida aún hoy en día. Muchos profesionales lo consideran hoy como el refrigerante del futuro, como el argentino Roberto Aguiló que ya lo defendía en su ponencia "El Amoniac es el pasado, el presente y el futuro en las plantas de refrigeración y frío industrial argentinas".

(<https://www.camarasfrigorificas.es/blog/sistemas-enfriamiento-instalaciones-frigorificas/>).

1.2 Sistema de enfriamiento en instalaciones frigoríficas

Los equipos frigoríficos que se instalan en almacenes e instalaciones frigoríficas, se suelen implementar en base al pliego de condiciones establecido, por la dirección técnica de la obra y que debe atender a temas tan sensibles como, la estructura del edificio, la orientación y los accesos, el tipo de aislamiento térmico, su naturaleza y espesor, datos meteorológicos del lugar de la instalación, naturaleza, temperaturas requeridas de los productos a almacenar, embalajes, movimientos y manipulación de mercancías, normas o códigos de buenas prácticas, entre otras.

Los distintos sistemas de enfriamiento de una instalación frigorífica los podemos dividir según los siguientes criterios:

- Por el balance frigorífico diario necesario.
- Por la potencia frigorífica a instalar.
- Por la elección del fluido frigorífero.
- Por la necesidad de implantación de nuevos fluidos frigoríferos.

Por la necesidad de enfriar por expansión directa o mediante fluidos frigoríferos. Balance Frigorífico Diario. Para establecer este balance frigorífico diario, es necesario sumar los balances individuales de distintos parámetros medidos en "kJ/24h" de los conceptos, entradas de calor por paredes, techos y suelos, entradas de calor por infiltraciones de aire durante la apertura de las puertas frigoríficas, equivalentes térmicos de elementos tales como,

ventiladores de maquinaria de frío, carretillas elevadoras o luminarias, posibles aportes térmicos de los operarios, calor sensible que se debe eliminar en el almacenamiento de mercancías por utilización de paletas, envoltorios o embalajes hasta que obtengan su temperatura óptima de almacenamiento en frío, calor de respiración de los productos introducidos para almacenar, calor disipado en los ciclos de descache, y valoración de los coeficientes necesarios de seguridad conforme a estándares industriales conocidos cuyos valores van a depender del grado de precisión de las partidas recibidas o de deterioros o envejecimientos de la maquinaria del frío o de las instalaciones y tipos de aislamiento.

Potencia Frigorífica a Instalar. La potencia, que se ha de expresar en kW, debe ser la relación entre el balance idóneo y el número de horas de funcionamiento diario, que deba tener una cámara frigorífica y que va a depender, a su vez, de ciertas consideraciones, como por ejemplo, el tiempo de funcionamiento de los equipos frigoríficos para obtener las temperaturas requeridas, una vez alcanzadas estas temperaturas, sería necesario valorar adecuadamente los tiempos de funcionamiento y arrancada y paro de la maquinaria frigorífica para valorar los consumos y aportaciones energéticas necesarias.

Valorar, así mismo, en situaciones de productos almacenados por sistema ultra congelados, las horas mínimas necesarias de funcionamiento de la instalación, teóricamente al no haber movimientos de mercancías ni entradas ni salidas el mantenimiento térmico pasa a ser óptimo, y los consumos energéticos se sostienen muy considerablemente.

La elección de fluidos frigoríferos, regulada su utilización en el famoso “Protocolo de Montreal y sus revisiones”, nos referimos a los CFC R-11, R-12, R-113, R-114, R-115 y sus mezclas, han de ser rechazados por su total prohibición, e implantar la utilización de sus sustitutos, por un lado, por ahorro de costes futuros por normativas locales o nacionales y, por otro lado, el tema de prohibiciones legales de utilización regulada por normas en posteriores implantaciones.

1.2.1 Importancia de contar con un sistema de refrigeración adecuado

Diseñar un sistema de refrigeración industrial óptimo requiere una evaluación minuciosa del área donde se va a instalar. Debe considerarse que un equipo de este tipo funciona principalmente en base a la velocidad del agua y la temperatura. Por eso, en Aliter podemos hacer un estudio de proyecto totalmente personalizado a tus necesidades. Son muchas las razones para elegir el agua en un sistema de refrigeración industrial. Entre sus propiedades puede ser usada como fluido transportador de calor o frío. El agua tiene la capacidad de transportar más energía que el aire, lo que da lugar a sistemas mucho más eficientes y que

requieren de menor espacio. Al instalar un sistema de este tipo reducimos los costes y conservamos el medio ambiente. Disponible en www.alitersoluciones.es/sistema de refrigeración industrial. Recuperado el /31-mayo-2021.

Factores se deben tener en cuenta al seleccionar un sistema de refrigeración

Para empezar, debe tenerse en mente que no todo equipo de refrigeración podrá utilizarse para cualquier proyecto. Para ello deben determinarse los elementos que conforman el sistema industrial o comercial. Además, se requerirá de una ingeniería cualificada que estudie las necesidades y los factores para tomar la decisión correcta. Al igual que un organismo vivo, un sistema de enfriamiento está conformado por varios equipos que se complementan entre sí.

1.3 Cámara frigorífica

Una cámara frigorífica (Figura1.2) se denomina por diferentes nombres como túneles de congelación, salas de temperatura controlada, cámaras de conservación y otro tipo de cámaras, funcionan bajo un mismo principio: El control artificial de las variables de temperatura, humedad y niveles de gases atmosféricos en su interior. Cada tipo de cámara, depende del tipo de material a contener en su interior. Una cámara de refrigeración, es un espacio hermético que mantiene unas condiciones de temperatura, humedad y niveles de gases, controlados mediante una serie de equipos e instrumentos de medición. Por lo general, estas cámaras mantienen temperaturas interiores menores a la temperatura exterior. Son sistemas cerrados, minimizan el intercambio de calor mediante sistemas electrónicos de refrigeración y mantienen los valores ambientales mediante una arquitectura que favorece el flujo laminar de la temperatura y minimizan el desperdicio de temperatura.



Figura 1.2. Cámara frigorífica

En función de las necesidades requeridas, las cámaras pueden clasificarse en tres grupos:

- Cámaras para almacenamiento de productos refrigerados, con temperaturas de 0 a 4 °C, para almacenarlos cortos períodos de tiempo.
- Cámaras de congelación y almacenamiento de productos congelados de 18 a -30 °C, para largos períodos de almacenamiento.
- Cámaras de atmósfera controlada, son cámaras estancadas, donde además de temperatura se controlan los gases de ambiente, incluso se añade aditivos como etileno (eteno) con nitrógeno. En estas cámaras la temperatura puede ser superior a la de conservación si se utiliza para someter los productos a un proceso de maduración acelerada y desecación o maduración artificial.

Para qué se utilizan las cámaras frigoríficas

Las cámaras frigoríficas son instalaciones de refrigeración de tamaño pequeño, mediano o grande, que tienen como fin, el de reducir o mantener a un nivel muy bajo de temperatura una mercancía determinada, habitualmente alimentos u otro tipo de elementos.

- Cámaras frigoríficas pequeñas con un volumen de 8 a 100 m³.
- Cámaras frigoríficas medianas con un volumen de 246 a 1 901 m³.
- Cámaras frigoríficas grandes con un volumen de 2 033 a 9 228 m³.

1.3.1 Tipos de cámaras frigoríficas

A través de los años la refrigeración ha evolucionado tanto así que hoy en la actualidad existen diversas y variadas aplicaciones, con el desarrollo industrial la preservación de los alimentos es la aplicación más común de la refrigeración mecánica, la mayoría de los alimentos son elaborados en lugares lejanos y resulta muy importante su preservación al momento del transporte, almacenamiento y consumo, así las grandes empresas alimenticias conservan sus productos.

Las temperaturas para conservar los alimentos son muy variadas y dependen directamente del tipo de alimento y el tiempo que se va a preservar. Los productos alimenticios congelados como productos vivos (frutas y vegetales) o productos sin vida (carnes) deben ser consumidos inmediatamente luego de su descongelación, pero existen otros productos que se los puede congelar o preservar innumerables veces como el agua. (Gonzales Sierra, 2012).

De acuerdo al tipo de industria, existe un tipo de cámara frigorífica específica. Las cámaras, suelen ser adaptadas a cada empresa en particular, depende del uso, condiciones externas e internas. En líneas generales, las cámaras frigoríficas se dividen en dos grandes grupos:

Cámaras de conservación: Este tipo de cámaras conservan el ambiente interior a temperaturas controladas y siempre por encima del punto de congelación del agua (0 °C).

Cámaras de Congelación: Estas cámaras mantienen la temperatura interior en un punto menor al de congelación (0 °C).

Cada tipo de sistema tiene una serie de subdivisiones que van adaptadas a las necesidades de almacenamiento, conservación, tráfico, circulación de personas y equipos, frecuencia de apertura, contacto exterior, entre otros.

Principales componentes de la cámara frigoríficas

Existen muchos tipos de cámaras de refrigeración, de mayor o menor sofisticación, tamaño y función. Sin embargo, todas comparten los mismos componentes básicos:

- Paneles, suelos y techos de conservación de temperatura.
- Puertas herméticas sin desperdicios o intercambios térmicos.
- Compresores de aire.
- Evaporadoras de gases refrigerante.
- Condensadores de gases refrigerantes.
- Evaporadoras y válvulas de expansión.
- Sistemas de ventilación y extracción de aire.

Con el equipamiento básico de cualquier cámara de refrigeración y de acuerdo al tipo de cámara, existen otro tipo de elementos que se encuentran presentes, como:

- Alarmas de hombre encerrado.
- Alarma de fuga de gases.
- Puertas de entrada con acceso controlado.
- Puertas rápidas.
- Lamas de PVC.
- Sistema de vídeo vigilancia.
- Instrumentos medidores de concentración de gases.
- Deshumidificadores.
- Humidificadores.
- Ahumadores.

Todos estos componentes se instalan de acuerdo al tipo de proceso a realizar dentro de la cámara, producto a almacenar, circulación, situación climática exterior y un sinnúmero de elementos adicionales como son el cuidado y protección del personal de trabajo.

Se pueden adaptar a cada cliente particular y los mejores fabricantes las suelen hacer a la medida de las necesidades de cada cliente. Es por ello, que contar con la asistencia de los mejores profesionales especializados, es siempre la mejor alternativa antes de instalar una cámara frigorífica. Disponible en www.fondoin.com.ve. Manual de buenas prácticas en refrigeración Jorge Alberto Puebla. Recuperado el 10/8/2021.

El otro elemento imprescindible de una cámara frigorífica es el correspondiente al equipo de refrigeración. Este debe ser estudiado adecuadamente y su necesidad viene dada por distintos factores como el producto a almacenar, la temperatura a alcanzar en cámara o en el alma del producto, el salto de temperatura de entrada a la cámara a su mantenimiento, el tiempo de estancia del producto en la cámara, la rotación media de la mercancía, los metros cúbicos del recinto a refrigerar o la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la cámara. Todos estos valores deben ser estudiados y en base a ello se obtienen unas necesidades térmicas de refrigeración que nos darán unos valores que deberán alcanzar tales equipos frigoríficos.

Construcción de cámaras frigoríficas

Normalmente están construidas a base de un elemento aislante que es el Panel Sándwich conformado por dos capas de acero precalentado que contiene en su interior un alma de espuma aislante (habitualmente poliuretano) que es el elemento aislante que evita el traspaso de temperaturas de un lado al otro del elemento. Permite un sistema de alto grado de conservación de la energía trae consigo una buena hermeticidad para proteger las propiedades de consumo de los alimentos.

Sistema de refrigeración industrial

Son aquellos sistemas que eliminan el exceso de calor de cualquier medio a través de un intercambio térmico, ya sea con agua o aire. Su finalidad es disminuir la temperatura de ese medio a niveles equiparables a las del medio ambiente, se compone de un intercambiador de calor y una unidad de refrigeración (enfriador). El calor del intercambiador permite que el agua fría elimine el calor de los procesos del equipo. La unidad de refrigeración elimina el calor generado por el contacto con el agua fría y con equipos y fluidos calientes en el intercambiador de calor. El calor se elimina por transferencia del calor al aire, a través de la evaporación a la atmósfera.

