



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS
CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA.**

Autor:

Guevara N, Carlos E

Urb. Yuma II, calle N°3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA
DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS
CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA.**

Proyecto del Trabajo de Grado presentado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:
Guevara N Carlos E
C.I 24300080
Tutor: Ing. Donato Romanello

San Diego, Diciembre de 2021

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACION

INFORME FINAL DE PASANTIA CIII
TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Diseño e Implementación del sistema de mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en productos cárnicos de la empresa frigorífico Guyana, c.a.

Realizado por el (la) Br. Carlos Guerrero
C.I. N° 24300080 cursante de la carrera de Ingeniería

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre Donato Romanello
C.I. 4131872


Jurado
Nombre Cecilia del Pizol
C.I. 4198880


Jurado Wilster Espinoza
Nombre
C.I. 9885845

Fecha: 07/22/2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-N-004-2021-1CR-TG

Valencia, 15 de noviembre de 2021

Ciudadano:
Guevara Navas, Carlos Enrique
C.I. 24.300.080
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2021 de fecha 15/10/2021 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en productos carnicos de la empresa FRIGORIFICO GUYANA C.A.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Donato Romanello Lombardi, titular de la cédula de identidad V-4.131.877



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería



REPLÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Donato Romanello, portador de la cédula de identidad N°xxxxxxx, hace constar que ha leído el proyecto de trabajo de grado, presentado por el ciudadano Carlos Guevara, portador de la cédula de identidad N° 24.300.080 titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA.**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO** considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe .

En San Diego, a los 28 días del mes de enero del año dos mil veintidos.

Ing. Donato Romanello

C.I.:

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios, por ser quien soy, por realizarme académicamente, solo él sabe lo que esto significa para mí y el desafío que ha sido, los altibajos que he tenido, y que nada hubiese sido posible sin las personas, con las que compartí, viví o influyeron en mí, me sobrarían las palabras y sentimientos para las personas que menciono explícita y generalmente, pero indudablemente se merecen esto y mucho más.

Gracias a mis padres Carlos Guevara y Olivia Navas, por estar todos los días para mí.

Gracias Cruz Vidalina, Carlos Guevara, Juan Navas, mis abuelos por ser mis segundos padres, y guiarme desde del cielo. Y a ti Ana Arteaga por seguir alegrando la familia todos los días, este logro es para ti también.

Gracias a mis hermanas Caroli y Carolina mis hermanas, por ser un ejemplo a seguir, estoy súper orgulloso de ustedes.

Gracias a mis numerosos tios, por enseñare tan buenas cosas a lo largo de mi vida.

Gracias a mis primos hermanos, con ustedes tuve la vida que todos quisieran, familia es familia.

Gracias a mi novia Sofia Gassan, por apoyarme siempre, tú sabes y eres testigo de todo esto.

Gracias a Barbara Egizio, por ser mi apoyo incondicional, este logro también es para ti.

Gracias a mis hermanos Carlos Yañez, Samuel Cordovez Pedro Grippi, Rafael Oliveros, Luciano Quattrocchi, Isabella Quattrocchi, Daniel Diaz, Roberto Ruggiero, Arnaldo Lavieri y demás hermanos que me regalo la vida, por Compartir inolvidables momentos.

Gracias a Antonio González, mi Primo por apoyarme siempre, ser mi mentor a pesar de la distancia.

Gracias a todos mis amigos, primos, conocidos, que de alguna manera influyeron en esta etapa de mi vida, sin ustedes sería difícil alcanzar este logro.

Gracias a mis profesores por impartir sus conocimientos y valores, en especial a mi Tutor de Este Trabajo Donato Romanello y Alicia de Pizzella, a mis compañeros y amigos, en especial a los que hice en esta universidad. también agradezco de alguna forma a las personas que se han ido de esta vida, y dejaron su huella en mí y estoy seguro que les hubiese gustado ver esto, en especial a mis abuelos Carlos Guevara, Juan Navas, Vidalina de Guevara todo esto es para ustedes, mi más sincero agradecimiento por hacer esto posible, siempre estaré agradecido con ustedes y los llevare en mi corazón al igual que todo lo que me han enseñado y hecho por mí.

Carlos Enrique Guevara Navas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios todopoderoso por siempre bendecirme, acompañarme e iluminarme a lo largo de mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, por siempre apoyarme e incentivar me a seguir luchando por los sueños y metas

A mis abuelos por siempre estar conmigo, ayudándome a seguir adelante con nuestros propósitos en la vida incluso desde el cielo.

A mis amigos y compañeros por su apoyo hombro a hombro a lo largo de la carrera

A mis profesores y su incansable esfuerzo y dedicación por la vocación de enseñar las buenas prácticas en la ingeniería

A las instituciones y casas de estudios que nos aportaron tanto en nuestra formación académica, social y general para ser quienes somos hoy

A todo el conocimiento aprendido que hoy tenemos y las experiencias que nos formaron durante todo este periodo universitario

A los momentos inolvidables y que guardo en mi corazón y memoria, con las personas que se convirtieron en hermanos y hermanas

A todas esas veces en las que pensé que no podía y me di cuenta luego de lo que logré.

A todas las cosas y acontecimientos que tuvieron que pasar para hoy tener la madurez y el pensamiento que manejamos

A todo el esfuerzo, lagrimas, alegrías y demás emociones a lo largo de esta carrera

Y por último a mi persona que con gran esfuerzo aborde esta etapa, que para mí es una gran historia y se ha convertido en una de las mayores experiencias de mi vida, donde hemos aprendido, a siempre salir adelante

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE CUADRO	ix
ÍNDICE DE FIGURA	x
ÍNDICE DE GRÁFICO	xi
ÍNDICE DE TABLA	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivo de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Alcance	5
1.6 Limitaciones	5

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Mantenimiento	8

2.2.1.1 Tipos de mantenimiento	8
2.2.1.2 Ventajas del mantenimiento preventivo	10
2.2.1.3 Desventajas del mantenimiento preventivo	11
2.2.2 Principio de la refrigeración	11
2.2.3 Ciclo de refrigeración	11
2.2.4 Principio de funcionamiento de la refrigeración	11
2.2.4.1 Sistemas de refrigeración por compresión	11
2.2.4.2 Sistemas de refrigeración por absorción	18
2.2.5 Componentes adicionales	18
2.2.5.1 Dispositivos auxiliares para mejorar el sistema	20
2.2.5.2 Dispositivos que permiten controlar el sistema	20
2.2.5.3 Dispositivos eléctricos para controlar y/o proteger el sistema	19
2.2.5.4 Refrigerantes	20
2.2.5.5 Aceite lubricante	20
2.2.6 Cuartos de enfriamiento	21
2.2.6.1 Principio de funcionamiento de cuartos de enfriamiento ...	21
2.2.6.2 Cálculo de carga térmica y selección de equipos.....	22
2.3 Definición de términos.....	27
III. MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación	30
3.2 Diseño de la investigación	30
3.3 Nivel de la investigación	31
3.4 Población y muestra	32

3.4.1 Población	32
3.4.2 Muestra	32
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5.1 Observación	32
3.5.2 Entrevista	32
3.6 Fases metodológicas	33

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la situación actual del funcionamiento del cuarto de 35 enfriamiento:.....	
4.1.1 Dimensiones del cuarto frio 41	
4.1.2 Aislamientos térmicos 42	
4.1.3 Tipo de producto , requerimientos y propiedades 42	
4.1.3.1 Temperatura de almacenamiento para la carne congelada.....	43
4.1.4 Condiciones externas de la carnicería.....	45
4.1.5 Características del cuarto frio.....	45
4.1.6 Calor de enfriamiento.....	46
4.1.7 Calor por congelación.....	47
4.1.8 Enfriamiento post congelación.....	47
4.1.9 Calor por convección.....	48
4.1.9.1 Calor por paredes.....	48
4.1.9.2 Carga de techo.....	49
4.1.9.3 Carga por infiltración.....	49
4.1.9.4 Calor suplementario.....	51
4.1.10 Calor total del producto (Qtp) (Carne de res).....	52
4.1.11 Capacidad del compresor.....	55
4.1.12 Presión de succión y presión de descarga.....	56
4.1.13 Temperatura de evaporación y condensación.....	56
4.1.14 Sistema de congelación.....	59

4.1.15 Selección del compresor.....	60	4.2
Analizar la situación existente del mantenimiento de los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento.....	61	
4.2.1 Situación actual de los equipos.....	63	4.3 Emplear los principios de plan de mantenimiento preventivo para la elaboración de programas y rutinas de mantenimiento para cada equipo.
4.3.1 Verificación de la necesidad de un plan de mantenimiento.....	67	
4.3.2 Formato para verificar la criticidad de los equipos.....	69	
4.3.3 Evaluar la falla de los equipos.....	72	
4.3.3.1 Compresión.....	72	4.3.3.2
Transmisión.....	75	4.3.3.3
Electricidad.....	77	
4.3.3.4 Control.....	78	
4.3.3.5 Almacenamiento.....	80	
4.3.3.6 Evaporador.....	81	4.4
Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento.....	83	
4.4.1 Plan de mantenimiento	83	
CONCLUSIONES.....	87	
RECOMENDACIONES.....	88	
BIBLIOGRAFIA.....	89	
ANEXOS.....	90	

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO Pp 1 Lista de chequeo compresión	¡Error! Marcador no definido.
2 Lista de chequeo transmisión.....	74
3 Lista de chequeo de Electricidad	76
4 Lista de chequeo de Control.....	77
5 Lista de chequeo almacenamiento.....	79
6 Lista de chequeo del evaporador	80

7	Plan mantenimiento preventivo motor.....	82
8	Plan de mantenimiento de las otras unidades.....	84

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA		P
1	Diagrama de causa – efecto para el mantenimiento eficiente	8
2	Categoría del mantenimiento preventivo	9
3	Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor	11
	4 Componente de un compresor hermético	13
5	Compresor semi – hermético	14
6	Partes de un compresor semi – hermético	14
7	Ciclo del evaporador	16
8	Descripción del comportamiento del refrigerante en el condensador ...	17
9	Tipos de válvulas de expansión utilizados en refrigeración	18
10	Componentes del sistema de refrigeración	21
11	Circuito básico de componentes en cuartos de enfriamiento	22
12	Flujo de calor a través de una pared.....	23
13	Frigorífico Guyana CA.....	36
14	Ubicación geográfica Frigorífico Guyana CA.....	36
15	Dimensiones del cuarto de enfriamiento.....	41
16	Curva de congelación de los alimentos.....	53
17	Difusor.....	60
18	Cuarto de enfriamiento.....	63
19	Compresor.....	64
20	Motor semi-hermetico	64
21	Capacitor de arranque.....	65
22	Evaporador y filtro.....	65
23	Difusor.....	65
24	Imagen satelital de Frigorífico Guyana CA.....	66
25	Producto cárnico en canal dentro del cuarto de enfriamiento.....	67
26	Sección de compresión.....	72

27	Causa-efecto filtros tapados.....	74
28	Causa-efecto para válvulas de alivio oxidada.....	74
29	Causa-efecto para camisas de compresión.....	75
30	Causa-efecto para desalineación de polea.....	76
31	Causa-efecto para desgaste de bandas.....	76
32	Causa-efecto para Cables pelados.....	77
33	Causa-efecto para campo magnético desgastado.....	78
34	Manómetro y presostato.....	78
35	Causa-efecto para presostato.....	79
36	Causa-efecto para manómetro.....	79
37	Tanque de almacenamiento.....	80
38	Causa-efecto oxidación tornillo purga.....	81
39	Causa-efecto válvula de expansión.....	82
40	Causa-efecto bomba de recirculación.....	82
41	Colores para mostrar intervalo de tiempo.....	84
42	Plan de mantenimiento preventivo motor.....	85
43	Plan de mantenimiento otras unidades.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO	Pp.
1 Conoce usted el mantenimiento preventivo.....	37
2 Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento.....	38
3 Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento.....	39
4 Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento.....	40
5 Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo.....	41

ÍNDICE DE TABLA

TABLA	Pp
1 Conoce usted el mantenimiento preventivo.....	37
2 Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento.....	38
3 Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento.....	38

4	Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento.....	39
5	Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo.....	40
6	Dimensiones del cuarto frio.....	42
7	Capacidad técnicas del cuarto frio.....	42
8	Propiedades de la carne.....	43
9	Requerimientos y propiedades de almacenamiento para productos..	44
10	Propiedades físicas.....	45
11	Característica cuarto frio.....	46
12	Coeficiente de transferencia (U) materiales aislantes.....	48
13	Promedio de cambios de aire en 24 horas para cavas, debido a la 49 apertura de puertas e infiltración.....	
14	Interpolación calor removido.....	50
15	Calor removido del aire de enfriamiento para cuartos de 50 almacenamiento.....	
16	Calor disipado por los motores.....	52
17	Termodinámica Refrigerante R-404A.....	57
18	Interpolación T evaporación.....	57
19	Termodinámica Refrigerante R-404 ^a	58
20	Interpolación de valores de temperatura de condensación.....	58
21	Difusor de baja silueta.....	59
22	Compresor y unidad condensadora KRACK.....	61
23	Índice de evaluación de aplicación de un plan de mantenimiento...	68
24	Índice de evaluación empresa Frigorífico Guyana CA.....	69
25	Variables para la criticidad.....	69
26	Análisis de Criticidad.....	70
27	Aplicación para criticidad Frigorífico Guayana.....	72



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN
MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS
CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA.