Actualmente, un sistema de refrigeración industrial es usado en muchas aplicaciones industriales asociadas a las siguientes áreas:

- Petroquímica.

- Farmacéutica.
- Fabricación de diversos productos.
- Generación de energía.
- Soldadura por láser.
- Refinerías productoras de Etanol / Biodiesel / Gasóleo.
- Alimentos y bebidas.
- Automoción.
- Sistemas de Satélites.

Aplicaciones de la cámara frigorífica industrial

El uso de cámaras frigoríficas industriales es muy amplio, pero por norma general se utiliza para la conservación de carne y vegetales a muy bajas temperaturas. Los usos que se le pueden dar son:

- Sector agroalimentario: Como ya nombramos anteriormente, permite mantener los productos de industrias lácteas, agrícolas y pesqueras en condiciones adecuadas para su comercio y consumo.
 - Sector farmacéutico: Muchos de los compuestos usados en la fabricación de productos de la industria farmacéutica o biotecnológica requieren de bajas temperaturas para su conservación.
 - Hostelería y restauración: Mantener los alimentos en buen estado para su consumo.
- Transporte: Mantener los productos en un estado óptimo de un lugar a otro.

Estas cámaras frigoríficas se han vuelto necesarias para la conservación de productos perecederos de cualquier negocio y así mantener los estándares de calidad e higiene.

1.4 Características y funcionamiento de una cámara frigorífica industrial

La cámara frigorífica industrial es un equipo de frío de gran tamaño en el que almacenamos productos perecederos con el propósito de aumentar su conservación el mayor tiempo posible para su uso o consumo cuando sea necesario. Las cámaras frigoríficas tienen más usos a parte de la alimentación se utilizan en sectores como las farmacéuticas, para el transporte de medicamentos, hasta en las floristerías para mantener las flores. A pesar de lo que se cree, una cámara frigorífica no enfría, lo que hace es extraer el calor de los productos gracias a unos refrigerantes químicos que evaporan sus líquidos. Estas cámaras de refrigeración se han vuelto necesarias en cualquier negocio que tenga que conservar sus productos en buen estado. Es la manera más eficaz de mantener las características color, textura, sabor, olor y

temperatura de productos perecederos. Disponible en <https://www.polifret.es/funcionamiento-camara-frigorifica-industrial>. Recuperado el 10/8/2021.

1.4.1 Principales componentes y accesorios en la refrigeración industrial

La refrigeración industrial es una rama de la economía que está en constante evolución, con el afán de buscar nuevas formas para mejorar sus deficiencias y principalmente buscar alternativas para eliminar algún tipo de contaminación ambiental, para ello es necesario actualizarse y conocer sus partes y funcionamiento.

Todo proceso de refrigeración cuenta con secciones básicas que trabajan en un ciclo infinito: Compresión > condensación > expansión > evaporación (Figura 1.3).

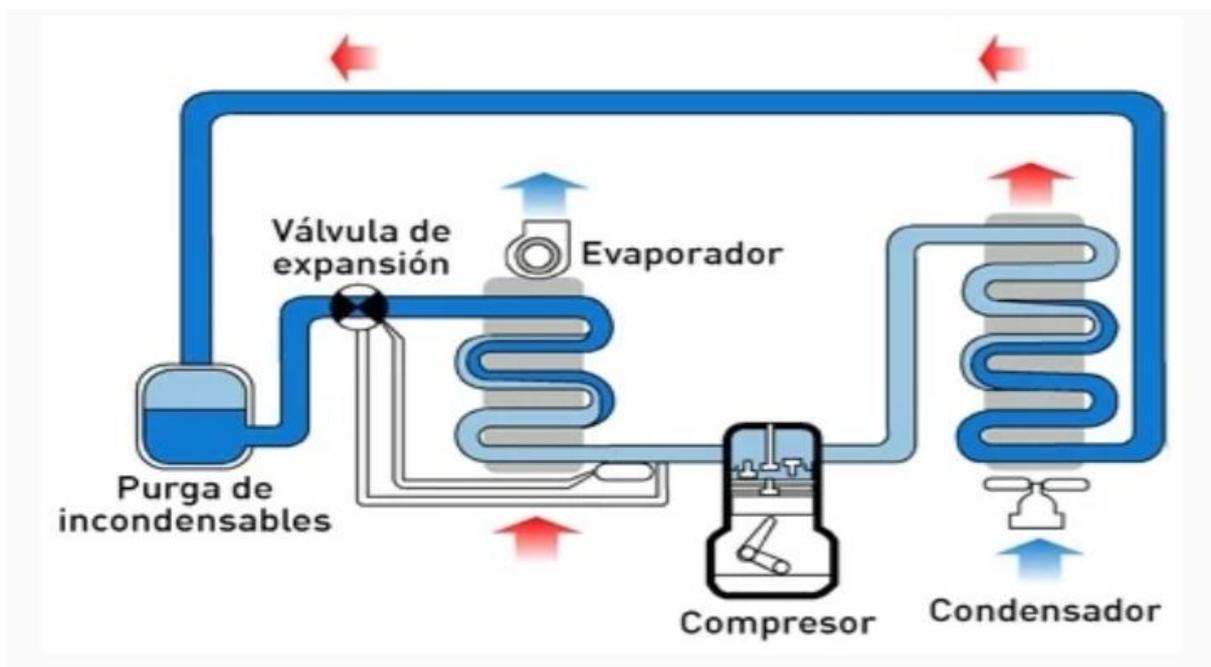


Figura 1.3. Ciclo de refrigeración. Disponible en <https://www.froztec.com/como-elegir-tus-equipos-de-refrigeracion-industrial>.

Para lograr cada parte del ciclo de refrigeración se utilizan diferentes componentes y accesorios que trabajan complementariamente. A continuación, te explicamos cómo funciona cada uno de ellos:

El compresor: " el compresor (figura 1.4) es el elemento encargado de generar el aire comprimido. En general es una máquina que aspira el aire ambiente (a presión atmosférica) y lo comprime hasta transferirle una presión superior. Para vencer la resistencia del aire a ser comprimido se vale de un motor" (Barber,2008). (p.14).

Como es de saber el compresor es el "corazón" del equipo de enfriamiento donde se encarga de generar el ciclo de refrigeración donde refleja su capacidad de comprimir el aire. Este elemento mecánico también llamado como máquina de fluidos desplaza refrigerante como

vapores de una zona de baja presión a una de alta presión comportándose como una bomba de compresión del fluido.

Tipos de compresores:

- Compresor de pistón.
- Compresor Helicoidales
- Compresor de tornillos.
- Compresor Scroll.
- Compresor Hermético.
- Compresor semi hermético.

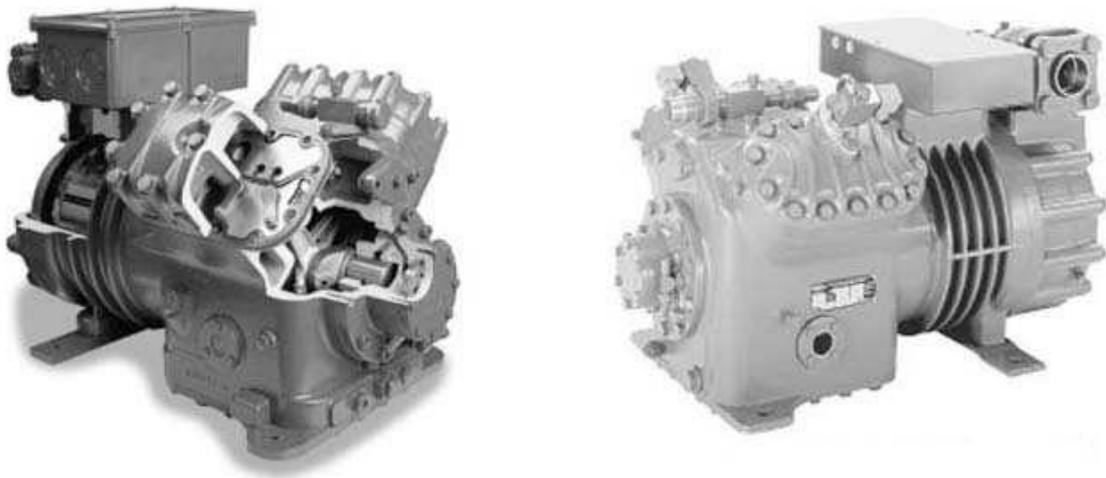


Figura 1.4. Compresor semi hermético. Extraído del manual de buenas Prácticas en Refrigeración (Daniel Mendoza) Accelerating the world's research.

Sistema de expansión: (Figura 1.5). Se encarga de convertir el refrigerante líquido en pequeñas partículas líquidas a baja presión (similar a como funciona un atomizador). Esas pequeñas partículas absorben el calor del ambiente y se evaporan.

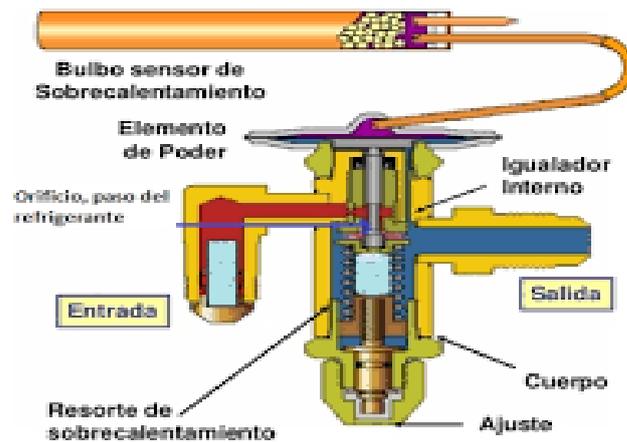


Figura1.5. Válvula de expansión termostática.

El sistema de expansión está formado principalmente por válvulas, es el equipo que controla el flujo de refrigerante líquido que entra al evaporador de expansión directa, se mantiene constante el recalentamiento del vapor de refrigerante en la salida del evaporador, se encarga de cerrar el ciclo y de acondicionar el refrigerante que sale condensado, baja su presión y temperatura, preparándolo para volver a extraer el calor de la cámara frigorífica. Básicamente su misión, en los equipos de expansión directa (o seca), se restringe a dos funciones: la de controlar el caudal de refrigerante en estado líquido que ingresa al evaporador y la de sostener un sobrecalentamiento constante a la salida de este.

El condensador: "funciona a presión y temperatura más elevadas que el evaporador y suele estar situado en el exterior. En cuanto al intercambio de calor se aplican los mismos principios del evaporador"(Whitman & johson,2006) p.29.

Este es un intercambiador de calor, se encarga de transferir el calor dado en la evaporación y en la compresión hacia el medio ambiente, para condensar de esa forma el vapor procedente del compresor regresándolo a su estado líquido, para lograr disminuir el calor del sistema de refrigeración se aprovecha variedad de fluidos en abundancia donde se destaca el agua y el aire. Es decir, es el componente encargado de expulsar el calor al ambiente exterior.

Evaporador: El sistema de evaporación (Figura 1.6). absorbe el calor al evaporar el líquido refrigerante es decir se encarga del intercambio de calor, extrae el calor de la cámara frigorífica.



Figura 1.6. Evaporador Recuperado de (Rivacold Costruzione Gruppi Frigoriferie Accessori, 17/12/2012).

El evaporador es un serpentín de enfriamiento el cual cumple la función de intercambiador de calor, la energía térmica del sistema producto a las sustancias en enfriar es absorbida hasta el refrigerante en la ebullición. El evaporador casi siempre está formado por cobre o aluminio que son materiales de buena conductividad térmica.

Refrigerante: es una sustancia que actúa como agente de enfriamiento, con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Mediante cambios de presión y temperatura cuyas propiedades le permiten absorber calor en un lugar y lo disipa en otro mediante un cambio de líquido a gas y viceversa.

Características de los refrigerantes

- El Punto de Congelación debe ser inferior a cualquier temperatura que existe en el sistema para evitar congelaciones en el evaporador.
- El calor latente de evaporación debe ser lo más alto posible para que una pequeña cantidad de líquido absorba una gran cantidad de calor.
- El volumen específico debe ser lo más bajo posible para evitar grandes tamaños en las líneas de aspiración y compresión.
- La densidad debe ser elevada para usar líneas de líquidos pequeñas.
- Las presiones de condensación deben elevarse, para evitar fugas y reducir la temperatura de condensación.
- No son líquidos inflamables, corrosivos, ni tóxicos. Además, deben tener una baja conductividad eléctrica. Disponible en <https://doorfrig.com/caracteristicas-funcionamiento-camara-frigorifica-industrial>. Recuperado el 31/10/2021.

Existen dos tipos:

Refrigerantes sintéticos

- Hidrofluorocarbonos (HFC).

- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC).
- Clorofluorocarbonos (CFC).

Refrigerantes naturales

Los refrigerantes naturales son alternativas a los refrigerantes sintéticos, pues no dañan la capa de ozono y tienen un muy bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG). Dentro de los refrigerantes considerados como naturales se encuentran:

- Dióxido de carbono.
- Amoníaco.
- Hidrocarburos.

Los cerramientos que se utilizan en la fabricación de estos equipos de frío están contruidos a medida y con materiales prefabricados, que se caracterizan por tener una muy baja conductividad. Así evita la transmisión de calor del exterior al interior. Los paneles para las cámaras son también prefabricados, por su facilidad de montaje, por cumplir con los estándares de calidad mejor que otros y tener elementos que mejoran el rendimiento y la eficacia energética, como son las barreras anti vapor.

1.5 Mantenimiento de la cámara frigorífica

El mantenimiento de la cámara frigorífica es esencial tanto para su vida útil y rendimiento como por higiene. La falta de mantenimiento provoca una elevada presión de condensación, bajo rendimiento de refrigeración y un consumo de energía excesivo.

Para realizar un buen mantenimiento debemos realizar las siguientes tareas:

- Revisar el estado del aislamiento y juntas, hermeticidad de puertas y cierres.
- Funcionamiento de las válvulas de sobrepresión de cámaras.
- Elementos de seguridad: alarmas y apertura de seguridad.
- Revisar las formaciones de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas.
- Retirar el hielo alrededor de las válvulas de sobrepresión, suelos y puertas.
- Revisar y limpiar el evaporador y condensador.
- Paneles frigoríficos: mantener en buen estado y limpio.

Los principales objetivos del mantenimiento de las instalaciones y equipos del sistema de refrigeración son:

- Garantizar disponibilidad de los equipos de acuerdo con las temperaturas de funcionamiento, con un stock crítico de repuestos, podemos disminuir los tiempos de fallas.

- Garantizar que el 100% de las instalaciones, artefactos, circuitos, canalizaciones y dispositivos necesarios para entregar un servicio de refrigeración, cumplirán con especificaciones técnicas, legales sobre la materia. Con una mayor inspección en los equipos, podemos evitar fallas recurrentes.
- Garantizar higiene, seguridad y funcionalidad proporcionada por los equipos de refrigeración. Capacitar al personal, podemos evitar el mal funcionamiento
- Asegurar la vida útil de los equipos. Con un registro de mantenciones y fallas.
- Evitar fallas repentinas para evitar pérdidas en productos.

Políticas de mantenimiento

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo corresponde a todas las acciones, revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar fallas y las consecuencias de estas en los distintos equipos. La acción de revisar periódicamente se puede definir como: “inspeccionar, controlar y reparar antes que se produzca una falla”, y la importancia de este método, es que el mantenimiento se puede efectuar cuando la maquina o equipo aún se encuentra en función dentro de los límites aceptables.

Mantenimiento

(Guarrido, 2003, pág. 1) define como “El conjunto de técnicas destinado a conservar equipo se instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscar la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”

Con el fin de funcionar con el menor recurso posible el mantenimiento tiene como objetivo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene y con una mínima degradación del medio ambiente. Al conseguir todos estos puntos se está ante una buena gestión integral de mantenimiento.

Mantenimiento Productivo Total.

Mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone: cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos achacables a un mal estado de los equipos, sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial según esta metodología aporta una serie de resultados como todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas del equipo o por actos del personal.

Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

El mantenimiento preventivo o Mantenimiento preventivo planificado (MPP) como también se le conoce, implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo) mediante mantenimiento técnico racional, cambio reparación de piezas y conjuntos desgastados, conforma un plan elaborado con anterioridad.

Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo. Depende del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas, equipos e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarlos a condiciones básicas de funcionamiento.

Ventajas del MPP

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, donde se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una
- programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Debido a las condiciones ofrecidas por varias empresa. el MPP es el mantenimiento que más se adecua a sus equipos, puesto que al ser equipos nuevos se busca aprovechar al máximo su eficiencia y durabilidad.

Procedimiento del mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección. Los procedimientos permiten detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranques y prueba, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Tipo de tareas a incluir en el plan de mantenimiento

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación pueden ayudar a decir que tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

Tipo 1: Inspecciones visuales, se veía que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un costo muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.

Tipo 2: Lubricación, igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación por su bajo costo siempre son rentables.

Tipo 3: Verificaciones, este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento para utilizar los propios medios de los que dispone el equipo. Por ejemplo, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata verificar.

Control de mantenimiento

Historial del mantenimiento.

Es un formato que permite al gerente de mantenimiento registrar todas las actividades de mantenimiento que se realizan durante el mes en las unidades frigoríficas. Esto con el fin de tener todo el control de mantenimiento en orden para efectos de auditoría.

Ordenes de trabajo

Las órdenes de trabajo deben ser generadas por los programas o bien las rutinas de mantenimiento preventivo. Pueden generarse también a consecuencia de fallas o averías de la maquinaria. Su utilidad radica en que el jefe de mantenimiento puede definir la fecha y hora más conveniente para no interferir con la producción, o definir las tareas para llegar a un

común acuerdo con el jefe de producción y de esta manera realizar las tareas de mantenimiento con más tiempo disponible.

Fichas técnicas de los equipos.

Contienen la información que identifica a la maquinaria y es generada a partir del inventario físico general de la misma, los contenidos varían, depende del equipo, pero en general contiene datos como el nombre, características físicas, códigos, modelo, serie, propiedades distintivas, fotos, especificaciones técnicas. Es de importancia puesto que sus datos de placa tienden a desaparecer en algunos casos.

Rutina de control

Este documento permite tener un estado actual de los equipos, en el que especifica los parámetros que se deben tomar, asegurar su funcionamiento continuo. control de cambio de aceite Este formato permite llevar un registro de los cambios que se efectuaron en tiempo y forma al equipo.

1.6 Importancia de las cámaras de refrigeración y congelación para la preservación de alimentos.

La tecnología de refrigeración resulta clave para sustentar la expansión de las industrias cárnicas, lácteas, pesqueras y asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos. La refrigeración está presente en todos los procesos productivos de las industrias antes mencionadas para la producción, almacenamiento, conservación, transportación y por supuesto la llegada en óptimas condiciones al consumidor final de los productos. En la actualidad la refrigeración, a través de la cual se mantiene el control de la temperatura y la humedad en cámaras, neveras, transportes especiales, manteniéndola al nivel apropiado y evitar contradicciones, es la base para conservar los productos en buenas condiciones, impide la reproducción de microorganismos patógenos que pueden provocar la alteración de la calidad de los mismos.

Para que las condiciones de los alimentos puedan conservarse por más tiempo, es necesario que ciertos productos no se combinen, no es recomendable que los alimentos de origen vegetal se almacenen con los de origen animal, lo mejor es contar con diferentes cámaras y destinar una a cada tipo de alimento.

El frío es uno de los sistemas más universales para la conservación de alimentos, tanto en el ámbito doméstico como industrial. Su principal ventaja reside en que permite ralentizar la actividad de microorganismos patógenos en alimentos y, en consecuencia, alargar su vida útil. Pero debe tenerse en cuenta que, a diferencia de la aplicación del calor, la refrigeración no

destruye los patógenos, sino que se limita a inhibir su crecimiento. En el ámbito industrial y comercial, para mantener los productos perecederos a la temperatura más adecuada durante el tiempo necesario, se utilizan las cámaras frigoríficas, de distintas medidas y capacidades y pensadas para albergar toda clase de alimentos. Las hay de todos los tamaños, desde pequeñas neveras hasta cámaras de gran capacidad para productos cárnicos, verduras, pescado o lácteos, disponible en (<https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/la-importancia-de-las-camaras-frigorificas-en-seguridad-alimentaria.html>). Recuperado el 7/8/2021.

El objetivo, sea cual sea la capacidad y el alimento, es conseguir una adecuada conservación, que es posible mantener a una temperatura ligeramente superior al punto de congelación. Con estos grados lo que se consigue es mantener el agua de constitución de los alimentos líquida, lo que permite ralentizar su degradación y conservar las propiedades inalterables durante un periodo más o menos prolongado. Para que el uso de esta conservación industrial sea eficiente es imprescindible tener en cuenta factores como el tipo de alimento que se conservará, la cantidad, el tiempo y cómo se realizará la limpieza. En definitiva, deben evaluarse las necesidades del producto y las características de la instalación para así conseguir una mayor seguridad del producto. Bajo condiciones seguras las cámaras frigoríficas forman parte de uno de los principales eslabones de la cadena alimentaria. Cualquier producto perecedero entra a formar parte de este paso antes de ser comercializado donde se trata de alimentos que necesitan, de forma ininterrumpida, la acción del frío, desde la postcosecha o el sacrificio hasta el consumo o su uso en la industria. De ahí la importancia de contar con unas instalaciones adecuadas de almacenamiento, tanto en las zonas de producción como en las de abasto y en las industrias procesadoras de alimentos.

Desde vehículos provistos de este sistema, a almacenes frigoríficos industriales, cámaras de supermercados y restaurantes y, por último, el frigorífico en casa. Todos ellos forman parte de esta necesidad de refrigeración, desde la materia prima hasta que llega al consumidor. El uso de ozono en cámaras frigoríficas para eliminar microorganismos de los alimentos y minimizar los malos olores.

A la hora de impedir el crecimiento de patógenos durante la fase de refrigeración son dos los factores fundamentales que hay que tener en cuenta: la temperatura y el tiempo. La temperatura de frío debe mantenerse entre 2 °C y 5 °C, por debajo de los 8 °C, que es cuando los microorganismos pueden empezar a multiplicarse. El alimento deberá conservarse durante el tiempo preciso y no alargarlo, la humedad favorece la proliferación de hongos y bacterias. La conservación sólo es efectiva y segura si se mantienen las condiciones ambientales

adecuadas; de no ser así, y si los microorganismos encuentran un "clima favorable", aumenta por ejemplo el desprendimiento de olores, de ahí que la desodorización y la desinfección en este tipo de instalaciones vayan en la mayoría de los casos a la par, disponible en <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2007/07/27/28384.php>" recuperado el 7/8/2021.

Hasta hace unos años los sistemas utilizados para conseguir neutralizar las bacterias podían afectar al ambiente de la cámara frigorífica. A principios de 2007, un grupo de expertos andaluces presentaba un sistema basado en el uso de ozono apto para mantener los alimentos frescos durante más tiempo en almacenes de refrigeración sin alterar otros factores. Este sistema es capaz de actuar sobre el etileno, un gas natural con capacidad para acelerar la maduración de las frutas y la descomposición de otros productos como carne y pescado. Y su mecanismo de acción es doble: por un lado, elimina los microorganismos que puedan encontrarse en los alimentos, que en la mayoría de los casos se introducen a temperatura ambiente, antes de ser llevados a la cámara; por otro lado, destruye los olores.