Autores: Carlos Guevara.

Tutor: Ing. Donato Romanello

Fecha: Diciembre 2021

RESUMEN INFORMATIVO

Toda empresa de refrigeración necesita una revisión de sus equipos y funcionamiento. El presente trabajo de grado tiene como objetivo general proponer el Diseño e implementación de sistema en mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en productor cárnicos de la empresa Frigorífico Guyana. La empresa se dedica al almacenamiento y producción de productos cárnicos, en su proceso productivo hace uso de cavas de refrigeración, las cuales no tienen actividades de mantenimiento planificadas. Se realizó una inspección detallada de los elementos que conforman el área de refrigeración, equipos y componentes alternos, para determinar el estado actual de los mismo. Para el cuarto frio se aplicó la técnica de mantenimiento de las 5s. Para los equipos se utilizó un plan de mantenimiento basado en la criticidad de todos los elementos que conforman la unidad de refrigeración. Metodológicamente, es un proyecto factible, sustentado en un diseño de campo y documenta, con un nivel descriptivo. Así mismo, está enmarcado en la línea de investigación gestión ambiental, habitad y vivienda.

INTRODUCCIÓN

A medida que avanzan los conocimientos en el entorno empresarial, se ratifica la necesidad de prolongar al máximo la vida útil de los bienes de la empresa, como medio de ahorro de capital para ser invertido en bienes reemplazantes de aquellos que están próximos a llegar al final de su vida útil. Actualmente las pequeñas, medianas y grandes empresas se encuentran en la búsqueda de optimizar y perdurar la vida útil de maquinarias valiosas para el rendimiento sustancioso del emprendimiento. Con el fin de garantizar la producción y solidez en el mercado, así también con la importancia de reducir costos, mano de obra, rentabilidad y deficiencia.

Así es como Frigorífico Guayana entra al mercado, dedicada a la venta y distribución de productos cárnicos y alimentos indispensables que conforman la canasta básica. Con la finalidad de establecer una red de distribución de productos de primera necesidad en cumplimiento y abastecimiento de la población.

Siendo las cavas parte vital del proceso productivo de la organización es necesaria la organización de las actividades que permiten garantizar su funcionamiento a fin de no afectar la continuidad operativa de la organización. Es por ello por lo que el propósito de este trabajo es elaborar un plan de mantenimiento para las cavas de refrigeración de la empresa.

Esta investigación está conformada por cuatro (4) capítulos en los cuales se habla de lo siguiente:

Capítulo I, en este capítulo se habla de la problemática de la situación y de los objetivos de esta investigación, así como el alcance y las limitaciones de la misma.

En el capítulo II, se presentan la fundamentación teórica de este proyecto de investigación y los antecedentes de la misma, con el fin de proveer las bases necesarias en donde se construirá este proyecto.

Seguidamente en el capítulo III, se establece la metodología que será empleada para lograr los objetivos establecidos previamente en el capítulo I.

Y, por último, en el capítulo IV se muestran los resultados, luego las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I EL

PROBLEMA 1.1

Planteamiento del problema.

En épocas prehistóricas, el hombre encontró que su vida durante las épocas en que el alimento no estaba disponible era muy difícil si no contaba con reservas de alimentos almacenados en el frío de una cueva o embalados en la nieve. En China, antes del primer milenio, el hielo fue cosechado y almacenado. Hebreos, Griegos, y Romanos colocaron cantidades grandes de nieve en los hoyos de almacenaje cavados en la tierra y aislados con madera y paja. Los egipcios antiguos llenaron los tarros de barro de agua hervida y los pusieron en sus azoteas, así exponiendo los tarros a la noche se refrescaban con el aire. Cuando un líquido se vaporiza rápidamente, se expande. Las moléculas de levantamiento del vapor aumentan precipitadamente su energía cinética y este aumento se dibuja de los alrededores inmediatos del vapor, estos alrededores por lo tanto se refrescan. Alrededor del año 1850, se empezaron a desarrollar los medios para producir refrigeración, utilizando maquinaria, a estos se le dio el nombre de la refrigeración mecánica. El termino refrigeración se emplea para indicar el mantenimiento de un cuerpo a una temperatura menor al su alrededor. Para producir bajas temperaturas, es necesario transferir calor desde el cuerpo o espacio a enfriar.

En la actualidad cualquier empresa que desee enfrentar los cambios actuales del mundo industrial debe estar preparada para asimilar los cambios que le imponen al desarrollo, pero lo importante y que define es contar con personal calificado capaz de enfrentar estos retos y llevar a la empresa al éxito. El mantenimiento no está ajeno a estos cambios, su eficiencia radica en: qué mantenimiento debo aplicar, cómo debo aplicarlo y cuando debo aplicarlo. No basta con conocer y ser oportunos se trata de tener bien estructurado un sistema que funcione organizadamente y que responda a los intereses de la empresa para que su efectividad genere los beneficios deseados por lo tanto el mantenimiento es un eslabón principal en el éxito de la institución. El mantenimiento debe ser realizado con acciones planificadas y con la independencia de la urgencia de estas. La aparición de fallos y averías en los

componentes de una instalación industrial trae consigo la disminución de beneficios del proceso productivo. Aquellas averías imprevistas en los procesos provocan disminución de ingresos, originando incremento de costos de producción.

1.2 Formulación del problema.

¿Cómo se puede mejorar el funcionamiento en el área de refrigeración de cuartos de frío para el almacenamiento de productos cárnicos en la empresa Frigorífico Guyana CA?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema en mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en la empresa Frigorífico Guyana CA

1.3.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Diagnóstico de la situación actual del funcionamiento del cuarto de enfriamiento
- ✓ Analizar la situación existente del mantenimiento de los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento
- ✓ Emplear los principios de plan de mantenimiento preventivo para la elaboración de programas y rutinas de mantenimiento para cada equipo
- ✓ Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento.

1.4 Justificación de la investigación.

Una gestión de mantenimiento representa, según la Norma COVENIN 3049- 93: “La efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento”. De este modo se busca tratar de mantener o restablecer la calidad exigida.

Los equipos de refrigeración constituyen una parte fundamental para el almacenamiento y conservación de los productos cárnicos en la empresa Frigorífico Guayana CA. Para dicha empresa es esencial perdurar la vida útil de los equipos de refrigeración, así como también cumplir con los estándares necesarios para la conservación, distribución, almacenamiento y exportación de productos cárnicos a la población. Es por ello que la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de los cuartos de enfriamiento pretende

controlar y garantizar el funcionamiento de dichos elementos para poder brindar confiabilidad en el desenvolvimiento de las operaciones en dicha empresa. Con su aplicación se espera minimizar los costos, maximizar la producción y prologar la vida útil de los elementos que integran los cuartos de enfriamiento.

1.5 Alcance.

La presente investigación contara con la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo. El cual se efectuará en las instalaciones de la empresa Frigorífico Guayana CA. El cual contara con los lineamientos técnicos requeridos como es inspección de piezas, reemplazos de componentes, análisis de fallas, lubricación.

1.6 Limitaciones.

El tiempo de aplicación del plan de mantenimiento, ya que se necesita inspeccionar cada uno de los equipos que componen el cuarto de enfriamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

De acuerdo al contexto de la investigación se contribuye con diversos estudios realizados que tuvieran relación con las variables a estudiar para el sustento de la investigación en curso, por ello se muestran los siguientes antecedentes:

El trabajo realizado por Méndez, A y Rodríguez, C (2013) presento una investigación ante la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador, titulado **“Repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo del equipo de refrigeración para el cuarto de frio de la planta de cárnicos de la facultad de ciencias pecuarios de la Espoch”**, para optar al título de Ingeniero en Mantenimiento. En el presente trabajo se realizaron diferentes procedimientos para establecer un plan de mantenimiento preventivo, determinado para la repotenciación de equipos en refrigeración. Se identificó los componentes que conforman el cuarto de frio, y se procedió al análisis del estado técnico de los mismos, mediante la utilización de un formato técnico, en el cual se evalúa el estado del equipo y sus subcomponentes, para luego ser aplicado el plan de mantenimiento preventivo en los elementos.

Siguiendo el orden de ideas Silva, C (2015) presento un trabajo ante la Universidad Central de Venezuela titulado **“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las cavas de refrigeración de una empresa de alimentos congelados”**, para optar al título de Ingeniero Mecánico. En el presente trabajo se argumentaron criterios en base al análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla para orientar las actividades de mantenimiento a los equipos y componentes más críticos. Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo, su proyección a cincuenta y dos (52) semanas y formatos para la elaboración de rutinas. El plan constituye la base de alimentación para un sistema computarizado de administración de mantenimiento (MP) el cual se comenzará a implementar en la empresa para la gestión de mantenimiento de los equipos de refrigeración.

En otro contexto el trabajo realizado por Villalba D, en el cual se presentó ante la Universidad Central de Venezuela denominado **“Elaboración y puesta en práctica del programa de mantenimiento preventivo y predictivo para el sistema de vapor y sistemas de refrigeración de la línea de producción de la empresa Panamco de Venezuela S.A, Planta Boleíta”**, parara optar al título de Ingeniero Mecánico, presenta los hallazgos basados en la observación de los equipos que integran dichos sistemas. En cuanto a la verificación de sus condiciones operativas y establecer, según manuales elaborados con bases en las recomendaciones de los fabricantes, la data histórica de los equipos y la experiencia de los operadores y mecánicos de la planta, rutinas de mantenimiento preventivo y predictivo pretendiendo servir de apoyo al personal involucrado para anticipar, organizar, preparar y planificar las actividades de mantenimiento correctivo de los equipos que presentan indicios de fallas.

En este proyecto las actividades de mantenimiento consideradas se organizaron según su frecuencia de ejecución, y al momento de ser aplicadas, fueron respaldadas por cronogramas y listas de chequeo que ayudan a mantener un control adecuado para lograr el objetivo que se quiere con el mantenimiento preventivo de los equipos. Los resultados obtenidos fueron evaluados según los indicadores de la gestión de mantenimiento, los cuales consideran las actividades preventivas y correctivas realizadas y los efectos en el tiempo operativo de los equipos. Los logros alcanzados a nivel organizacional y de control de las actividades permiten reducir los tiempos de paradas de los equipos, gracias a la mejor organización del personal y a la agilización de las actividades de mantenimiento correctivo.

2.2 Bases Teóricas.

Es una de las fases más importantes de la investigación, ya que en ella se desarrollan las teorías que van a fundamentar el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado. La investigación se constituirá de una serie de variables que a continuación se plantean documentalmente a fin de obtener una idea de los aspectos a considerar, tanto en la recolección de información, como en la formulación de la propuesta, debido a que estas comprenden un conjunto de

conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado.

2.2.1 Mantenimiento

El mantenimiento se define comúnmente como las acciones que identifican y disminuyen la degradación de un elemento funcional o que restaura las condiciones de diseño de un equipo que se ha averiado. Conforme a la norma Covenin (3049-93) el mantenimiento se define como “El conjunto de acciones que permite restaurar o conservar un sistema productivo en un estado específico para cumplir con un servicio determinado”. También podemos referirlo como un conjunto de actividades que relacionan la gerencia, almacén, administración y calidad con el objeto de preservar los bienes, equipos e instalaciones.