Sea cual sea el método que se vaya a utilizar, la desinfección deberá hacerse las veces que el almacenamiento de productos lo permita, es decir, siempre que los refrigeradores queden vacíos, y deberán observarse aspectos como la irregularidad de las superficies del interior de las cámaras, que obliga a tener especial cuidado en las zonas en las que pueden ubicarse microorganismos con mayor facilidad.

No es recomendable meter y sacar constantemente los productos perecederos de las cámaras de refrigeración y congelación, esto rompe con el ciclo y de esta manera los alimentos no pueden tener el mismo tiempo de conservación, lo ideal es almacenarlos y solo sacarlos hasta que estos vayan a utilizarse. Si se requiere llevar a cabo una revisión u organización de los alimentos, lo mejor es hacerlo dentro de la cámara de refrigeración para evitar así que el producto salga de ella.

Para no romper en ningún momento el ciclo de refrigeración o congelación de los alimentos, es indispensable contar con un equipo de repuesto en caso de que alguno llegara a fallar, si esto no se hace, se corre el riesgo de que los alimentos pierdan su ciclo y pronto proliferen en ellos los agentes dañinos. Cuando se cuenta con un equipo de refrigeración extra, los productos deben ser trasladados a él lo antes posible.

El mantenimiento preventivo aplicado a los compresores, a los condensadores y en general a los sistemas de refrigeración tiene como objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, para prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Con el

mantenimiento preventivo planificado se conservan los equipos mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. Lo contrario ocurre con el mantenimiento correctivo que repara o pone en funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

Debido a esto es importante un estricto control diario del funcionamiento del sistema de refrigeración como es chequear diariamente del cuarto de máquinas los valores de presión y temperatura que estén dentro de los parámetros que garanticen una correcta operación, el reporte diario de temperatura para verificar que las condiciones de almacenaje se mantengan correctas, no existan desperfectos mecánicos, escapes o fugas de refrigerante, reportar la humedad relativa en neveras o cámaras de refrigeración para ajustarla a la frecuencia que se establezca de acuerdo a las características de conservación del producto.

Además, se debe controlar diariamente el consumo de aceite y las horas de trabajo de cada compresor industrial. Con esta revisión diaria se hace un mantenimiento preventivo para la conservación de los equipos para evitar los fallos y prevenir las incidencias antes de que ocurran.

Otro importante aspecto a controlar de manera sistemática es el estado de las juntas de las puertas, esto evita las pérdidas de frío que a la larga hacen más eficiente el sistema, con el lógico ahorro de energía.

Lo anterior será posible mediante el análisis de las condiciones de explotación del equipo con respecto a las establecidas en la norma “NC 220-3 Edificaciones. requisitos diseño para la eficiencia energética”.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO DE LAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS DEL HOTEL SOL RIO DE LUNAS Y MARES

En el presente capítulo se muestran los cálculos realizados para evaluar el trabajo de las cámaras frías, los resultados expuestos se basan en las características ambientales y del flujo de mercancía hacia su instalación real de la instalación. El estudio toma como referencia las características de la instalación, cálculos y evaluación de las cámaras frías en las que interviene cargas térmicas a través de paredes, techos y suelos, cargas térmicas por refrigeración y/o congelación del producto, cargas térmicas por respiración del producto y cargas aportadas por las personas. Como resultado se expone la necesidad de un reacondicionamiento de las cámaras frías del Hotel Sol Lunas de Mares, para una acertada operación y mantenimiento en concordancia con las características actuales de explotación. A continuación, se expone brevemente en tres epígrafes las características de la instalación, metodología empleada para el análisis de cargas térmicas y los resultados.

2.1 Caracterización de la entidad

Mediante Resolución No 249 de 2002 del 13 de agosto del Presidente Ejecutivo de Gaviota S.A se constituyó una nueva unidad empresarial de base subordinada directamente a la Delegación Territorial Gaviota Oriente, a partir de la fusión de los hoteles Rio de Luna y Rio de Mares, denominada Hotel Rio de Luna y Mares Resort, la cual tiene como misión fundamental: “La prestación de servicios hoteleros en moneda libremente convertible al turismo”

La unidad empresarial de Hotel Rio de Luna – Mares Resort no dispone de personalidad jurídica independiente y se crea a partir de los bienes y recursos de los hoteles Sol Rio de Luna creado el 28 de noviembre de 1991 y Rio de Mares el 2 junio de 1995, y con los demás activos fijos, circulantes y diferidos a largo plazo. El hotel se encuentra inscripto en el registro nacional de establecimientos de alojamiento turístico de la República de Cuba con el Folio 380 y el tomo primero del Libro Registro de establecimientos de alojamiento Turístico, acreditándose lo siguiente: que la empresa Inmobiliaria ALMEST, tiene inscripto a su favor el establecimiento Hotel Rio de Luna – Mares Resort, el que ostenta por TIPO: Hotel y clasificación por categoría: cuatro estrellas, según la inscripción primera de fecha 5 de agosto de 2003.

Según testimonio del compañero Javier Ricardo Baster perteneciente al departamento de Recursos Humanos del complejo Gaviota Oriente el 28 de noviembre del año 1991 se inaugura el Hotel Rio de Luna con la entrada de los constructores en 3 días, de esa forma

nace en la zona oriental el primer hotel de Gaviota, el cual comenzó con dos bloques a funcionar el 5 y el 6 y posteriormente culminó la construcción de los bloques 7 y 8. En total se construyeron 222 habitaciones con 6 suites con una impresionante vista y un confort envidiable. En octubre de 1994 el hotel pasa a ser administrado y comercializado en la cadena hotelera española Sol Meliá, la cual a partir de ese momento comienza a gestionar las funciones principales del hotel a través del asesor en las áreas de Dirección, Administración, Comercial, Recepción, Servicios Técnicos, Ama de Llaves, Alimentos y Bebidas y Cocina. Lo cual ayudo en gran medida a capacitar y especializar al personal de estas áreas, y ayudar en gran medida a brindar un servicio de calidad a los clientes. A partir de ese momento el hotel cambia su denominación a Hotel Sol Río de Luna, por ser un hotel cuatro estrellas y pertenecer a la cadena Sol Meliá que tiene la marca Sol destinada a los hoteles de categoría cuatro estrellas.

El 2 de junio de 1995 se incorpora a esta pequeña lista el Hotel Sol Rio de Mares el cual contó con la presencia en su inauguración del General de Ejército Raúl Castro Ruz, este hotel tiene las características de ser un edificio de 4 niveles en forma de herradura donde la mayor parte de las habitaciones tienen una excelente vista al mar y al monte, cuenta con 242 habitaciones.

Caracterización física del inmueble y su entorno

EL Hotel Sol Rio de Luna y Mares es el resultado de la unión en el 2002 del Hotel Sol Club Rio de Luna y el Hotel Sol Rio de Mares Resort. El bloque de Luna ocupa un área de 15 106.03 m² y el bloque de Mares 31 873.83 m² en total serían 46 979.86 m², el bloque de Luna se construyó en 1991 y el de Mares en 1995.

El bloque de Luna comprende 222 habitaciones, un lobby bar, áreas administrativas, tienda, discoteca, restaurant, áreas de servicio, piscina, snack bar, área para belleza, cancha de tenis, restaurante francés y ranchón en la playa. Tiene 3 niveles con una cimentación aislada de hormigón armado fundida in situ con vigas zapatas corridas, una superestructura mixta con estructura de hormigón armado y muros de carga, la cubierta es mixta de losas de hormigón armado revestidas con tejas criollas, sistema de viguetas y bovedillas y entablado de madera con tejas criollas, con paredes en forma de muros de albañilería, además posee entrepisos mixtos de losas de hormigón armado in situ y viguetas y bovedillas, con un revestimiento de repello fino y rústico con mortero de cemento, arena y recebo. Con revestimientos especiales de estuco en paredes de cámaras frías. Con enchapes de azulejos en baños, cocina y comedor obrero Mármol en carpeta y snack bar, madera en lobby, bar y en edificio para belleza. Los

pisos están formados por losas antirresbalables y antiácidos en áreas de servicios. Granito integral en bloques habitacionales, mármol en restaurant, lobby y baños.

Además, la piscina es de forma irregular de hormigón armado para recreo y una pequeña para chapoteo, las canchas de tenis con piso de hormigón simple, pintura epódica verde en piso y cerca de malla eslabonada. El pavimento rígido de hormigón armado con contén simple, aceras de comunicación interior de hormigón simple y lajas de piedra, la cerca perimetral de malla eslabonada con postes prefabricados de hormigón a una altura de 1.80 m, el campo de mini golf, el área de estacionamiento con pavimento flexible, el Ranchón La Pinta de construcción rústica de vigas y columnas de madera rolliza y cubierta de guano a dos aguas y piso con losa antirresbalables, el Club House de construcción rústica de vigas y columnas de rollizos y cubierta de guano, el edificio para belleza, con vigas, columnas y cubierta de hormigón armado, piso de madera y muros de albañilería terminados en repello fino.

En el bloque de Mares, está compuesto por 242 habitaciones, un snack bar, un lobby bar, 2 tiendas, las áreas de servicio y administrativas, un restaurant y una piscina, cuenta con 4 niveles, la cimentación es aislada de hormigón armado fundida in situ con vigas zapatas corridas, la superestructura mixta de estructura de hormigón armado y muros de carga, la cubierta mixta de losas de hormigón armado revestidas con tejas criollas, sistema de viguetas y bovedillas y planchas de policarbonato sobre vigas de madera, las paredes son muros de albañilería, los entrepisos mixtos de losas de hormigón armado in situ y viguetas y bovedillas, los revestimiento son de repello fino y rústico con mortero de cemento, arena y recebo. Existen revestimientos especiales en el estuco de cámaras frías, enchapes de azulejos, mármol, piedras ornamentales y espejos bronceados con vestiduras de madera, el piso de losas antiácidas, losas anti resbalantes, terrazo integral pulido, terrazo lavado, losas de cerámica sin brillo y hormigón armado.

También cuenta una piscina para recreo de forma irregular de hormigón armado y una pequeña para chapoteo, cuenta además con pavimento rígido de hormigón armado, área de estacionamiento con pavimento flexible y adocretos, el ranchón “La niña” de construcción rústica de vigas y columnas de madera rolliza y cubierta de guano a dos aguas y piso con losas de cerámica roja, el Club House de construcción rústica de vigas y columnas de rollizos y cubierta de guano, el snack bar de construcción rústica con columnas y vigas de madera rolliza, cubierta de guano, piso de cerámica roja sin brillo, muros de albañilería terminados con repello fino y barra de albañilería con estuco.

2.1.1 Caracterización de las instalaciones frigoríficas

El hotel cuenta con cámaras frigoríficas de conservación y congelación, Piso de Mortero con resina impermeabilizante MONILE. Unidad Multi compresora. Dos termostatos de control de temperatura para el control del proceso, tuberías de cobre y accesorios de instalación frigorífica, terminación con embellecedores de PVC color blanco para pisos en exteriores, techos en el interior de la cámara y esquinas de paredes dentro de la cámara. La unidad condensadora figura 2.1 está constituida con un compresor Semi Hermético enfriados por aire, utiliza gas ecológico R404A fundamental en el cuidado del medio ambiente este refrigerante para el año 2030 debe de sustituir completamente al R22 por su alto nivel de confiabilidad de trabajo y al ser fundamental para la protección del medio ambiente, alimentación Δ/Y a 230/380-420v/3/60Hz, Evaporador 208-230V/1/60Hz. Cámara modular a base de paneles aislantes con techo, piso y puertas pivotantes. Los paneles son de 60 mm de espesor 2,4 m de alto, aislante a base de poliuretano inyectado, el revestimiento exterior es de chapa lacada hacia blanca nervada y cocida al horno.



Figura 2.1. Unidad condensadora de la cámara de congelación.

Las cámaras frigoríficas por normas del fabricante vienen acompañadas del Kit de montaje con un precio de 9974.00 incluye puerta, paneles de pared, piso y techo, así como el aislamiento en poliuretano desnudo para el piso, barrera anti vapor, piso de monile, panel de fuerza y control, luminarias, cables eléctricos para fuerza y control, tuberías, aislamiento, válvulas de seguridad, perfiles embellecedores, partes y piezas para el montaje total. Ver más sobre el tema anexo 2.

2.1.2 Caracterización de las condiciones ambientales

El Hotel Sol río de luna y mares dos hoteles en uno, para unas vacaciones inolvidables Resort Todo Incluido 4 Estrellas. Ubicado junto al mar en Playa Esmeralda, en el litoral norte de Holguín, rodeado de una exuberante vegetación caribeña. Ver anexo 1 condiciones ambientales. El complejo hotelero Sol Río de Luna y Mares Resort, se encuentra situado al este de la provincia oriental de Holguín, en playa Esmeralda, Carretera de Guardalavaca. Es un Hotel "Todo incluido" rodeado de una vegetación verde llena de contrastes, bordeado por el Parque Natural Bahía de Naranjo, un verdadero paraíso ecológico. El clima en el área objeto de estudio clasifica como sabana tropical (temperatura media anual superior a 18 °C y dos períodos lluviosos bien definidos) y seco (razón entre la precipitación anual y la temperatura media del aire oscila entre 20-40mm/°C) según las clasificaciones de Köppen y Lang respectivamente (Fuentes, Menéndez, 2009).

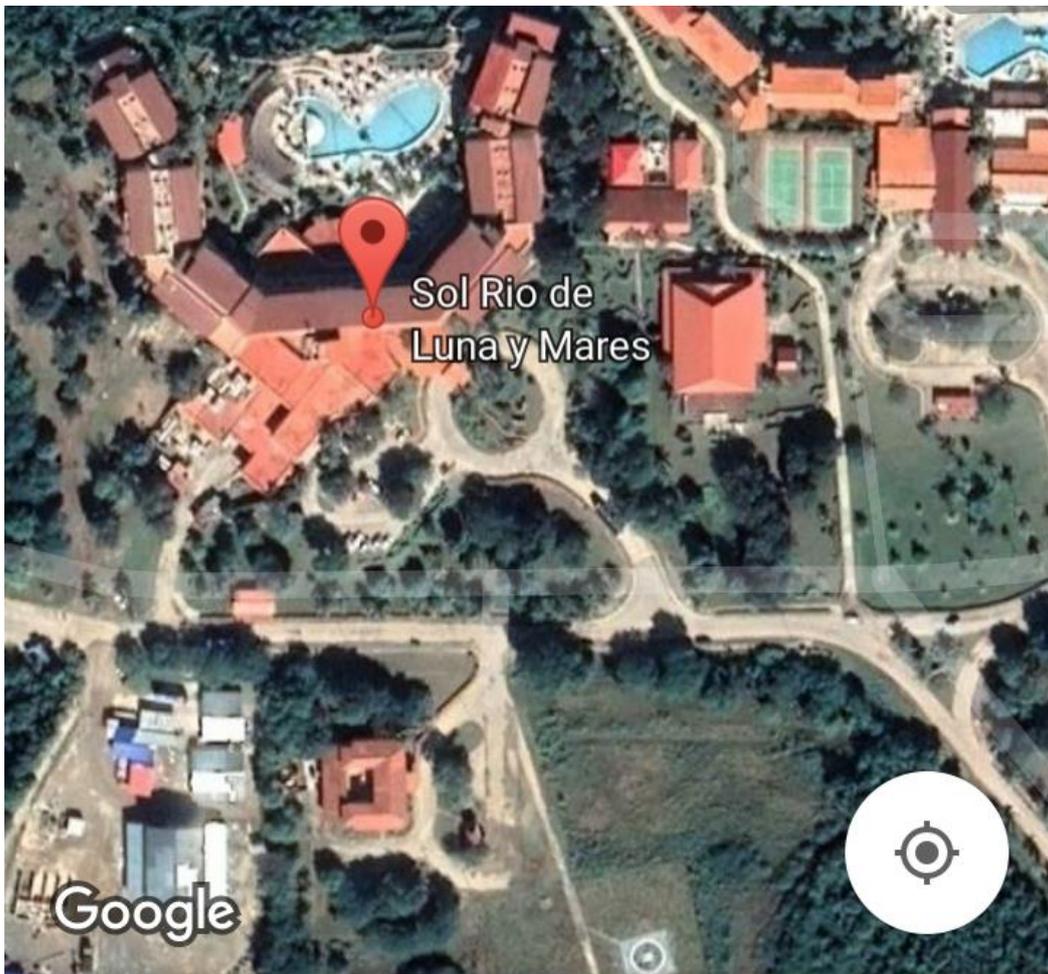


Figura 2.2 Ubicación geográfica del hotel Sol Río de Lunas y Mares (21.1105001,-75.8733931). Recuperado del GPS.

2.2 Cálculo y evaluación de las cámaras frías

Se realiza un análisis sobre el problema existente en el Hotel Sol Rio de Luna y Mares que refleja un deterioro de las cámaras de frío que ocasiona consigo problemas técnicos al equipo como el sobrecalentamiento de la unidad condensadora está tiene una ubicación a una distancia de 10 metros de la cámara fría que ocasiona un sobreconsumo de electricidad y de desgaste al equipo este debe de trabajar un periodo más largo para poder cumplir con su sistema de enfriamiento, es visible la mala ubicación de la unidad condensadora ubicadas en un cuarto sin ventilación natural que provoca pérdidas de energía producto al medio de explotación de la unidad bajo una influencia de altas temperaturas que lleva consigo el descontrol de los sensores de las cámaras con problemas de congelación. La presencia de moho en las paredes exteriores de la cámara que causa deterioro en estas, problemas de aislamientos y operación deficiente, otro de los casos que se pudo reconocer es la falta de hermeticidad de la cámara con un alto sobreconsumo de trabajo.

Estas afectaciones que presenta las cámaras de frío han llevado a un déficit en el consumo de energía eléctrica al hotel que provoca mayores gastos de energía por el aumento de las cargas térmicas de las cámaras frigoríficas.

Dentro del tiempo de investigación a las cámaras fría se analizó el sistema de explotación del equipo, se trabaja un tiempo reales de 20 horas al día, estas están programadas automáticamente a apagarse en el horario pico de 5:00 PM a 9:00 PM se incumple con las características de trabajo reflejadas en la Norma cubana NC775-9; 2010 Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas- Parte 9: Requisitos de Mecánica que plantea:

Para el sistema de control se utilizará el programador electrónico digital temporizado, que cumpla la RS:1999-599 del MINTUR, del 23/Abril/99 que establece, dentro de las conexiones de la cámara Frías en el horario pico de 6:00 pm a 10:00 pm, sin afectar la calidad de los productos perecedero (NC775-9;2010).

Con lo planteado en esta Norma cubana es de difícil cumplimiento en las dificultades técnicas de las cámaras Frías bajo una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ de congelación se destaca como causa negativa descongelamiento en ese transcurso de tiempo por pérdidas generadas por las condiciones técnicas de la cámara fría, mala manipulación del personal de trabajo y mal manejo de la abertura de la puerta fundamentalmente en su horario de apagado y fundamentalmente el deterioro del aislante térmico.

Se debe tener en cuenta los problemas planteados anteriores se va a proceder a realizar el cálculo de pérdida de cargas de las distintas cámaras de la instalación para dar idea al estado de trabajo que están sometidas. Este cálculo se va a realizar paso a paso, explicar cada punto influyente en el resultado final, mostrar las operaciones de cálculo necesarias para su cumplimiento y hacer un resumen de cada apartado con los valores obtenidos y los comentarios que sean necesarios.

2.2.1 Condiciones para el cálculo

El cálculo de la carga térmica es un paso para dimensionar todo tipo de instalación frigorífica y estará regida bajo las demandas del resultado obtenido, así sea necesidad frigorífica, volumen de cámara inadecuado, falta de aislamiento de las paredes de la cámara, adecuándose a la norma “NC 220-3 Edificaciones. requisitos diseño para la eficiencia energética”. Que es de extremo cumplimiento para un equilibrio necesario para las instalaciones frigorías del país.

Para realizar el cálculo de cargas se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Cargas a través de paredes, techo y suelos (Q_1).
- Cargas por refrigeración y/o congelación del producto (Q_2).
- Cargas por respiración del producto (Q_3).
- Cargas por renovación de aire (Q_4).
- Cargas aportadas por las personas (Q_5).
- Cargas aportadas por la iluminación (Q_6).
- Cargas aportadas por la maquinaria (Q_7).

2.2.2 Carga térmica a través de paredes, techo y suelos

El calor exterior llega a incidir a la superficie de las paredes de la cámara por el proceso de convección del calor aumenta su temperatura. Esto se soluciona en gran parte en instalar paneles con materiales aislantes de 60 mm de espesor con un coeficiente global de transmisión de calor igual a 0,35 ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) que impiden el paso de este calor, pero el calor que sí consigue traspasar, es necesario calcularlo, lo que se verá en el presente apartado. Las pérdidas de carga producidas a través de las superficies de las distintas cámaras de la instalación se obtienen a partir de la siguiente expresión:

$$Q_1 = U \cdot S \cdot \Delta T$$

Q_1 - Carga (kW).

U - Coeficiente global de transmisión de calor ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$).

S - Superficie del cerramiento (m^2).

ΔT - Diferencia de temperatura.

$$\Delta T = (T_i - T_e)$$

T_i -Temperatura interior

T_e -Temperatura de exterior

Se conoce de la anterior ecuación todos los datos, por lo que, simplemente sustituyendo los valores en esta, se pueden obtener las pérdidas de carga de cada cámara. En la tabla 2,1 se muestran los resultados obtenidos del cálculo.

Tabla 2.1. Pérdidas de carga por transferencia en paredes, suelo y techo de las cámaras.

Cámaras	S(m ²) pared 1y3	S(m ²) pared 2y4	S(m ²) pared 5y6	ΔT (°C)	Q ₁ (kW)
Panes congelados	160,6	94,5	167,4	45	0,84
Conservación de carnes	113,4	52,5	212,6	25	0,76
Congelación de carnes	190,5	192,3	432,6	42	1,63
Lácteos	52,5	115,5	120,3	25	0,57
Helados	86,4	222,3	194,5	49	1,01
Cervezas	52,8	37,1	57,2	17	0,29
Pescado/mariscos	55,8	124,4	126,1	29	0,61

2.2.3 Cargas térmicas por refrigeración y/o congelación del producto

En este cálculo se reflejar las condiciones de temperaturas que pasa el producto (carnes, embutidos, pan congelados, helados entre otros) a la cámara, se exige a los proveedores una temperatura de entrada del producto de 0 a 5 °C para su óptimo estado de conservación

$$Q_2 = C_p \cdot m \cdot (T_e - T_i) / 86\ 400$$

Q_2 -Carga(kW).

C_p -Calor específico del producto. (kJ/kg K).

m – Densidad de la masa. (kg/m²).

T_e - Temperatura de entrada del producto.

T_i - Temperatura de almacenamiento.

Tabla 2.2. Resultados de carga térmica por conservación/congelación del producto.