Existen varios tipos de mantenimiento y su implementación depende de las necesidades de la organización y eventualidades que se puedan presentar. Los tipos de mantenimiento se clasifican en:

2.2.1.1 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** Es aquel que se realiza solamente cuando el equipo no está en funcionamiento, y por lo tanto no puede seguir operando. No existe planificación para este tipo de mantenimiento, su aplicación es considerada ya en el momento que ocurre la falla. Partiendo de esto, la norma Covenin (3049-93) refiere al mantenimiento correctivo como “las actividades realizadas para tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas a un mediano plazo”. Partiendo de esta premisa Navas, A (2005) menciona que el mantenimiento correctivo es una actividad para corregir una falla después de un paro imprevisto y sus principales características son: a) carácter de urgencia, b) solución inmediata para evitar pérdidas de dinero, tiempo, y producción.
- **Mantenimiento preventivo:** Morales (2008) manifiesta que el mantenimiento preventivo es caracterizado por poseer programas que ayudan a la reducción de fallos, reduciendo su frecuencia, pero aumentando el tiempo entre los fallos que tenga el dispositivo. Lo que busca esta técnica es establecer la vida útil de un elemento, determinar qué tipo de trabajos u operaciones hay que efectuarle y agrupar estos trabajos como parte de una planificación, sin embargo, al inicio

de su implementación genera algunos inconvenientes con la operación, costes en inventarios. El mantenimiento preventivo toma como herramientas actividades simples y cotidianas dentro de la industria como inspección, control, organización. Cabe destacar los siguientes tipos de prevención:

- ✓ **Mantenimiento Preventivo con base en el tiempo o en el uso:** Se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias.
- ✓ **Mantenimiento Preventivo con base en la inspección:** Es aquel donde un grupo de tareas planificadas se llevan a cabo periódicamente a fin de cumplir el objetivo de mantenimiento, buscando alargar sus ciclos de vida y mejorar la eficiencia de los procesos.
- ✓ **Mantenimiento Preventivo con base en las condiciones:** Se lleva a cabo en base a las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando sus parámetros claves de operación. Ver figura 1.

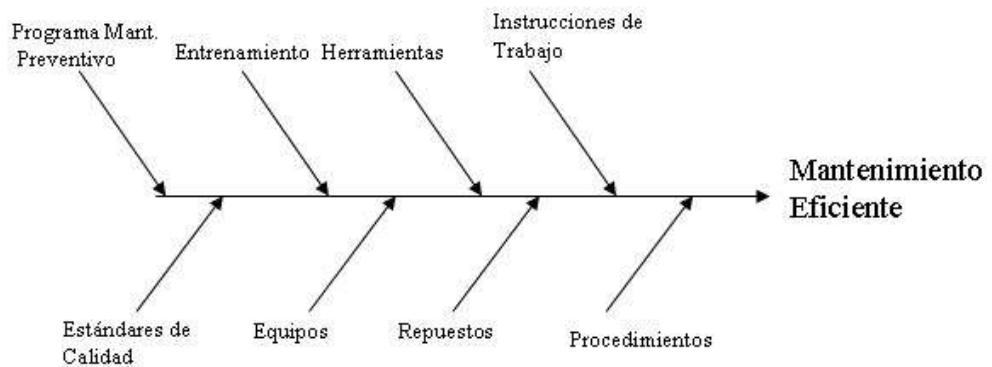


Figura 1. Diagrama de causa-efecto para el mantenimiento eficiente

Fuente. Gómez Z, Gabriel y González O, Carlos (2005)

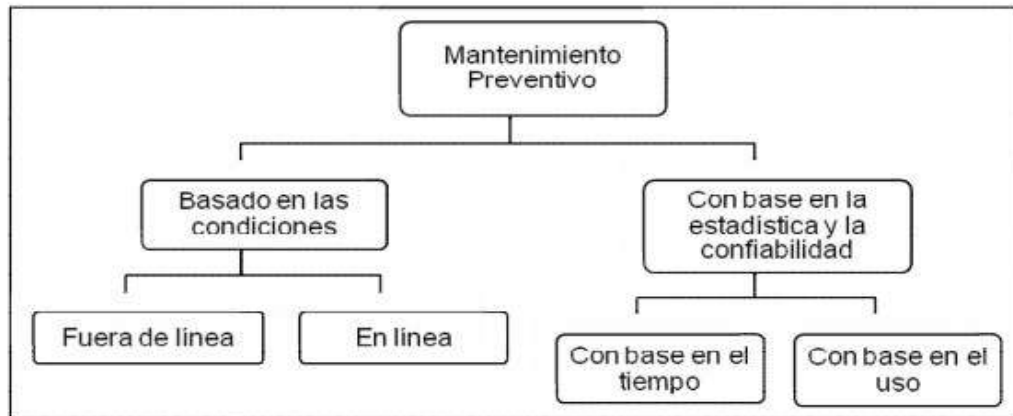


Figura 2. Categoría del mantenimiento preventivo Fuente.
Duffaa, S y otros (2004)

□ **Mantenimiento predictivo:** Es aquel mantenimiento planificado y programado que se fundamenta en el análisis técnico, programas de inspección y reparación de equipos, el cual se adelanta al suceso de las fallas, es decir, es un mantenimiento que detecta las fallas potenciales con el sistema en funcionamiento. El mantenimiento predictivo se consigue con una buena aplicación y un buen seguimiento al mantenimiento preventivo a través de los años. La esencia de este método es anticiparse a los fallos, mediante la implementación de técnicas de predicción tal como lo revela Sánchez (2017).

2.1.1.2 Ventajas del mantenimiento preventivo

- ✓ Disminución del número de fallas y ahorro de recursos por esta misma razón.
- ✓ Disminución de actividades de mantenimiento correctivo.
- ✓ Minimiza el impacto de las fallas presentadas.
- ✓ Mejor conservación del equipo a través de la vigilancia y control continuo.
- ✓ Incremento de la vida útil del equipo.
- ✓ Minimización de pérdidas por productos rechazados.

2.1.1.3 Desventajas de un Mantenimiento preventivo

- ✓ Para que el mantenimiento preventivo provea sus ventajas a la organización es necesaria la inversión en la formación del personal, ya que de lo contrario errores en la ejecución de tareas acarrea daños mayores.

- ✓ Evidenciar los frutos del programa de mantenimiento preventivo toma tiempo, cualquier persona que espera los beneficios completos del mantenimiento en forma rápida se desalentará.

2.2.2 Principio de la refrigeración

Los sistemas de refrigeración consisten en adecuaciones mecánicas que usan las propiedades termodinámicas para realizar un intercambio de energía en forma de calor entre dos o más cuerpos. Específicamente la refrigeración es la ciencia que estudia los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o material a temperatura inferior con respecto de los alrededores correspondientes. En otras palabras, es el proceso termodinámico de transporte de calor de un recinto a otro. El calor se extrae de un lugar donde se desea que no exista y se lleva a un lugar donde su existencia no es relevante. Están diseñados primordialmente para disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras de refrigeración las cuales pueden contener una variedad de alimentos o compuestos químicos conforme especificaciones. **2.2.3 Ciclo de refrigeración**

Cengel & Boles (2011) mencionan que el ciclo de refrigeración opera bajo el ciclo de Carnot invertido, que hace referencia a dos procesos isotérmicos reversibles los cuales están localizados en el condensador y el evaporador, y a dos procesos isentrópicos, los cuales se pueden representar con dispositivos como el compresor y la válvula de expansión o tubo capilar. El ciclo de refrigeración puede describirse de la siguiente manera: 1-2 Compresión isentrópica en un compresor. 2-3 Expulsión de calor al ambiente a temperatura constante por medio de un condensador 3-4 Generar un cambio radical de presión y temperatura a través de un dispositivo de expansión. 4-1 Transferencia de calor a temperatura constante por medio de un condensador. (Ver Figura 3)

Cengel & Boles (2011) indican que la elevación en la temperatura al inicio y fin del evaporador: generalmente similar o muy parecida, determinando así que se está empleando el dispositivo a su plena capacidad y depende de la temperatura de evaporación del gas empleado. También dice que el incremento en la temperatura de la tubería de succión del compresor depende de que se haya concluido con el

ciclo de condensación en el interior del evaporador al igual que su trayectoria en la línea de succión. Con el propósito de alcanzar una temperatura aceptable se suele hacer uso de un dispositivo que transfiera el calor que está situado entre el tubo capilar y el tubo de retorno desde el evaporador a la succión del compresor.

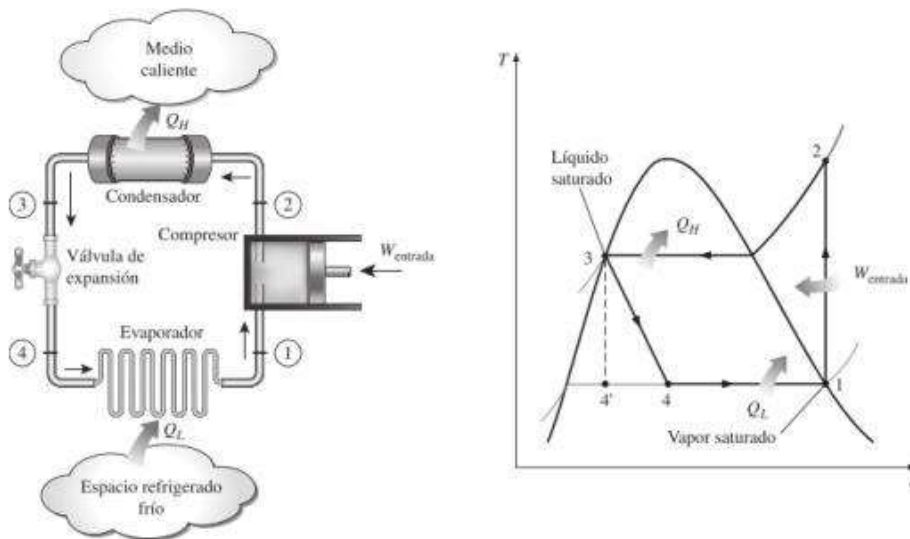


Figura 3. Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor

Fuente. Cengel ; Boles (2011). **2.2.4**

Principio de funcionamiento de la refrigeración

2.2.4.1 Sistemas de refrigeración por compresión:

La refrigeración por compresión desplaza la energía térmica entre dos focos creando zonas de alta y baja presión confinadas en intercambiadores de calor, mientras estos procesos de intercambio de energía suceden cuando el fluido refrigerante se encuentra en procesos de cambio de fase de líquido a vapor y viceversa. El proceso de refrigeración por compresión se logra evaporando un gas refrigerante en fase líquida a través de un dispositivo de expansión dentro de un intercambiador de calor denominado evaporador, para evaporarse requiere absorber calor latente de vaporización, al evaporarse el líquido refrigerante cambia su fase a vapor.

Durante el cambio de fase el refrigerante en estado de vapor absorbe energía térmica del medio en contacto con el evaporador bien sea este medio gaseoso o líquido, a esta cantidad de calor contenido en el ambiente se le denomina carga

térmica, luego de este intercambio energético un compresor mecánico se encarga de aumentar la presión del vapor para poder condensarlo dentro de otro intercambiador de calor conocido como condensador y hacerlo líquido de nuevo.

En este intercambiador se liberan del sistema frigorífico tanto el calor latente como el sensible ambos componentes de la carga térmica. Ya que este aumento de presión además produce un aumento en su temperatura para lograr el cambio de fase del fluido refrigerante y producir el sub-enfriamiento del mismo es necesario enfriarlo al interior del condensador; esto suele hacerse por medio del aire y/o agua conforme el tipo de condensador definido muchas veces en función del refrigerante. De esta manera el refrigerante en fase líquido puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración por compresión. El sistema de refrigeración por compresión consta de cuatro elementos principales:

✓ **Compresor:** Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

En el campo de la refrigeración existen dos tipos de compresores los cuales pueden clasificarse como herméticos y semihermético, clasificados desde el punto de vista del encapsulado en el que se encuentra el sistema interno pues estos poseen una clasificación general, por ejemplo: recíprocantes, rotativos, scroll.