Cámaras	C_p (kJ/kg °C)	T_e (°C)	T_i (°C)	m(Kgm ³)	Q ₂ (kW)
Panes congelados	1,42	5	-18	415,6	0,15
Conservación de carnes	4,54	5	2	583,1	0.008

Congelación de carnes	2,53	5	-18	507,5	0,09
Lácteos	1,69	5	2	1 136,4	0,06
Helados	0,80	-4	-22	1 136,4	0,11
Cervezas	0,90	10	10	493,0	0,02
Pescado/mariscos	0,86	-2	-2	1 750	0,81

2.2.4 Carga por respiración del producto y Cargas aportadas por las personas

El componente más abundante de frutas y de vegetales frescos es el agua, que existe como fase líquida continua en la fruta o el vegetal (hortaliza). Algo de esa agua se pierde a través de la transpiración, que implica el transporte de la humedad a través de la piel del alimento, la evaporación, y el transporte total de la humedad a los alrededores del producto (Becker. 1996). El índice de la transpiración en frutas y vegetales frescos afecta la calidad del producto. La humedad transpira continuamente desde instalaciones durante la manipulación y el almacenaje de los productos. Una cierta pérdida de humedad (agua) es inevitable y puede ser tolerada. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, mucha humedad se puede perder y causar marchites o arrugamiento. La pérdida que resulta en masa afecta no solamente el aspecto, la textura, y el sabor de la materia, sino que también reduce el volumen vendible (Becker. 1996). Muchos factores afectan el índice de la transpiración de las frutas y de los vegetales frescos; la pérdida de humedad es conducida por una diferencia en la presión del vapor de agua entre la superficie del producto y el ambiente. (Becker. 1996) refiere que la superficie del producto se puede asumir para ser saturada, y la presión del vapor de agua en la superficie de la materia son así iguales a la presión de la saturación del vapor de agua evaluada en la temperatura superficial del producto. Sin embargo, también reportan que las sustancias disueltas en la humedad de la materia tienden para bajar la presión del vapor en la superficie que se evapora levemente.

La evaporación en la superficie del producto es un proceso endotérmico que enfría la superficie, así baja la presión del vapor en la superficie y reduce la transpiración. La respiración dentro de la fruta o del vegetal, por otra parte, tiende a aumentar la temperatura del producto, levantando la presión del vapor en la superficie y aumentando la transpiración. Además, la tasa de respiración es en sí mismo una función de la temperatura de la materia. También, los factores tales como estructura, permeabilidad de la piel, y circulación de aires superficiales también afectan la tasa de la transpiración. En este caso se desprecian la existencia de estas cargas al ser cámaras de congelación que trabajan de 0 a -18 (°C). La

respiración de producto se suele aplicarse a las cámaras de frutas y verduras debido a donde estas continúan su proceso de maduración tras ser almacenadas, este calor suele ser pequeño en comparación con el resto de datos de pérdidas de carga por lo que se desprecia. Se requiere de una temperatura óptima para su conservación.

Cargas por renovación de aire

Con el almacenamiento de productos perecederos es necesaria la existencia de una ventilación suficiente en las cámaras que permita sustituir el aire viciado de las mismas por aire fresco para evitar la contaminación del producto nuevo del viejo para proteger así sus características de consumos. Esta ventilación engloba principalmente la apertura y cierre de puertas y la implementación de un sistema de ventilación forzada. Para realizar este cálculo se ha de tener en cuenta el número de renovaciones de aire ver anexo 5, el volumen de la cámara, la densidad del aire y la diferencia de entalpías. Su expresión es la siguiente:

$$Q_4 = (V \cdot \rho \cdot N \cdot \Delta h) / 86\,400$$

Q_4 - Carga (kW).

V - Volumen de la cámara (m^3)

ρ - Densidad del aire (kg/m^3)

N - Número de renovaciones por día.

Δh - Diferencia de entalpías (kJ/kg).

$$\Delta h = (h_e - h_i)$$

h_e - Entalpia exterior (kJ Kg).

h_i - Entalpia (kJ Kg).

Tabla 2.3 Cálculo por renovación del aire.

Cámaras	V (m^3)	densidad (Kg/ m^3)	N	h_e (kJ Kg)	h_i (kJ Kg)	Q_4 (kW)
Panes congelados	25,5	1,38	19	50	-16	0,51
Conservación de carnes	32,4	1,29	15	50	7	0,31
Congelación de carnes	70,6	1,38	11	50	-16	0,81
Lácteos	33,0	1,29	15	50	7	0,31
Helados	27,2	1,42	19	50	-23	0,62
Cervezas	23,1	1,24	19	50	26	0,15
Pescado/mariscos	29,8	1,29	15	50	7	0,28

Se demuestra la humedad relativa absorbida por la cámara fría en diferentes intervalos de temperatura. Los datos reflejados fueron extraídos del Manual general de refrigeración C; RIIO-IS Rev. O.

Carga aportada por la maquinaria

Es el calor producido en el empleo de máquinas en el interior de las cámaras, como es en el de ventiladores que la función del descarche del interior de la cámara denominados evaporadores o máquinas empleadas en la manipulación de los productos almacenados, estos valores de calor son difíciles de estimar con exactitud antes de conocer las necesidades de frío de cada una de las cámaras, de forma aproximada se toma un calor aportado en estos equipos como resultado de la suma del calor aportado por la transmisión en paredes, suelos y techos, la renovación de aire y el producto almacenado, se aplica un factor multiplicador de un 8 % de pérdidas. La tabla 2.4 muestra los resultados obtenidos.

$$Q_7 = \Sigma Q \cdot t/24$$

Q_7 - Carga (kW).

% - Factor multiplicador (%).

t - Tiempo de funcionamiento de la maquinaria (horas).

Tabla 2.4 Cargas aportadas por maquinarias.

Cámaras	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	%	t/horas	Q ₇
Panes congelados	0,84	0,15	-	0,51	8	3	0,02
Conservación de carnes	0,75	0,008	-	0,31	8	3	0,01
Congelación de carnes	1,63	0,09	-	0,81	8	3	0,02
Lácteos	0,57	0,06	-	0,31	8	3	0,009
Helados	1,01	0,11	-	0,62	8	3	0,02
Cervezas	0,29	0,02	-	0,50	8	3	0,008
Pescado/mariscos	0,61	0,81	-	0,28	8	3	0,02

Tabla 2.5 Perdidas de cargas totales de las cámaras frías.

Cámaras	Q ₁ (kW)	Q ₂ (kW)	Q ₃ (kW)	Q ₄ (kW)	Q ₇ (kW)	Q _T (kW)
Panes congelados	0,84	0,15	-	0,51	0,02	1,52
Conservación de	0,75	0,008	-	0,31	0,01	1,07

carnes						
Congelación de carnes	1,63	0,09	-	0,81	0,02	2,55
Lácteos	0,57	0,06	-	0,31	0,009	0,94
Helados	1,01	0,11	-	0,62	0,02	1,76
Cervezas	0,29	0,02	-	0,50	0,008	0,81
Pescado/mariscos	0,61	0,81	-	0,28	0,02	1,71

Al realizar todos los cálculos de cargas térmicas procedemos a obtener las cargas totales de la instalación como se refleja en la tabla 2.5.

Tomamos un 8 % de deficiencia para un dato aproximado del calor desprendido de los ventiladores utilizados para el descarche y la renovación del aire dentro de las cámaras frías.

La tabla 2.6 muestra los resultados finales de las pérdidas de cargas térmicas de las cámaras frías.

Tabla 2.6. Total, de perdidas finales de cargas térmicas.

Cámaras	Q_T	10 % Q_T	Q_f (kW)
Panes congelados	1,52	0,15	1,67
Conservación de carnes	1,07	0,11	1,18
Congelación de carnes	2,55	0,25	2,80
Lácteos	0,94	0,09	1,03
Helados	1,76	0,17	1,93
Cervezas	0,81	0,08	0,89
Pescado/mariscos	1,71	0,17	1,88

Este es el total de las pérdidas de cargas en (kW) que sufre el equipo de refrigeración donde se podrá evaluar si la unidad condensadora está en lo requerido (Elaboración propia).

Según datos obtenidos las cámaras se debe calcular la potencia Frigorífica de la Máquina para ver su estado de eficiencia en el proceso de congelación.

$$COP = Q_T \cdot 24/T$$

COP- Potencia frigorífica.

Q_T - Cargas totales (kW).

T- Tiempo de trabajo de la cámara (horas).

En la tabla 2.7 se muestran los resultados.

Se procede a convertir la unidad de medida (kW) en (TR) para un profundo análisis de comparación entre las toneladas de refrigeración requeridas por el producto a las toneladas de refrigeración instaladas en el Hotel Sol Rio de Luna y Mares. Se muestra en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Conversión de unidades de medidas.

Cámaras	Q_f (kW)	Capacidad Frigorífica (TR)
Panes congelados	1,67	0,47
Conservación de carnes	1,18	0,34
Congelación de carnes	2,80	0,80
Lácteos	1,03	0,29
Helados	1,93	0,55
Cervezas	0,89	0,25
Pescado/mariscos	1,88	0,53

2.3 Propuestas de reacondicionamiento de las cámaras frigoríficas

La tabla 9 muestra la comparación entre la capacidad requerida por el producto y la capacidad frigorífica instalada en la instalación para dar solución a un conjunto de medidas para un ahorro de energía.

Tabla 9. Comparación entre capacidades frigoríficas

Cámaras	Capacidad frigorífica (TR)	Capacidad Frigorífica instalada (TR)
Panes congelados	0,47	1,06
Conservación de carnes	0,34	1,48
Congelación de carnes	0,80	2,89
Lácteos	0,29	1,46
Helados	0,55	3,42
Cervezas	0,25	1,22
Pescado/mariscos	0,53	1,24

Como se muestra la **tabla 9** se propone lo siguiente:

1. Se propone en el caso de la cámara fría de panes congelados para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 1,06 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,50 TR, ello va a generar un ahorro del 34 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.
2. Se propone en el caso de la cámara fría de conservación de carnes para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 1,48 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,34 TR, ello va a generar un ahorro del 23 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.
3. Se propone en el caso de la cámara fría de congelación de carnes para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 2,89 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,80 TR, ello va a generar un ahorro del 27 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.
4. Se propone en el caso de la cámara fría de lácteos para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 1,46 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,29 TR, ello va a generar un ahorro del 20 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.
5. Se propone en el caso de la cámara fría de helados para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 3,42 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,55 TR, ello va a generar un ahorro del 16 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una

vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.

6. Se propone en el caso de la cámara fría de cerveza para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 1,22 TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,25 TR, ello va a generar un ahorro del 21 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.
7. Se propone en el caso de la cámara fría de Pescado/mariscos para las condiciones de operación actual, en lugar de utilizar la capacidad frigorífica de 2,89TR instalada, reacondicionar la cámara fría a una potencia de 0,53 TR, ello va a generar un ahorro del 43 % de la energía eléctrica consumida actualmente por la demanda del producto almacenado, consigo traería un ahorro considerable para la economía del hotel. Una vez reiniciadas las operaciones y cargas propias de la instalación diseñada, realizar los reajustes pertinentes.

Se propone reorganizar los horarios de apertura de las cámaras frías en correspondencia con la temperatura ambiente ver anexo 3 y 4. Temperatura registrada en meses, dado que la diferencia de un ΔT en 1 °C provoca un sobre consumo de un 4,5 % de la energía eléctrica necesaria para poder restablecer parámetros de condiciones en el interior de la cámara. Se realiza un profundo análisis para un reacondicionamiento del horario de despacho de la mercancía almacenada en las cámaras frías de congelación para un menor consumo de energía eléctrica, menor explotación de la unidad condensadora, menor consumos de recursos que tiene como resultado una eficiencia en el restablecimiento de los parámetros de congelación de las cámaras frías donde se establece los esquédulos de trabajo óptimo del equipo. Para ello se propone los horarios de aperturas de las cámaras de congelación adecuadas a la temperatura existente en el año tabla 2.9. Debemos considera que cada mes tiene diferentes intervalos de temperatura, este dato influye en el reacondicionamiento del plan logístico del hotel.

Tabla 2.9 Horarios de apertura de la puerta

Meses	Horarios	Meses	Horarios
-------	----------	-------	----------

Enero	05:00 a 07:00a. m	Julio	04:00 a 06:00 a. m
Febrero	05:00 a 07:00a. m	Agosto	04:00 a 06:00 a. m
Marzo	04:00 a 06:00 a. m	Septiembre	05:00 a 07:00 a. m
Abril	04:00 a 06:00 a. m	Octubre	05:00 a 07:00 a. m
Mayo	04:00 a 06:00 a. m	Noviembre	04:00 a 06:00 a. m
Junio	05:00 a 07:00 a. m	Diciembre	04:00 a 06:00 a. m.