✓ **Herméticos:** La compresión de la máquina se obtiene mediante el desplazamiento de un pistón que se mueve de forma lineal y de atrás hacia adelante dentro de un cilindro, de tal manera que se reduce el volumen del cilindro donde se deposita el gas. (Ver figura 4)

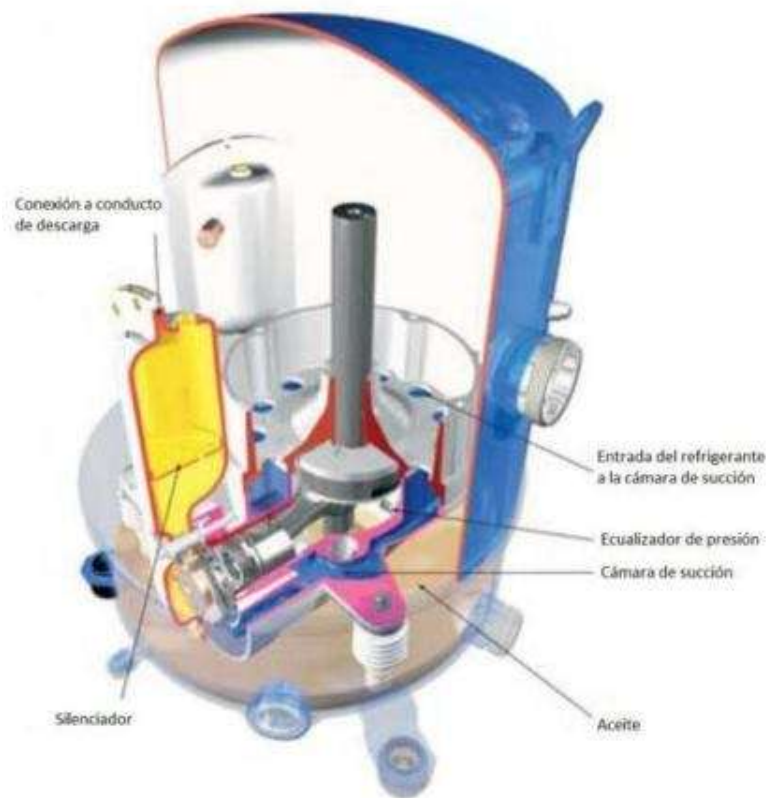


Figura 4. Componente de un compresor hermético

Fuente. Alonso (2012).

- ✓ **Semi-Herméticos:** Son similares a los herméticos, pero son accesibles, se puede reparar cada una de sus partes. Se diferencian tanto el motor como el compresor. Se emplean para media y alta capacidad de refrigeración, se encuentran desde los 2 HP hasta los 60 HP y pueden tener de 1 a 8 pistones. En este tipo de compresores el cuerpo generalmente es de hierro fundido incorporando en su interior el mecanismo y el motor eléctrico, llevan culatas como los compresores abiertos y tapas laterales de acceso al interior las cuales se puede 10 desmontar para realizar operaciones de mantenimiento tales como cambiar pistones o aros.

El compresor aspira el fluido refrigerante del evaporador y entra a través del filtro en los cilindros de baja presión donde una vez comprimido lo descargan a los cilindros de alta presión. Antes de entrar en éstos se mezcla con el fluido refrigerante expandido por la válvula cuyo bulbo está colocado en la tubería de presión conocida como “intermedia” y que actúa sobre el subenfriador, disminuyendo la temperatura del fluido en la aspiración y por lo tanto en la descarga

de los cilindros de alta presión. Por otra parte, el fluido expandido en el subenfriador disminuye la temperatura del líquido refrigerante antes de entrar en el evaporador. (Ver figura 5 y 6)

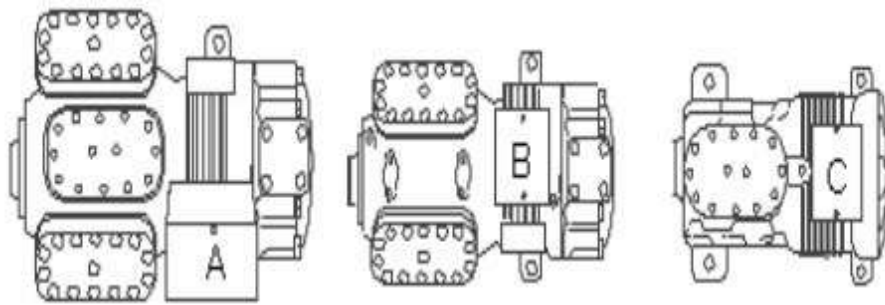


Figura 5. Compresor Semi-Hermético

Fuente. Vázquez, (2012)

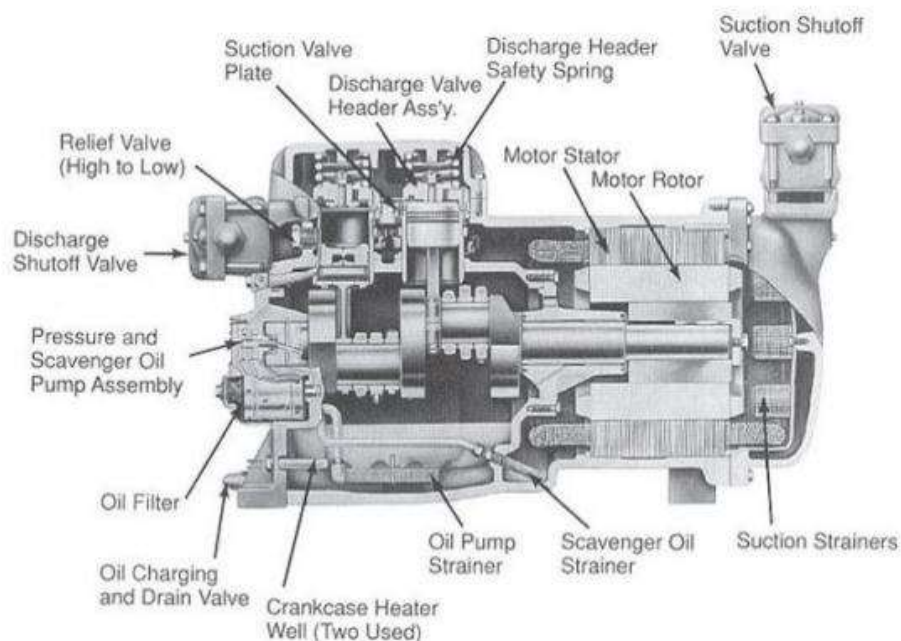


Figura 6. Partes de un compresor Semi-Hermético

Fuente. Pineda (2013).

Pineda (2013) hace notar que los compresores herméticos y semihermético funcionan de manera similar, ya que utilizan el movimiento recíproco de un pistón creando una diferencia de presiones la cual es aprovechada para el uso que requiera el cliente, sin embargo, la principal diferencia es el encapsulado pues este último no se encuentra sellado, facilitando con esto su reparación y mantenimiento.

- ✓ **Evaporador:** Se encarga de enfriar o acondicionar la cámara, puede estar dentro fuera de la misma. El objetivo de este elemento es hacer que el fluido refrigerante que entra a baja presión y temperatura empieza a enfriar ya que absorbe el calor externo del espacio que se requiere enfriar.

El principio de funcionamiento del evaporador es sencillo, pues consiste en transmitir al medio ambiente el calor excedente de los distintos procesos que puedan existir en la industria como las máquinas térmicas, utilizando la evaporación de una pequeña cantidad de líquido, dando como resultado un ahorro de energía y con las temperaturas bajas a las que el refrigerante trabaja se asegura el correcto funcionamiento del proceso. Tomando como clasificación:

- ✓ **Evaporadores de serpentines aletados:** Hernández, P (2008), Este tipo de evaporadores son más comunes por convección forzada (generada por un motor y un ventilador). Estos serpentines aletados son serpentines de tubo sobre el cual se colocan aletas que sirven como superficies absorbentes de calor y tienen como función incrementar el área de transferencia de calor externa del evaporador mejorando por lo tanto su superficie para enfriar aire o gases.(Ver figura 7).

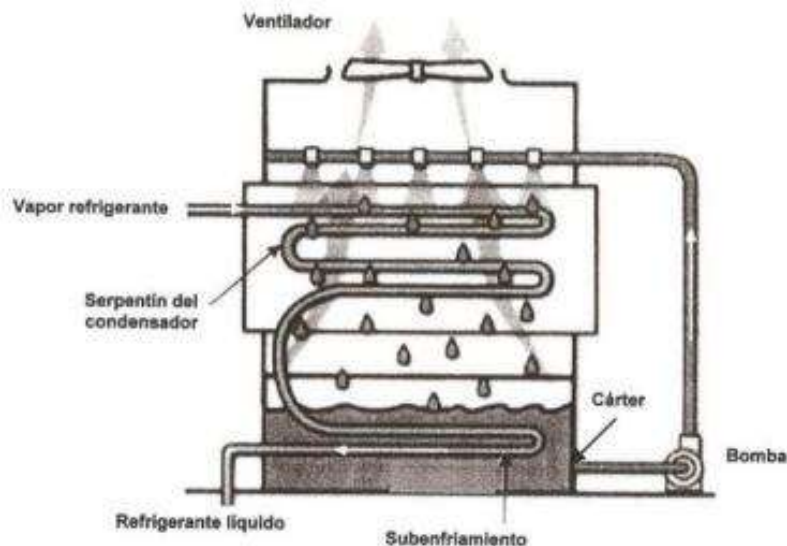


Figura 7. Ciclo del evaporador

Fuente. Hernández (2009).

- ✓ **Condensador:** Isidro (2011) expone su opinión sobre los condensadores diciendo que estos son dispositivos empleados para la separación de vapores restantes a través de la saturación, incluyendo con esto un cambio de fase, para obtener este

cambio de fase pueden utilizarse dos métodos: el primero señala un aumento de presión a una temperatura constante, mientras que el segundo aconseja disminuir la temperatura manteniendo la presión constante. Este método es comúnmente aplicable al campo de la refrigeración para obtener bajas temperatura debido a las eficiencias de remoción que se requiere. Coronel (2015) presenta al evaporador como una máquina que se encarga de transferir el calor del producto hacia sí mismo, en los sistemas de refrigeración esto sucede gracias a que el líquido refrigerante entra en el evaporador a una temperatura muy baja absorbiendo así el calor del producto.(ver figura 8)

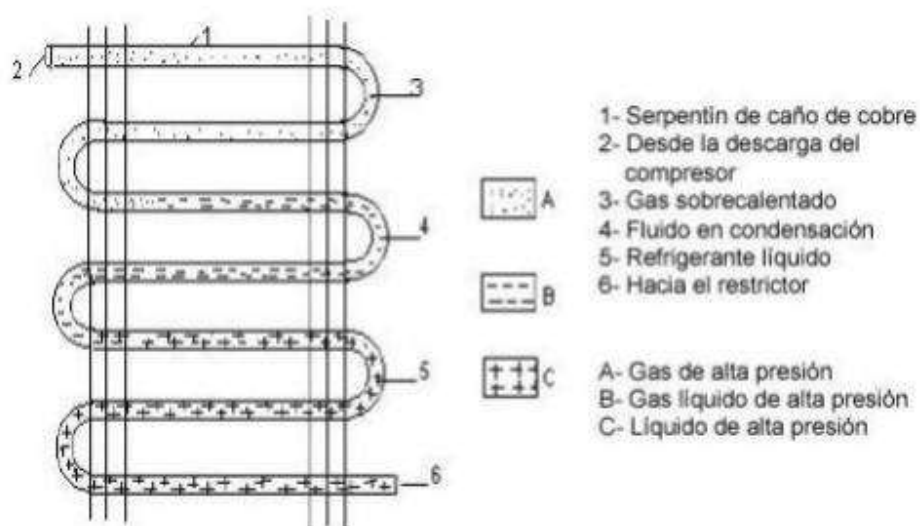


Figura 8. Descripción del comportamiento del refrigerante en el condensador.

Fuente. Coronel (2015).

- ✓ **Dispositivo de expansión:** Hace que el fluido que entra en estado líquido sufra una caída de presión y temperatura hasta la necesaria en el evaporador. También controla la cantidad de fluido refrigerante que debe entrar en el evaporador.

Cengel (2012) describe un dispositivo de expansión como el instrumento encargado de restringir el paso de algún fluido o gas, ocasionando con esto una caída abrupta de temperatura. Una expansión en un ambiente con una temperatura menor evapora parcialmente el fluido disminuyendo su temperatura y absorbiendo calor latente del ambiente.(ver figura 9)

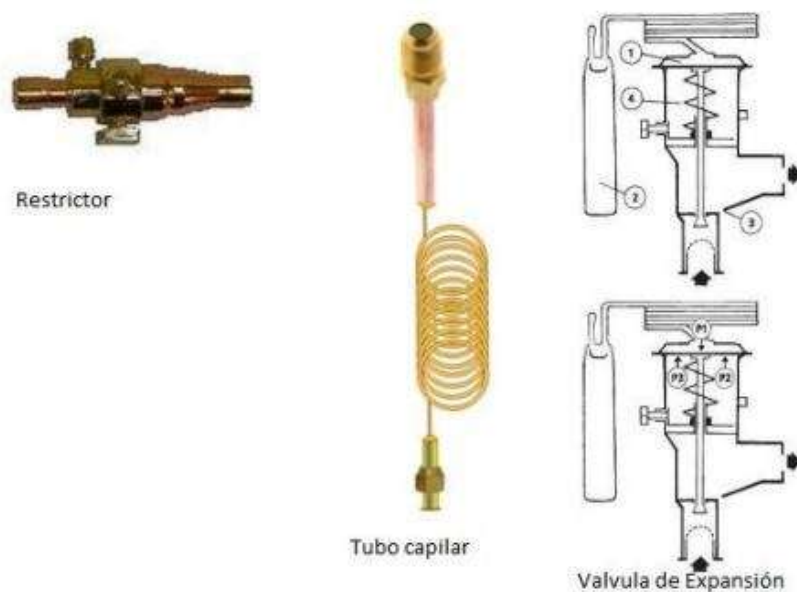


Figura 9. Tipos de válvulas de expansión utilizados en refrigeración

Fuente. Hernández (2009).