2.2.5 Evaluación de los resultados modelados para la operación de las cámaras frías

Como bien muestra los cálculos de cargas térmicas realizado a las cámaras Frías del Hotel Sol Rio de Luna y Mares están sobredimensionadas consumen un 23 % aproximadamente de energía eléctrica de la demanda real requerida por el producto almacenado. Hay un sobreconsumo energético porque se alimenta una cámara que sobrepasa las exigencias de la mercancía almacenada lo que genera un sobreconsumo eléctrico en la instalación del sistema frigorífico, que ajustada a las condiciones exigidas en el análisis anterior de cargas térmicas que va a tener un sobreconsumo energético menor al implantado actualmente.

Este consumo energético innecesario se debe a que el Hotel Sol Rio de Luna y Mares actualmente está trabaja a un 30 % de su capacidad total, medidas orientadas por el Ministerio de Salud Nacional en forma de protección contra la transmisión del covid-19.

Los cálculos realizados fueron hechos a una capacidad del 30 % lo que se obtuvo el 30 % de la potencia demandada por la mercancía almacenada, no es necesario invertir en modificaciones de reacondicionamiento del equipo se debe reorganizar el sistema logístico del hotel para un ahorro considerable de energía eléctrica

2.4 Impacto del reacondicionamiento

En ocasiones se incrementa de manera injustificada el consumo de energía eléctrica con las “cargas fantasmas”, presentes en algunos equipos electrodomésticos que poseen relojes, sistemas de encendido rápido, memorias y transformadores a la entrada, que consumen energía eléctrica, aunque estén apagados, estas cargas, aunque insignificantes su efecto sobre el consumo de energía eléctrica es acumulativo a través de todo el año.

Un elemento medio ambiental a tener en cuenta es que el ahorro de energía eléctrica es una medida de mitigación al cambio climático por cada kW/h generado en una planta

termoeléctrica donde se quema petróleo se envían a la atmósfera como promedio 700 gramos de CO₂, el gas que, junto a otros como el metano, es causante del calentamiento global y del cambio climático que ocurre a escala planetaria y cuyas consecuencias se dejarán sentir en todos los países de un modo o de otro.

Un aspecto importante fue la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, al eliminar el exceso de consumo energético registrado en las cámaras frías del Hotel Sol Rio de luna y mares. Según las mediciones realizadas para determinar el consumo energético en kW/h de la cámara frigorífica de congelación y poder cuantificar las pérdidas según el régimen de trabajo de la misma.

2.4.1 Valoración económica

Al evaluar los resultados obtenidos en la organización con la investigación, se puede plantear que reporta impactos económicos y sociales. Desde el punto de vista económico la investigación realizada fue sin fines de lucro deja como aporte el reacondicionamiento de las cámaras frías para lograr un ahorro considerable del consumo de la energía eléctrica, todo esto con estudios realizados a través de las cargas térmicas exigidas por el producto almacenado.

Las cámaras frías del Hotel Sol Rio de Lunas y Mares representa el 18 % del consumo eléctrico total del hotel. Para un consumo de 9 MW diarios representa un equivalente a 1 620 000 W del total de consumo energético diarios. Como el estudio se realizó a 7 cámaras de congelación que representa el 23,3 % de las cámaras frías instaladas en el hotel que provoca un consumo de 372,6 kW diarios.

Por los cálculos analizados y a un 30 % de capacidad, el hotel, ahorra 85,7 kW diarios aproximadamente, que equivale en el mes a un ahorro de 2 571 kW, lo que representa al año 30 852 kW.

Con este ahorro considerable energía eléctrica la empresa aumenta su capital financiero, por lo que da lugar a nuevas inversiones para el proceso productivo, bien así para un mantenimiento general para cada instalación frigorífica al contribuir en el mejoramiento del estado técnico del equipo en función a la mejor condición de explotación.

CONCLUSIONES

1. Mediante la investigación se pudieron determinar las cargas térmicas reales que debe vencer el sistema frigorífico del Hotel Rio de Luna y Mares y proponer un acertado reacondicionamiento de la instalación; de manera que satisfaga la operación y mantenimiento de las cámaras frigoríficas para las condiciones reales de operación.
2. Las mejoras propuestas permitieron mitigar las causas que influyen en el deterioro prematuro y la ineficiencia energética de la instalación.
3. Fue posible determinar las causas que provocaban el deterioro y los problemas de eficiencia energéticas en las cámaras de frías del Hotel Rio de Luna y Mares y de esta forma asesorar a los directivos de la institución en el trazado de un plan de acción para mejorar el desempeño de la instalación.

RECOMENDACIONES

Establecer como esquédulo horario de trabajo las restricciones expuestas en el anexo 4 para organizar la planificación en la distribución y recepción logística de los insumos almacenados en el complejo de cámaras frigoríficas.

Proseguir con el estudio y aplicación de la metodología de cálculo tomando como referencia las posibles condiciones fluctuantes asociadas con la nueva normalidad que impone la COVID, para realizar nuevos diagnósticos y reacondicionamientos en correspondencia con las demandas reales.

BIBLIOGRAFÍA

- Herrera, C. (2020). Diseño de un Plan de Mantenimiento mediante la Metodología RCM para Equipos de la Empresa Distracom S.A. Colombia.
- Concha, V., Oyaece, A., & Quiroga, P. (2017). Elaboración de plan de mantenimiento frigorífico FIORDOSUR. Colombia.
- Guarrido, S. G. (2003). Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. En S. G. Guarrido, Organización y Gestión Integral del mantenimiento (pág. 1). Madrid: Díaz de Santos, S.A
- Gómez, L. (2019). Procedimiento para la mejora de la gestión del mantenimiento del en la Empresa Acinox Las Tunas. Ecuador.
- Comisión técnica de AEFYT. (24 de octubre de 2020). El frío en la industria cárnica: de la refrigeración evaporativa a la refrigeración comercial. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/148288-frío-en-industria-carnica-de-refrigeracion-evaporativa-a-refrigeracion-comercial.html>
- Stoecker, W. Refrigeración y Acondicionamiento de Aire 1981.
- Adrián Alexander Hernández Bárcenas, Joel Isaac Sandoval Vega, Jhossua Duvelieth Ugarte Bermúdez. Universidad Nacional de Ingeniería, 2020.
- Cabezas, S. (2011). El origen del aire acondicionado. Obtenido de <https://www.fayerwayer.com/2011/08/el-origen-de-el-aire-acondicionado/>.
- Córdova, H. (2009). Historia y principios de la refrigeración y aire.
- Alamo, J. J., & Fernández, R. M. (2014). Recuperado de <https://www.cámarasfrigoríficas.es/blog/category/cámaras-frigoríficas/>.
- Becker, B.R. and B.A. Fricke. 2002, 2003. Hydrocooling time estimation methods. International Communications in Heat and Mass Transfer 29(2): 165-174.
- Ávila, A. (2001). Metodología de la Investigación. Lima, Perú: Estudios y Ediciones R.A
- Bunge, M. (1959). La ciencia. Su método y su filosofía. Buenos Aires: Sudamericana.
- Miranda, Á. (2012). Manual técnico de refrigeración. España, Marcombo.
- Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación. México: Pearson.
- Juan Antonio Jiménez Martín. Revista Cubana de Ingeniería 12 (2), 276, 2021.
- Marichal Riesgo, Jorge E. Plantas frigoríficas navales / Jorge E. Marichal Riesgo, Jorge Prado Cabrera. Ciudad Habana: Ed. Científico Técnica, 1998.
- Barber, P. (2008) Maquinarias de obras públicas 111 Maquinarias específicas. Elementos auxiliares. (Vol.III). España.

Ávila, A. (2001). Metodología de la Investigación. Lima, Perú: Estudios y Ediciones R.A. Recuperado de <https://minalcuba.cubava.cu/2021/08/20/la-refrigeración-elemento-imprescindible-en-la-industria/>.

Adrián Alexander Hernández Bárcenas, Joel Isaac Sandoval Vega, Jhossua Duvelieth Ugarte Bermúdez. Universidad Nacional de Ingeniería, 2020.4

Juan Antonio Jiménez Martín. Revista Cubana de Ingeniería 12 (2), 276, 2021.6 /[www.alitersoluciones.es/sistema de refrigeración industrial/31-mayo-2021.7](http://www.alitersoluciones.es/sistema-de-refrigeración-industrial/31-mayo-2021.7)

www.fondoin.com.ve. Manual De Buenas Prácticas en Refrigeración Jorge Alberto Puebla. Recuperado en <https://www.polifret.es/funcionamiento-cámara-frigorífica-industrial.04/06/2018/en> "https://doorfrig.com/puertas-frigoríficas/" Puertas Frigoríficas, disponible en "https://doorfrig.com/miscelánea/" Miscelánea /.

<https://blog.froztec.com/guia-basica-principales-componentes-y-accesorios-en-la-refrigeración-industrial>.

Fundamentos de refrigeración (parte D). M en C. José Antonio González Moreno. 6° BC T/V MAI. Abril del 2015. Ciclo de refrigeración. Instituto Tecnológico de Pabellón Arteaga. TEC.

PITA, Edward G. Principios y Sistemas de Refrigeración. 1a ed. México: Limusa, 1991. pp. 15, 28, 70, 73, 101, 128, 135, 137, 158.

Whitman, William C. & Johnson, William M. Tecnología de la Refrigeración y Aire Acondicionado Tomo I. 1st ed. Madrid: Paraninfo Thomson Learning, 2000. pp. 23, 36, 41, 46.

Jutglar, Luis & Miranda, Ángel L. Técnicas de refrigeración. 1a ed. Barcelona: Marcombo S.A., 2008. pp. 11, 127, 128.

Congele, Yunus A. & Boles, Michael A. Termodinámica. 7ma ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2012. pp. 15, 610.

Gonzales Sierra, Carlos. Refrigeración Industrial: Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Frigoríficas. 1a ed. Barcelona: Técnica, 2012. pp. 32, 47, 117, 146, 161. (Scientia et Technica, 2006). Año XII, No 30, mayo De 2006 UTP. ISSN 0122-1701 215. Metodología Para La Evaluación de Sistemas de Refrigeración Industrial.

Juan Antonio Jiménez Martín. Revista Cubana de Ingeniería. 13/11/2020/ disponible en "<http://doorfrig.com/miscelánea/>" Miscelánea/.

<https://www.frigibel.net/camaras-frigorificas-partes-y-funcionamiento/>.

Stoecker, W. F. Refrigeración y Acondicionamiento de Aire 1981.

<https://www.google.com/amp/s/www.refrigeracioncyc.com/historia-refrigeracion-breve-resena/amp/>

<https://globepanels.com/es/problemas-comunes-en-un-cuarto-frigorífico-condensación-hielo/>

Alamo, J. J., & Fernández, R. M. (2014) disponible en <https://www.josebernad.com/cuando-es-obligatoria-la-instalación-de-zonas-acristaladas-en-cámaras-frigoríficas/>.

Ballestrini, M. (2006). Como se elabora el Proyecto de Investigación.

Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación. México: Pearson.

Briones, G. (2001). Metodología de la Investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Bogotá, Colombia.

Bunge, M. (1959). La ciencia. Su método y su filosofía. Buenos Aires: Sudamericana.

Cabezas, S. (2011). El origen del aire acondicionado. Disponible en https://www.fayerwayer.com/_2011/08/el-origen-de-el-aire-acondicionado.

Carrasco, S. (2013). Metodología de la Investigación Científica. Lima: Editorial San Marcos.

Córdova, H. (2009). Historia y principios de la refrigeración y aire

Fuentes, Menéndez, 2009. Diagnóstico del producto turístico. Región Nororiental.