2.2.4.2 Sistemas de refrigeración por absorción:

Este proceso utiliza el calor como fuerza motriz en vez de un compresor, es efectivo este sistema cuando el calor es abundante o barato o cuando es producto secundario de otro proceso, este sistema es parecido al de un caldero, excepto por las tuberías de agua enfriada y de agua del condensador. Los quemadores de gas son partes del sistema si se trata de un enfriador de disparo directo. Se componen de:

- ✓ Hervidor
- ✓ Condensador
- ✓ Evaporador
- ✓ Absorbidor

2.2.5. Componentes adicionales:

Cuando observamos un sistema de refrigeración industrial o comercial, encontraremos que aparte de los componentes principales existen otros dispositivos que tienen la finalidad de aumentar la eficiencia del ciclo o facilitar el control del proceso, así como componentes eléctricos que permiten controlar y/o proteger el sistema. A continuación, se mencionan algunos: **2.2.5.1 Dispositivos auxiliares para mejorar el sistema:**

- ✓ **Recibidor de líquido:** Es un tanque que recibe el refrigerante proveniente del condensador garantizando la llegada de líquido a la válvula de expansión.
- ✓ **Filtros secadores:** Se usan para absorber la humedad en el sistema.
- ✓ **Separador de aceite:** Se usa para que el aceite para refrigeración se acumule en el fondo y luego retorne al compresor.
- ✓ **Asimilador de vibración:** Es una junta flexible que absorbe la vibración en la tubería por la operación del compresor.
- ✓ **Acumulador de succión:** Es un tanque que recibe el refrigerante proveniente del evaporador garantizando la llegada de gas al compresor.

2.2.5.2 Dispositivos que permiten controlar el sistema:

- ✓ **Presostato:** Es un interruptor de presión. Se usan para proteger al compresor y según el tipo puede ser activado por presión diferencial, por baja o alta presión.
- ✓ **Termostato:** Es un interruptor de temperatura. Se usa para mantener una temperatura en la cámara de la cava. Según la temperatura activa o desactiva el compresor.
- ✓ **Válvula solenoide:** Consiste en una válvula en la que el desplazamiento del vástago se produce a consecuencia de un campo magnético generado en un solenoide.
- ✓ **Visor de líquido:** Se ubica en la tubería de líquido del ciclo. Permite visualizar el flujo y estado del refrigerante.
- ✓ **Reloj de ciclo de enfriamiento:** Consiste en un reloj que permite controlar el ciclo de trabajo y paro del compresor, así como la activación del sistema de descarche.

2.2.5.3 Dispositivos eléctricos para controlar y/o proteger el sistema:

- ✓ **Contactador:** Se usa para activar el circuito de potencia del compresor.
- ✓ **Relevador térmico:** Es una protección contra sobrecarga del compresor.
- ✓ **Supervisor de fase:** Su función es proteger al sistema contra desbalances en las líneas de alimentación de energía eléctrica.
- ✓ **Disyuntor:** Es un interruptor para proteger el sistema contra cortocircuitos.

2.2.5.4 Refrigerantes:

Los refrigerantes son sustancias que actúan como agente de enfriamiento, con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Mediante cambios de presión y temperatura absorben calor en un lugar o lo disipa en otro mediante un cambio de líquido a gas y viceversa.

Uno de los refrigerantes más comerciales es:

- ✓ **Refrigerante R-22:** Barrera, A (2011), Se emplea en sistemas de aire acondicionado domésticos y en sistemas de refrigeración comerciales e industriales incluyendo: cámaras de conservación e instalaciones para el procesado de alimentos: refrigeración y aire acondicionado a bordo de diferentes transportes. Se puede utilizar en compresores de pistón, centrífugo y de tornillo. El refrigerante 22 tiene un punto de ebullición a la presión atmosférica de $-40.77778^{\circ}\text{C}$ ($-41,4^{\circ}\text{F}$). La temperatura en la descarga con el R 22 es alta, la temperatura sobrecalentada en la succión debe conservarse en su valor mínimo sobre todo cuando se usan unidades herméticas motor compresor.

2.2.5.5 Aceite lubricante:

Segovia, (2013) El aceite circula a través del sistema con el refrigerante, entra en contacto directo con los devanados calientes del motor en unidades herméticas y semiherméticas por lo que debe ser capaz de soportar temperaturas extremas. Además, debe mantener la viscosidad suficiente para permitir una lubricación adecuada. Asimismo, el aceite se enfría a la más baja temperatura del sistema y debe permanecer fluido en todas las partes. La fluidez de la mezcla aceite - refrigerante es determinada por el refrigerante utilizado, las temperaturas, las propiedades del aceite y su miscibilidad con el refrigerante. (ver figura 10)

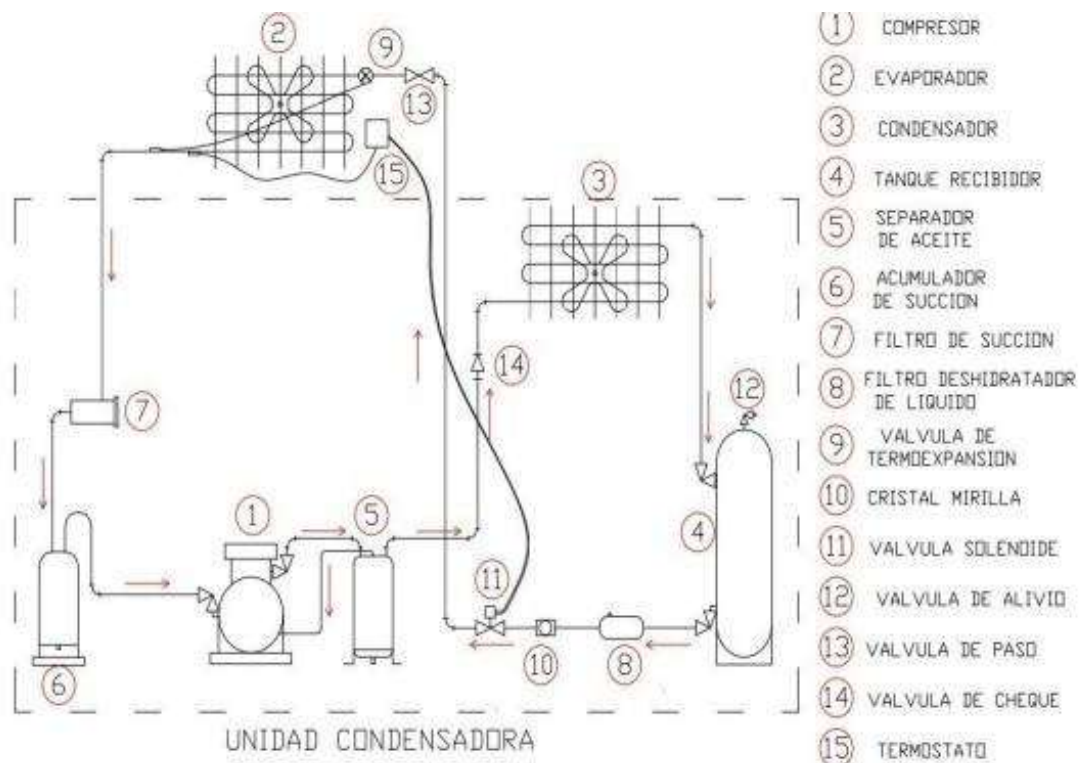


Figura 10. Componentes del sistema de refrigeración

Fuente. Hernández (2008).

2.2.6 Cuartos de enfriamiento:

Es un recinto aislado térmicamente que utiliza un sistema de refrigeración para la extracción de energía del objeto en su interior. Para esto en el interior de la cámara se ubica uno o más evaporadores, la cámara debe estar aislada térmicamente a fin de minimizar la transferencia de calor por su estructura propia. Esto se logra gracias a paneles frigoríficos contruidos con polímeros sintéticos de bajo coeficiente de transferencia de calor. Las paredes de una cámara frigorífica son de materiales de fácil limpieza, lisos, impermeables, resistentes a la corrosión y de colores claros. Cualquier material aislante térmico que se utilice deberá ser colocado en forma tal, que permita el cumplimiento de lo especificado para paredes y techos y no tener contacto con el ambiente.

2.2.6.1 Principio de funcionamiento de cuartos de enfriamiento:

Los cuartos fríos son diseñados para disminuir la temperatura del producto que está en su interior para ello utilizan un sistema de refrigeración a compresión a continuación se muestran un esquema de los elementos del sistema: (Ver figura 11)

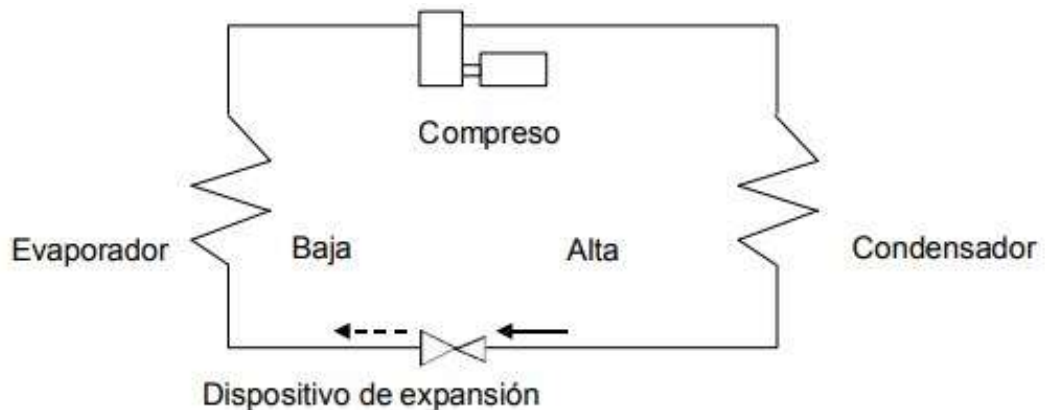


Figura 11. Circuito básico de componentes en cuartos de enfriamiento

Fuente. Rojas, (2014)

El fluido refrigerante está sometido a cambios de presión, como se muestra en la figura 11, se observa las zonas de alta y baja presión, la zona de alta presión está entre la descarga del compresor hasta la entrada del dispositivo de expansión y la zona de baja presión entre la salida del dispositivo de expansión y la entrada del compresor. En todo este circuito de refrigeración, el fluido refrigerante cambia tanto la presión como la temperatura, entre la salida del compresor y la entrada del condensador el fluido está en estado de gas sobrecalentado, se condensa a una temperatura y sale del condensador a la misma temperatura o menor, entonces la temperatura del fluido a la entrada del dispositivo de expansión puede ser igual o menor que la de condensación.

2.2.6.2 Cálculo de carga térmica y selección de equipos

Para ello se debe determinar

-Cargas térmicas por transmisión en paredes

Es una medición del calor que fluye por conducción a través de las paredes del espacio refrigerado del exterior hacia el interior, donde la temperatura del interior es la temperatura más baja T_i , y la temperatura exterior es la más alta T_e (Ver figura 12)

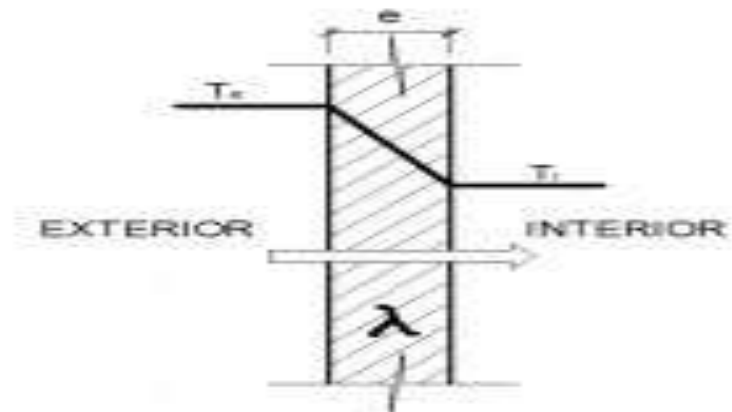


Figura 12:Flujo de calor a través de una pared.

Fuente: Melgarejo (2000).