ANEXOS

Anexo 1. Condiciones ambientales de operación en la instalación estudiada

Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Jan	1,00	93,2	93,2	142,9	445,9	671,7	790,1	838,6	778,6
Feb	1,00	103,1	103,1	277,2	560,2	748,4	820,0	790,4	675,6
Mar	1,00	113,1	160,7	431,4	643,9	777,4	791,9	684,6	519,6
Apr	1,00	125,1	310,1	544,8	688,4	740,7	693,3	541,9	320,6
May	1,00	150,3	411,5	605,4	707,2	701,8	610,6	424,0	194,6
Jun	1,00	193,7	444,4	617,4	698,3	684,4	574,3	372,0	157,6
Jul	1,00	158,7	407,4	587,1	690,3	696,1	599,7	410,5	188,6
Aug	1,00	131,4	309,1	523,8	665,0	720,9	669,5	518,9	307,6
Sept	1,00	116,4	150,6	418,6	610,2	731,6	755,7	665,3	507,6
Oct	1,00	105,5	105,5	291,1	533,3	705,9	797,3	765,9	659,6
Nov	1,00	94,0	94,0	163,4	414,5	658,0	796,5	812,6	763,6
Dec	1,00	87,9	87,9	112,2	386,2	635,3	779,6	840,2	800,6

Anexo 2. Ficha técnica de las cámaras frías.

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	PRECIO UNITARIO EN CUC	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
OFERTAR SISTEMA DE CAMARAS FRIAS MEDIANTE UNIDAD MULTICOMPRESORA			
1	Cámara de Panes Congelados. CAF-08	3479.00	Temperatura Cámara -18°C. Temperatura de condensación 43 °C Capacidad Frigorífica: 1.06 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz con panel de fuerza y control. Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø descongelación por resistencia eléctrica. Capacidad Total: 3200 Kcal/h Dimensiones:4.25x2.50x2.4 m.

2	Cámara Conservación de Carnes. CAF-10	3479.00	<p>Temperatura Cámara +2 °C</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C.</p> <p>Capacidad Frigorífica. 1.48 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø</p> <p>Capacidad Total: 4490Kcal/h</p> <p>Dimensiones: 5.40x2.50x2.40 m.</p>
3	Cámara Fría Congelación de Carne CAF-12	3074.00	<p>Temperatura cámara - 15 °C.</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C.</p> <p>Capacidad Frigorífica: 2.89 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø descongelación por resistencia eléctrica.</p> <p>Capacidad Total:8750 Kcal/h</p> <p>Dimensiones:5.40x5.45x2.40 m.</p>
4	Cámara de Conservación de Pescados y Mariscos CAF-14	3074.00	<p>Temperatura Cámara - 2 °C.</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C.</p> <p>Capacidad Frigorífica: 1.24 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz, con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø</p> <p>Capacidad Total: 3746 Kcal/h</p> <p>Dimensiones: 2.30x5.40x2.40 m.</p>
5	Cámara de Conservación de Productos Lácteos CAF-15	3074.00	<p>Temperatura Cámara +2 °C.</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C</p> <p>Capacidad Frigorífica. 1.46 TR, 400V, 3Ø, 60 H con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø</p> <p>Capacidad Total: 4415 Kcal/h</p> <p>Dimensiones: 2.50x5.50x2.40 m.</p>

6	Cámara de Helados CAF-16	3074.00	<p>Temperatura Cámara -22 °C.</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C.</p> <p>Capacidad Frigorífica: 3.42 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø descongelación por resistencia eléctrica.</p> <p>Cap. Total: 10353 Kcal/h</p> <p>Dimensiones: 2.10x5.40x2.40 m.</p>
7	Cámara de Cerveza CAF-18	3074.00	<p>Temperatura Cámara + 10 °C.</p> <p>Temperatura de condensación 43 °C.</p> <p>Capacidad Frigorífica: 1.22 TR, 400V, 3Ø, 60 Hz con panel de fuerza y control.</p> <p>Evaporador cúbico (difusor), Dt 5°C, 230V, 1Ø.</p> <p>Capacidad Total: 3800 Kcal/h</p> <p>Dimensiones: 3.70x2.60x2.40 m.</p>

Anexo 3. Condiciones ambientales.

The image shows a software dialog box titled "Weather Properties - [HOL, Gibara]". It has four tabs: "Design Parameters", "Design Temperatures", "Design Solar", and "Simulation". The "Design Parameters" tab is active. The dialog is divided into two main columns of settings.

Left Column (Location and Climate Data):

- Region: Central & South America
- Location: Cuba
- City: HOL, Gibara
- Latitude: 21.1 deg
- Longitude: 76.1 deg
- Elevation: 12.0 m
- Summer Design DB: 32.5 °C
- Summer Coincident WB: 27.5 °C
- Summer Daily Range: 8.0 °K
- Winter Design DB: 17.0 °C
- Winter Coincident WB: 16.0 °C

Right Column (Atmospheric and Calculation Parameters):

- Atmospheric Clearness Number: 1.05
- Average Ground Reflectance: 0.20
- Soil Conductivity: 1.300 W/m/K
- Design Clg Calculation Months: Jan to Dec
- Time Zone (GMT +/-): 5.0 hours
- Daylight Savings Time: Yes No
- DST Begins: Apr 1
- DST Ends: Oct 31
- Data Source: User Modified

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Anexo 4. Registro de temperaturas mensuales.

Weather Properties - [HOL, Gibara]

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

Monthly Max/Min

Month	Dry Bulb		Wet Bulb	
	Max	Min	Max	Min
ene	26,9	18,9	24,2	18,7
feb	28,1	20,1	24,7	19,8
mar	29,7	21,7	25,8	21,4
abr	30,3	22,3	26,4	22,0
may	30,8	22,8	26,9	22,6
jun	31,9	23,9	27,5	23,7
jul	32,5	24,5	27,5	24,2
ago	32,5	24,5	27,5	24,2
sept	31,4	23,4	26,9	23,1
oct	30,3	22,3	26,4	22,0
nov	28,6	20,6	25,8	20,3
dic	27,5	19,5	24,7	19,2

Hourly Detail View

Hour	ene DB	ene WB
0000	20,4	20,1
0100	20,0	19,7
0200	19,6	19,3
0300	19,3	19,0
0400	19,0	18,8
0500	18,9	18,7
0600	19,1	18,8
0700	19,5	19,2
0800	20,2	20,0
0900	21,3	21,0
1000	22,5	22,2
1100	23,8	23,3
1200	25,1	23,7
1300	26,1	23,9

OK Cancel Help

Hourly Detail View			Hourly Detail View			Hourly Detail View		
Hour	feb DB	feb WB	Hour	mar DB	mar WB	Hour	abr DB	abr WB
0000	21,5	21,2	0000	23,2	22,9	0000	23,7	23,4
0100	21,1	20,8	0100	22,8	22,5	0100	23,3	23,0
0200	20,7	20,4	0200	22,4	22,1	0200	22,9	22,6
0300	20,4	20,1	0300	22,0	21,8	0300	22,6	22,3
0400	20,1	19,9	0400	21,8	21,5	0400	22,4	22,1
0500	20,1	19,8	0500	21,7	21,4	0500	22,3	22,0
0600	20,2	19,9	0600	21,9	21,6	0600	22,4	22,2
0700	20,6	20,3	0700	22,3	22,0	0700	22,8	22,6
0800	21,3	21,1	0800	23,0	22,7	0800	23,6	23,3
0900	22,4	22,1	0900	24,0	23,8	0900	24,6	24,3
1000	23,6	23,3	1000	25,2	24,7	1000	25,8	25,3
1100	24,9	23,9	1100	26,6	25,0	1100	27,2	25,6
1200	26,2	24,2	1200	27,9	25,4	1200	28,4	25,9
1300	27,2	24,5	1300	28,8	25,6	1300	29,4	26,2

Hourly Detail View			Hourly Detail View			Hourly Detail View		
Hour	may DB	may WB	Hour	jun DB	jun WB	Hour	jun DB	jun WB
1000	26,4	25,9	0000	25,4	25,1	1000	27,5	26,4
1100	27,7	26,2	0100	25,0	24,7	1100	28,8	26,8
1200	29,0	26,5	0200	24,6	24,3	1200	30,1	27,1
1300	30,0	26,7	0300	24,3	24,0	1300	31,1	27,3
1400	30,6	26,9	0400	24,0	23,8	1400	31,7	27,4
1500	30,8	26,9	0500	23,9	23,7	1500	31,9	27,5
1600	30,6	26,9	0600	24,1	23,8	1600	31,7	27,4
1700	30,0	26,8	0700	24,5	24,2	1700	31,1	27,3
1800	29,2	26,5	0800	25,2	25,0	1800	30,3	27,1
1900	28,1	26,3	0900	26,3	26,0	1900	29,2	26,9
2000	27,1	26,0	1000	27,5	26,4	2000	28,2	26,6
2100	26,2	25,8	1100	28,8	26,8	2100	27,3	26,4
2200	25,4	25,1	1200	30,1	27,1	2200	26,5	26,2
2300	24,8	24,5	1300	31,1	27,3	2300	25,9	25,6

Hourly Detail View			Hourly Detail View			Hourly Detail View		
Hour	jul DB	jul WB	Hour	ago DB	ago WB	Hour	sept DB	sept WB
0000	25,9	25,7	0000	25,9	25,7	0000	24,8	24,6
0100	25,5	25,3	0100	25,5	25,3	0100	24,4	24,2
0200	25,1	24,9	0200	25,1	24,9	0200	24,0	23,8
0300	24,8	24,5	0300	24,8	24,5	0300	23,7	23,4
0400	24,6	24,3	0400	24,6	24,3	0400	23,5	23,2
0500	24,5	24,2	0500	24,5	24,2	0500	23,4	23,1
0600	24,7	24,4	0600	24,7	24,4	0600	23,5	23,3
0700	25,1	24,8	0700	25,1	24,8	0700	23,9	23,7
0800	25,8	25,5	0800	25,8	25,5	0800	24,7	24,4
0900	26,8	26,2	0900	26,8	26,2	0900	25,7	25,4
1000	28,0	26,4	1000	28,0	26,4	1000	26,9	25,9
1100	29,4	26,8	1100	29,4	26,8	1100	28,3	26,2
1200	30,7	27,1	1200	30,7	27,1	1200	29,5	26,5
1300	31,6	27,3	1300	31,6	27,3	1300	30,5	26,7

Hourly Detail View			Hourly Detail View			Hourly Detail View		
Hour	oct DB	oct WB	Hour	nov DB	nov WB	Hour	dic DB	dic WB
0000	23,7	23,4	0000	22,1	21,8	0000	20,9	20,7
0100	23,3	23,0	0100	21,7	21,4	0100	20,5	20,3
0200	22,9	22,6	0200	21,3	21,0	0200	20,1	19,9
0300	22,6	22,3	0300	20,9	20,7	0300	19,8	19,5
0400	22,4	22,1	0400	20,7	20,4	0400	19,6	19,3
0500	22,3	22,0	0500	20,6	20,3	0500	19,5	19,2
0600	22,4	22,2	0600	20,8	20,5	0600	19,7	19,4
0700	22,8	22,6	0700	21,2	20,9	0700	20,1	19,8
0800	23,6	23,3	0800	21,9	21,6	0800	20,8	20,5
0900	24,6	24,3	0900	22,9	22,7	0900	21,8	21,5
1000	25,8	25,3	1000	24,1	23,9	1000	23,0	22,7
1100	27,2	25,6	1100	25,5	25,1	1100	24,4	23,9
1200	28,4	25,9	1200	26,8	25,4	1200	25,7	24,2
1300	29,4	26,2	1300	27,7	25,6	1300	26,6	24,5

Anexo 5. Renovaciones de aire

Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)		Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)	
	Temp <0°C	Temp >0°C		Temp <0°C	Temp >0°C
2,5	52	70	100	6,8	9
3	47	63	150	5,4	7
4	40	53	200	4,6	6
5	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10	24	32	400	3,1	4,1
15	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1.000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1.500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2.000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2.500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3.000	1,05	1,05

Nota: Las bases del frío 5ª edición, Francis cabeza, amv ediciones.

Anexo 6. Diagrama