La cantidad de calor transmitido en unidad de tiempo a través de las paredes de un espacio refrigerado, es función de tres factores, cuya relación se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{trans} = S \times K \times \Delta T \quad \text{Donde:}$$

Q_{trans} : Calor total que atraviesa la pared (W).

S: Superficie total de pared (m^2).

K: Coeficiente global de transmisión de calor (W/m^2K).

ΔT : Diferencia de temperatura (K) entre el interior y el exterior ($t_e - t_i$).

λ : Coeficiente de conductividad térmica del aislante ($W/m K$).

e: Espesor de aislante (m).

R: e/λ , Resistencia térmica (m^2K/W)

Carga Térmica Por Infiltración De Aire

Todo aire del exterior que ingresa al recinto frigorífico debe ser reducido a la temperatura de almacenamiento, incrementando así la carga térmica. A causa de muchas variables envueltas, es difícil calcular el valor adicional ganado por infiltración de aire, el tránsito dentro y fuera varía con su tamaño y volumen, por lo tanto, el número

de veces que las puertas se abren se relaciona más al volumen del recinto.

$$Q_{ap} = V_{camara} \cdot f \cdot n \cdot dia$$

Donde:

Q_{ap} : Calor por infiltración de aire

V_{camara} : Volumen de la cámara (m^3)

f : factor de (W/m^3) de aire removido n :

Cambio promedio de aire

-Carga Térmica por Producto

La carga generada por el producto, es decir, el calor que hay que remover del producto a conservar para abatir la temperatura de conservación. La carga térmica por producto se divide en: Carga por carga por calor sensible y latente de congelamiento.

-Carga por calor sensible sobre el congelamiento

Es la cantidad de calor que se desea remover del producto el cual producirá un cambio en la temperatura del producto, pero sin cambiar de estado o fase. La carga del producto cuando se desea extraer el calor sensible se expresa por la siguiente formula.

$$Q_s = (C_p \times m \times (t_e - t_i)) / (\text{tiempo enfriamiento deseado}) \times 24h \quad \text{Donde:}$$

Q_s : Cantidad de calor que hay que remover ($(w-h)/(24 h)$). m :

Masa del producto (kg).

C_p : Calor específico del producto (KJkg/K) t_i :

Temperatura inicial del producto en K.

t_e : Temperatura final del producto en K.

Nota el calor específico (C_p) es por arriba del punto de congelación, cuando se requiere enfriar el producto a una temperatura igual o por arriba del punto de congelación del producto, y cuando se desea congelar el producto por debajo del punto de congelación se utilizan tanto el calor por arriba del punto de congelación como por abajo del punto de congelación.

-Carga por calor latente de congelación

Es el calor que al ser removido produce un cambio de fase en el producto sin que se presente un cambio en la temperatura del producto. La carga de calor latente que

se desea remover se calcula mediante la fórmula siguiente.

$$Ql = (Cl \times m$$

)/(Tiempo de enfriamiento deseado) x 24h Donde:

Ql : Cantidad de calor que hay que remover ((w-h)/(24 h)). m:

Masa del producto (kg).

Cl : Calor específico del producto (KJ/Kg).

-Carga por calor sensible por debajo del congelamiento

Es la cantidad de calor que se desea remover del producto el cual producirá un cambio en la temperatura del producto. La carga de calor latente que se desea remover se calcula mediante la fórmula siguiente.

$$Qb = (Ci \times m(te-ti))/(Tiempo de enfriamiento deseado) \times 24H \text{ Donde:}$$

Qb : Cantidad de calor que hay que remover ((w-h)/(24 h)). m:

Masa del producto (kg).

Ci : Calor específico del producto (KJ/Kg) ti :

Temperatura inicial del producto en K.

te : Temperatura final del producto en K.

-Calor de Respiración

Las frutas y los vegetales continúan con vida aun después de su recolección y continúa sufriendo cambios mientras están almacenados. La carga del producto proveniente del calor de respiración se calcula multiplicando la masa total del producto por el calor de respiración.

$$QR = (CR \times m)/(Tiempo de enfriamiento deseado) \times 24 h \text{ Donde:}$$

QR : Cantidad de calor que hay que remover ((w-h)/(24 h)). m:

Masa del producto (kg).

Cr : Calor específico del producto (KJ/Kg)

-Carga Total del producto

La carga total del producto está dada por la suma de las cargas sensible, latente, la de respiración.

$$Qp = Qs + Ql + Qb + QR$$

Donde:

Qp : carga total del producto ((w-h)/(24 h)).

Qs : Calor sensible antes de la congelación ((w-h)/(24 h)).

Ql : Calor latente de congelación $((w-h)/(24 h))$.

Qb : Calor sensible después de la congelación $((w-h)/(24 h))$.

QR : Calor de respiración $((w-h)/(24 h))$.

-Carga Suplementarias

Las cargas varias consisten principalmente de calor cedido por el alumbrado, los motores eléctricos que están dentro del espacio a refrigerar y por las personas que están trabajando dentro del enfriador. Los siguientes cálculos se hacen para determinar las ganancias de calor producidas por cargas varias.

-Carga por alumbrado:

$$Q_{al} = P \times H_{rf} \times 24h$$

Donde:

Q_{al} : Calor por iluminación $((w-h)/(24 h))$ P :

Potencia de todas las luminarias en W.

H_{rf} : Cantidad de horas funcionando /24 horas.

-Motores eléctricos:

$$Q_m = f \times P \times 24h$$

Donde:

Q_m : Calor por motores $((w-h)/(24 h))$

P : Potencia total de todos los motores en HP.

f : Factor de potencia

-Calor por Personas:

$$Q_{per} = q \times f \times 24h$$

Donde:

Q_{per} : Calor por personas $((w-h)/(24 h))$

P : Número de personas en el recinto.

f : Factor

-Carga Total

Melgarejo (2000) La carga térmica se calcula con una base de 24 horas y la capacidad horaria del compresor se determina dividiendo la carga total entre 24 horas multiplicado por el número de horas deseado de operación del compresor durante el periodo de 24 horas.

Se debe de considerar un factor de seguridad para permitir que el sistema frigorífico se recupere rápidamente después de un incremento en temperatura y tener en cuenta cualquier carga que puede ser mayor a la estimada originalmente, habitualmente se considera valores comprendido entre 1.10 y 1.30.

Para cámaras frigoríficas a temperaturas iguales o superiores a 4°C con descongelamiento natural estimar la duración horaria del sistema frigorífico en (14 – 16) horas por día. Para cámaras frigoríficas a temperatura inferiores a 4°C con descongelamiento eléctrico estimar la duración horaria del sistema frigorífico en (14 – 18) horas por día, con descongelamiento por gas caliente considerar (16 – 20) horas por día. Para cámaras frigoríficas a temperatura inferiores a 0°C con descongelamiento eléctrico estimar la duración horaria del sistema frigorífico en (16 – 18) horas por día, con descongelamiento por gas caliente considerar (18-20) horas por día.

Siendo el resto de horas suficiente para el descongelamiento eléctrico y descongelamiento por gas caliente.

Con la carga térmica estimada adicionando su factor de seguridad nos permite seleccionar los componentes del sistema frigorífico, y el dimensionamiento de tubería.

$$QT = ((\sum \text{calores}) / (N^\circ \text{ horas funcionamiento compresor})) \times \text{factor de seguridad}$$

2.3 Definición de términos básicos:

La definición de términos básicos depende de la claridad del planteamiento del problema, pues ella surge de allí, en ello es el tutor que determina como construirlo, además no debe confundirse con un glosario.

- ✓ **Temperatura:** Es la medida de la presión térmica de un cuerpo. Una alta temperatura (cuerpo caliente) indica una alta presión térmica, si el cuerpo esta frío indica una baja presión térmica. Las escalas de temperatura más usadas son la de Celsius (°C) y el Fahrenheit (°F).

$$T_c = \frac{5}{9}(T_F - 32^\circ)$$

$$T_F = \frac{9}{5}T_c + 32^\circ$$

$$T_K = T_c + 273.15$$

- ✓ **Presión:** Se define como la fuerza normal (FN) que, distribuida uniformemente, actúa sobre una superficie dada (S). La fuerza puede estar ocasionada por líquidos, gases o vapores, o por cuerpos sólidos, y su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI), es el Newton.

$$P = \frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

- ✓ **Calor:** El calor es energía en tránsito de un cuerpo a otro como resultado de una diferencia de temperatura entre ellos.
- ✓ **Evaporación:** Fenómeno por el cual una sustancia en estado líquido pasa al estado gaseoso. En este cambio de estado la sustancia requiere energía, la cual absorbe del medio que la rodea, es por esto que se enfría.
- ✓ **Condensación:** Fenómeno por el cual una sustancia en estado gaseoso pasa al estado líquido.
- ✓ **Refrigeración:** La refrigeración se define como cualquier proceso de eliminación de calor. Es la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o un cuerpo a temperatura inferior con respecto a los alrededores, para lograr lo anterior, debe sustraerse el calor del cuerpo que va a ser refrigerado y ser transferido a otro cuerpo cuya temperatura es inferior a la del cuerpo refrigerado.
- ✓ **Agente refrigerante:** En cualquier proceso de refrigeración, la sustancia empleada para absorber calor o agente de enfriamiento se llama refrigerante.
- ✓ **Capacidad del sistema:** Es la velocidad a la que se puede efectuar la eliminación de calor en el espacio o material refrigerado. Se expresa en BTU/hr.

- ✓ **Relación presión – temperatura:** La temperatura de saturación de un fluido depende de la presión del fluido. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de saturación y si disminuye la presión baja la temperatura de saturación.
- ✓ **Segunda ley de la Termodinámica (entropía):** Esta establece que solo se transfiere calor en una sola dirección, de mayor a menor temperatura, y esto tiene lugar a través de los tres modos básicos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación).
- ✓ **Procesos termodinámicos:** Cuando un sistema cambia de una fase a otra se dice que está sujeto a un proceso, los procesos termodinámicos pueden ser reversibles o irreversibles. Un proceso reversible es aquel que puede regresarse en su trayectoria hasta el punto exacto de inicio del proceso y por lo tanto regresa tanto el sistema como sus alrededores a sus condiciones iniciales. En general un proceso es irreversible si el sistema y sus alrededores no pueden regresar a su fase inicial.
- ✓ **Adiabático:** Se describe como el proceso termodinámico en donde no existen pérdidas de calor o transferencia de energía.
- ✓ **Análisis de vibraciones:** Técnica utilizada en el mantenimiento de clase mundial que se encarga de medir la frecuencia de rotación de un equipo y determinar si se encuentra bajo los límites de operación.
- ✓ **COVENIN:** Corresponde al acrónimo de la Comisión Venezolana de Normas Industriales
- ✓ **Valvular de expansión:** Dispositivo utilizado para reducir la presión del refrigerante al igual que su temperatura.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación requiere contar con todos los elementos metodológicos que permitan el desarrollo de sus objetivos. En tal sentido, Sabino (2007) señala que, el marco metodológico es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación, inspección y recolección de información.

3.1 Tipo de investigación:

De acuerdo a la naturaleza y características del problema objeto de estudio, esta investigación se enmarcará dentro de la investigación aplicada o proyecto factible, por cuanto a través del desarrollo se propondrán alternativas o propuestas en torno al diseño e implementación de sistema en mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en productos cárnicos de la empresa Frigorífico Guayana CA. Balestrini (1998), Define el Proyecto Factible como “una proposición sustentada en un Modelo Operativo factible, orientada a resolver un problema planteado o a satisfacer necesidades en una institución o campo de interés nacional”.

Según el manual de la UPEL (2003) el proyecto factible “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

3.2 Diseño de la investigación:

En el manual de la UPEL (2003), se define a la investigación de campo como: “El análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes; explicar causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”.

Este estudio constituye una investigación con diseño de campo ya que se recopilará la información en forma directa, es decir de la realidad del problema, de esta manera se puedan obtener datos primarios, con los aportes cuantitativos y cualitativos que denota el objeto de estudio. De igual manera la investigación también estará apoyada en una revisión documental. Para Arias (2006), la Investigación Documental, “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”.

En tal sentido esta investigación tuvo apoyo documental porque se manejaron diversos tipos de documentos bibliográficos a través de los cuales se logró recolectar información necesaria para el estudio a realizar.

3.3 Nivel de la investigación:

El nivel de la investigación fue de carácter descriptivo porque “Se trabaja sobre realidades de hechos y sus características fundamentales de presentar una interpretación correcta. Esta incluye el estudio de casos, causa y desarrollo.

Así mismo según Córdoba y Monsalve (2002), está clasificado en diseño Interactiva porque implica la realización de acciones en forma individual o grupal con el fin de modificar una situación o evento. Esta investigación ejecuta acciones para modificar un evento recogiendo información durante el proceso, para detectar el problema planteado, describe en su fase descriptiva situación preocupante con el propósito de reorientar las actividades para introducir mejoras durante el proceso.

El propósito de esta investigación se basará en proponer el diseño e implementación de sistema en mantenimiento preventivo para cuartos de enfriamiento en productos cárnicos. Este estudio estará orientado a contribuir con el mejoramiento de los equipos que conforman un cuarto de enfriamiento, generando cambios masivos que contribuya a satisfacer necesidades pertinentes de los usuarios, para mejorar la efectividad de la producción, almacenamiento, conservación de los productos cárnicos .Para esto se hizo necesario realizar un diagnóstico, inspección, revisión de la situación actual que presentan los elementos y componentes de los cuartos de enfriamiento en las instalaciones de Frigorífico Guyana CA.

3.4 Población y Muestra:

3.4.1. Población:

Para Balestrini (1998), se entiende por población “...cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar, alguna o algunas de sus características” (Pág. 122).

En el caso objeto de estudio, la población está constituida por los elementos y componentes que integran el sistema de refrigeración.

3.4.2 Muestra:

De la población señalada se tomará en cuenta una muestra no probabilística, la cual según Hernández (2001), corresponde al “tipo de muestra cuya selección no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de encuestadores” (Pág. 226).

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

Se define como un conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación (Arias. 2012; 376).

3.5.1 Observación:

Según Claret (2007:79) “La observación es una técnica que se debe emplear para relacionar el sujeto de estudio con el objeto, dotando al investigador de una teoría y un método adecuado para que la investigación tenga una orientación correcta y el trabajo de campo arroje datos exactos y confiables.”.

Esta técnica se aplicará en forma directa e indirecta. Directa a propósito de observar y recoger información dentro de la comunidad a estudiar y de manera indirecta mediante la utilización de instrumentos que permitirán conocer la problemática subjetivamente desde adentro, produciendo una mayor proximidad con la realidad. **3.5.2 Entrevista:**

Esta quizá sea la más enriquecedora de las técnicas utilizadas, a nivel de recopilación de datos para el proyecto, ya que consiste en escuchar las opiniones y los conocimientos directamente de las personas responsables del mantenimiento, los cuales conocen los equipos en su operación cotidiana y se encuentran actualizado en los problemas que ha presentado cada equipo durante su funcionamiento. **3.6 Fases Metodológicas**

Fase I: Diagnostico de la situación actual del funcionamiento del cuarto de enfriamiento:

En esta fase se busca evaluar detalladamente los equipos de refrigeración, enfocándose en análisis técnico, variables, circuitos. Con la posibilidad de la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo.

Fase II: Búsqueda de posible solución para el diseño e implementación de sistema en mantenimiento preventivo:

Durante esta fase, se dará inicio al posible diseño del sistema tomando en cuenta cada uno de los criterios y conclusiones que la fase anterior pudo haber arrojado, en tal sentido esta fase puede referirse a la generación de diferentes alternativas de solución siguiendo ciertos lineamientos establecidos por la fase anterior y tomando en cuenta también las “Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico” (N. Vilchez). Estas estrategias creativas establecerán el objeto de estudio como un problema de diseño mecánico que las mismas buscan resolver mediante, el estudio de la situación problemática, generando distintas alternativas como solución al problema, que serán especificadas según sus variables fundamentales.

De igual manera estas estrategias permiten la búsqueda de una solución efectiva al problema propuesto estableciendo para cada alternativa sus funciones principales, restricciones para el diseño y sus criterios a la hora de diseñar. Por último, se dará una especificación del sistema a diseñar, como resultado del uso de estas estrategias creativas.

Fase III: Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento:

Al finalizar el proceso se debe documentar todos los procedimientos realizados durante la inspección, rectificación o reparación, con el objetivo de evidenciar y mantener un control sobre las instrucciones que se deben seguir. Al tener los datos recopilados se tendrán herramientas suficientes para realizar un mantenimiento al equipo de refrigeración o crear una guía que establezca los procedimientos a seguir cuando el equipo presente algún tipo de falla o simplemente se necesite prolongar la vida del mismo.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En el presente capítulo se desarrollan las fases anteriormente mencionadas en el capítulo III, con el fin de tener conocimiento sobre la situación actual de los componentes que integran el cuarto de enfriamiento y su posible solución mediante la incorporación del plan de mantenimiento preventivo para dicho equipo. Y a su vez permitir mejorar la vida útil de los equipos que se tiene en la empresa FRIGORIFICO GUYANA CA.

4.1 Diagnóstico de la situación actual del funcionamiento del cuarto de enfriamiento:

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseñó el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de

sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. Haciendo uso de los datos se realiza su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener con ello una alta efectividad en el ámbito laboral. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos.

Siguiendo en el orden de ideas, en la presente fase se muestran los resultados obtenidos mediante la entrevista a los empleados de la empresa FRIGORIFICO GUYANA CA, quienes permanecen en constante actividad en el cuarto de enfriamiento. Mediante esta técnica se revela la opinión y pensamiento que se tiene de acuerdo al mantenimiento preventivo, fallas recurrentes, beneficios y otros aspectos. También se evidencia una latente carencia de eficiencia en algunos componentes del cuarto de enfriamiento, recurrentes fallas y mal funcionamiento, lo cual repercute en la vida útil del mismo. De igual manera mediante la observación se logra apreciar un deterioro en varios componentes, gran parte de los mismos ameritan una exhaustiva intervención para el buen funcionamiento del cuarto de enfriamiento y así evitar los lineamientos correctivos. El desarrollo del proyecto está enfocado en gran medida a la mejora de los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento de la empresa FRIGORIFICO GUAYANA CA. A continuación, en la figura 13 y 14, se muestra la empresa y ubicación geográfica.



Figura 13. Frigorífico Guyana CA.
Fuente. Guevara (2021)



Figura 14. Ubicación geográfica Frigorífico Guyana CA
Fuente. Guevara (2021)

Gracias al uso de los instrumentos de recolección de datos aplicados en este proyecto de investigación y que están definidos en el Capítulo III del mismo, se puede tener una apreciación de manera más directa de la situación que se vive en las instalaciones de la empresa FRIGORIFICO GUYANA CA, desde el punto de vista de las personas que acuden a él; a continuación, se hará un análisis de las respuestas del cuestionario, el cual se puede apreciar en el apéndice A, realizado a la muestra de la población con la que se trabaja en este proyecto de investigación, la cual está conformada por 20 personas, las cuales son 6 trabajadores de la empresa FRIGORIFICO GUAYANA CA y 14 clientes regulares del mismo

Siguiendo con el orden de ideas, la presente entrevista formulada a los trabajadores y clientes de la empresa dio como resultado lo siguiente.

Tabla 1. ¿Conoce usted el mantenimiento preventivo?

Pregunta 1	
¿Conoce usted el mantenimiento preventivo?	
Opción de respuesta	Cantidad de personas que respondieron
Si	8 personas
No	12 personas

Fuente: Guevara (2021)

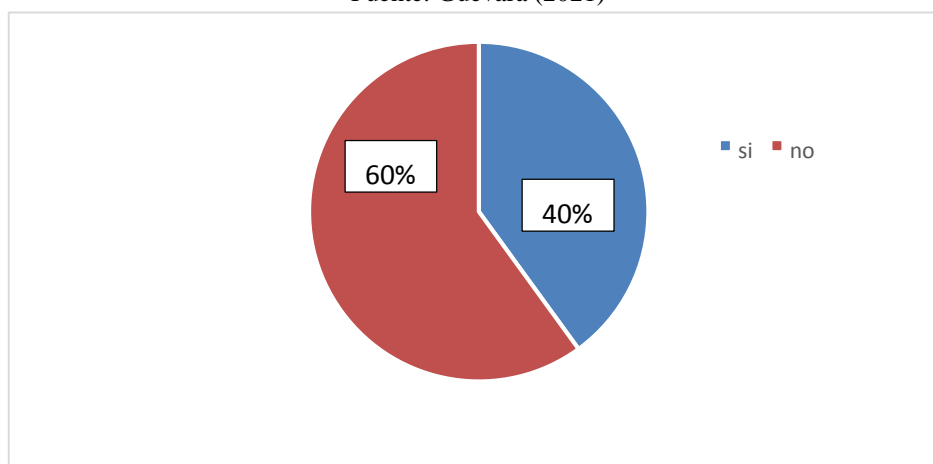


Gráfico 1. ¿Conoce usted el mantenimiento preventivo?

Fuente: Guevara

Con esta pregunta se puede saber si las personas saben o conocen el mantenimiento preventivo

Tabla 2. ¿Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento?

Pregunta 2	
¿ Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento?	
Opción de respuesta	Cantidad de personas que respondieron
Si	18 personas
No	2 personas

Fuente: Guevara (2021)

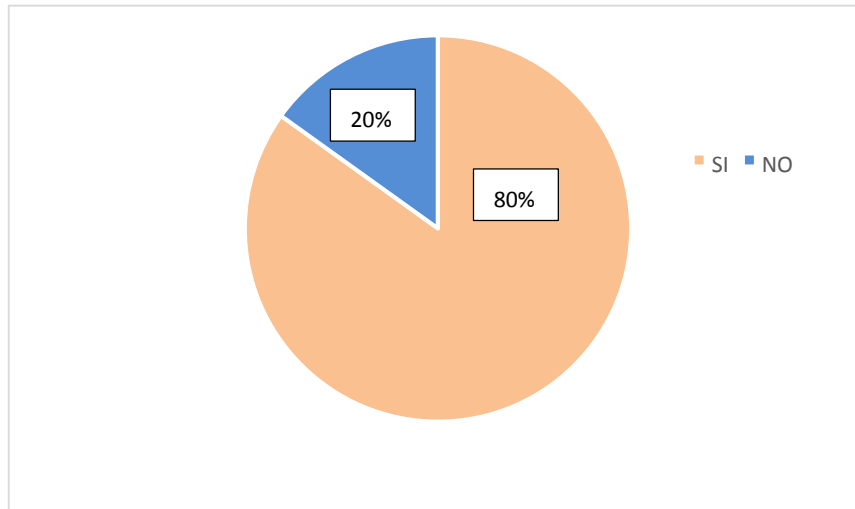


Gráfico 2. ¿Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento?

Fuente: Guevara

Con esta pregunta se puede saber si la persona conoce como afecta el mantenimiento preventivo a los equipos que integran el cuarto de enfriamiento.

Tabla 3. ¿Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento?

Pregunta 3	
¿ Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento?	
Opción de respuesta	Cantidad de personas que respondieron
Si	8 personas
No	12 personas

Fuente: Guevara (2021)

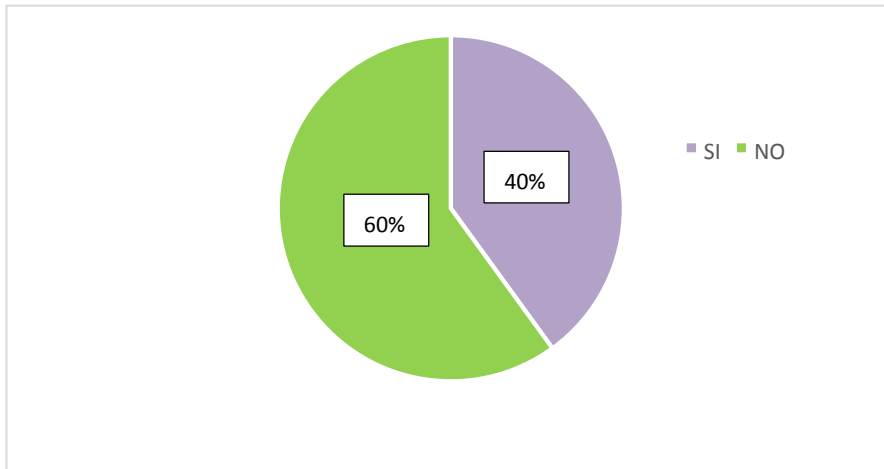


Gráfico 3. ¿Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento?

Fuente: Guevara

Con esta pregunta se puede saber si la persona conoce que equipos integran el cuarto de enfriamiento.

Tabla 4. ¿Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?

Pregunta 4	
¿ Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?	
Opción de respuesta	Cantidad de personas que respondieron
Si	6 personas
No	14 personas

Fuente: Guevara (2021)

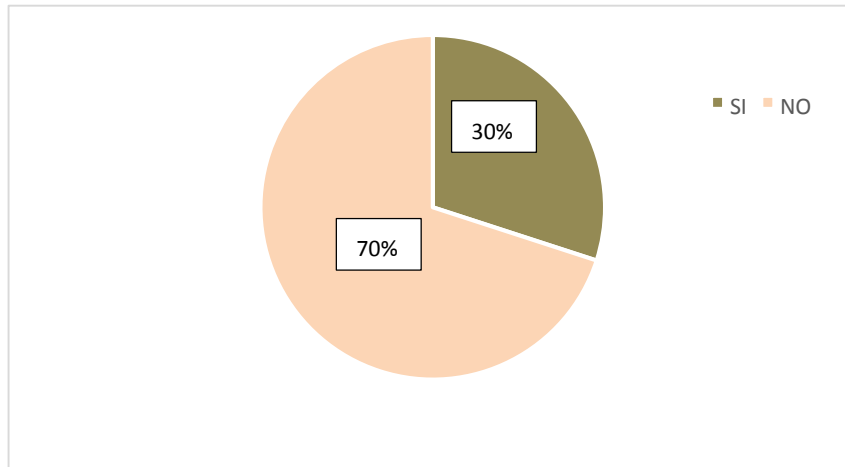


Gráfico 4. ¿Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?

Fuente: Guevara

Con esta pregunta se puede saber si la persona conoce los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento.

Tabla 5. ¿Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?

Pregunta 5	
¿ Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?	
Opción de respuesta	Cantidad de personas que respondieron
Si	15 personas
No	5 personas

Fuente: Guevara (2021)

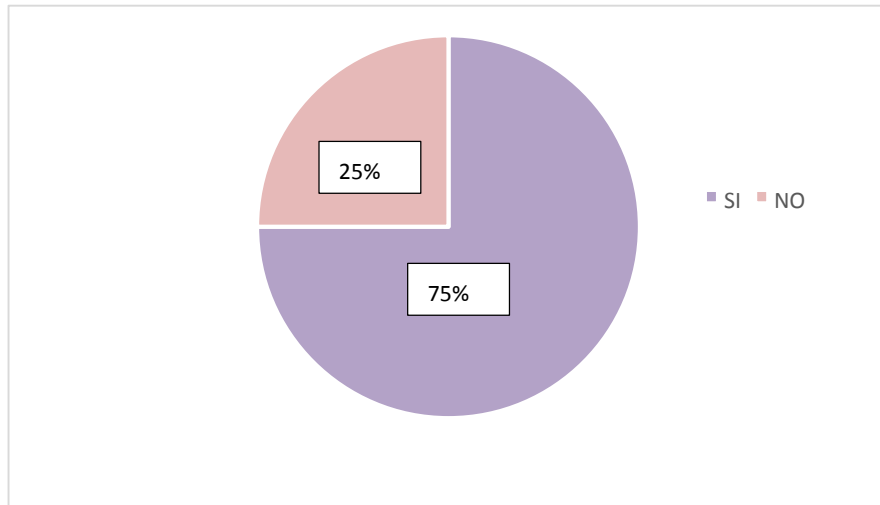


Gráfico 5. ¿Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?

Fuente: Guevara

Con esta pregunta se sabe si las personas tienen un conocimiento básico sobre los beneficios de tener un plan de mantenimiento preventivo, la seguridad, confiabilidad, y durabilidad de los equipos que integran el cuarto de enfriamiento.

4.1.1 Dimensiones del cuarto frío

A continuación, se muestran las dimensiones



Figura 15. Dimensiones del cuarto de enfriamiento

Fuente. Guevara (2021)

Con estos valores se obtuvieron las dimensiones del cuarto frío, y la capacidad técnica del cuarto. (ver tablas 6 y 7)

Tabla 6 Dimensiones del cuarto frío

DIMENSIONES	EXTERNO	INTERNO
A	2,40	2,34
B	1,80	1,74
C	2,40	2,34

Fuente. Guevara (2021)

Tabla 7 Capacidad técnicas del cuarto frío

DESCRIPCIÓN	VALORES
Capacidad de almacenaje	9,52 m ³
Capacidad cúbica total	10 m ³
Temperatura máxima	- 40°C
Rango de temperatura	-40°C a 23°C
Voltaje de trabajo	480V
Frecuencia de trabajo	60Hz, trifásico
Tiempo de congelación	5 horas (a mínima temperatura)

Fuente. Guevara (2021)

4.1.2 Aislamientos térmicos

Las paredes internas y externas están fabricadas con acero inoxidable y aluminio. El piso es acanalado de aluminio, lavable. Tiene el aislante térmico de poliuretano de 6 “ de espesor y alta densidad

4.1.3 Tipo de producto, requerimientos y propiedades

El producto a congelar es carne de res, almacenan de 4 a 5 reses en canal, con un peso promedio de 400 kg. La temperatura de transporte debe ser igual o inferior a 5°C para minimizar el desarrollo bacteriano. La tabla 8 muestra las propiedades de la carne

Tabla 8 Propiedades de la carne

DESCRIPCIÓN	VALORES MÁXIMOS
Punto de Congelación	27 °F o -2.77 °C
Contenido de Agua (Masa)	75 %
Densidad	1050 kg/m ³
Conductividad Térmica	0.476 KW/m °C
Difusividad Térmica	0.13x10 ⁻⁶ m ² /s
Calor específico inferior al punto de congelación (Cp)	0.43 BTU/ lb °F o 1,68 kJ/kg °C.
Calor específico superior al punto de congelación (Cps)	0.79 BTU/lb °F o 3.08 kJ / kg °C.
Calor latente de congelación (qc)	50 kcal/kg o 209,19 kJ/kg
Temperatura de entrada del producto	5°C
Capacidad de almacenamiento de la cámara	300 kg/m ²

Fuente. Guevara (2021)

4.1.3.1 Temperatura de almacenamiento para la carne congelada (T almacenamiento) (ver tabla 9 y 10)

Tabla 9 Requerimientos y propiedades de almacenamiento para productos perecederos

Mercancía	Condiciones de Almacenamiento			Punto de congelación Más alto °F	Calor Específico Arriba del punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Específico Abajodel punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Latente de Fusión BTU/Lb	Densidad Aprox. de la Carga del producto Lb/pe ³
	Temp. Almacenamiento °F	Humedad Relativa %	Vida ^a Aprox. de Almacenamiento					
Jarabe de Maple	75-80	60-65	1 año, más	-	0.24	0.21	7	-
Mangos	55	85-90	2-3 semanas	30.3	0.85	0.44	117	-
Carne								
Tecido curado, estilo granja	60-65	95	4-6 meses	-	0.30-0.43	0.24-0.26	18-44	57
Carne de res	32-34	82-92	1-6 semanas	28-29	0.70-0.84	0.38-0.43	89-110	-
Jambones de puerco y espaldas	32-34	85-90	7-12 días	28-29	0.58-0.63	0.34-0.36	67-77	37
Curado	60-65	50-60	0-3 años	-	0.52-0.56	0.32-0.33	57-64	-
Cordero fresco	32-34	85-90	5-12 días	28-29	0.68-0.76	0.38-0.51	86-100	-
Hígado congelado	-10-0	90-95	3-4 meses	-	-	0.41	100	-
Carro fresco	32-34	85-90	3-7 días	28-29	0.46-0.55	0.30-0.33	46-63	-
Embutido ahumado	40-45	85-90	6 meses	-	0.68	0.38	86	-
Fresco	32	85-90	1-2 semanas	26.0	0.89	0.56	93	-
Chuleta de ternera fresca	32-34	90-95	5-10 días	28-29	0.71-0.76	0.39-0.41	92-100	-
Melón cantalupo	36-40	90-95	5-15 días	29.9	0.93	0.48	132	25
Melón dulce	45-50	90-95	3-4 semanas	30.3	0.94	0.48	132	24
Sardía	40-50	80-90	2-3 semanas	31.3	0.97	0.48	132	27
Hongos, champiñón	32	90	3-4 días	30.4	0.93	0.47	130	-
Leche	34-40	-	7 días	31	0.93	0.49	124	64
Nectarinas	31-32	90	2-4 semanas	30.4	0.90	0.49	119	-
Nueces secas	32-50	65-75	8-12 meses	-	0.22-0.25	0.21-0.22	4-8	25
Margarina	35	60-70	1 año, más	-	0.38	.25	22	-
Aceituna fresca	45-50	85-90	4-6 semanas	29.4	0.80	0.42	108	-
Cebolla, Cebolla estibada	32	65-70	1-8 meses	30.6	0.90	0.46	124	-
Verde	32	95	3-4 semanas	30.4	0.91	-	-	22
Naranjas	32-48	85-90	3-12 semanas	30.6	0.90	0.46	724	34
Jugo de naranja	30-35	-	3-6 semanas	-	0.91	0.47	128	-
Papayas	45	85-90	1-3 semanas	30.4	0.82	0.47	130	-
Perají	32	95	1-2 meses	30.0	0.88	0.45	122	-
Duraznos y nectarinas	31-32	90	2-4 semanas	30.3	0.90	0.46	124	33
Peras	29-31	90-95	2-7 meses	29.2	0.86	0.45	118	47
Pimiento dulce	45-50	91-95	2-3 semanas	30.7	0.94	0.47	132	41
Pimientos, Chile seco	32-50	60-70	6 meses	-	0.30	0.24	17	-
Piñas maduras	45	85-90	2-4 semanas	30.0	0.88	0.45	122	25
Cruelas, incluye cruela pasa	31-32	90-95	2-4 semanas	30.5	0.88	0.45	118	22
Granada	32	90	2-4 semanas	26.6	0.87	0.48	112	-
Semilla vegetal	32-50	50-65	10-12 meses	-	0.29	0.23	16	-
Maíz palomero	32-40	85	4-6 meses	-	0.31	0.24	19	-
Papita cosecha reciente	50-55	90	0-2 meses	30.9	0.85	0.44	116	42
Cosecha anterior	38-50	90	5-8 meses	30.9	0.82	0.43	111	-
Aves pollo fresco	32	85-90	1 semana	27.0	0.79	0.42	108	38
Aves congeladas	-10-0	90-95	12 meses	27.0	0.79	0.37	106	-
Ganso fresco	32	85-90	1 semana	27.0	0.57	0.34	67	-

Fuente Manual de Ingeniería BOHM (2005)

Tabla 10 Propiedades físicas

Propiedades físicas Productos cárnicos			
PRODUCTO	CALOR ESPECÍFICO ANTES CONGELACIÓN [Kcal/Kg°C]	CALOR ESPECÍFICO DESPUÉS CONGELACIÓN [Kcal/Kg°C]	CALOR LATENTE CONGELACIÓN [Kcal/Kg]
Carne canal o cuartos:			
Vacuno magro	0,77	0,42	59
Vacuno graso	0,70	0,40	41
Ternera graso	0,70	0,40	58
Cordero magro	0,73	0,41	59
Cordero graso	0,61	0,38	41
Cerdo magro	0,65	0,39	44
Cerdo graso	0,55	0,35	32
Carne deshuesada:			
Vacuno magro	0,85	0,48	61
Vacuno normal	0,79	0,47	58
Vacuno graso	0,73	0,46	4
Ternera magra	0,87	0,48	63
Ternera grasa	0,83	0,47	58
Cordero	0,85	0,47	60
Cordero muy graso	0,72	0,45	44
Cerdo magro	0,83	0,47	58
Cerdo graso	0,69	0,45	59
Despojos y aves:			
Casquería	0,85	0,47	52
Aves y pájaros	0,85	0,47	58

Fuente Manual de Ingeniería BOHM (2005) 4.1.4

Condiciones externas de la carnicería

Temperatura de exposición de la carnicería

$$T_{\text{exp}} = 0,4 T_{\text{min}} + 0,6 T_{\text{máx}}$$

Donde:

T_{exp}: Temperatura exterior de la carnicería

T_{min}: Temperatura media del mes más cálido

T_M: Temperatura máxima del mes más cálido

$$T_{\text{exp}} = 0,4 (25^{\circ}\text{C}) + 0,6 (35^{\circ}\text{C})$$

$$T_{\text{exp}} = 31,24^{\circ}\text{C}$$

4.1.5 Características del cuarto frío

Tabla 11 Característica cuarto frio

DESCRIPCIÓN	VALORES MÁXIMOS
Dimensiones	Ancho: 1,80 m (externo), 1,74 m (interno)
	Largo: 2,40 m (externo), 2,34 m (interno)
	Alto: 2.40 m (externo), 2.34 m (interno)
Área de las paredes	Frontal y trasera: 8,64 m ²
	Laterales: 11,52 m ²
	Techo: 4,32 m ²
	Piso: 4,32 m ²
Aislante	Poliuretano expandido de 6 “ (15,24 cm)
Puerta Frigorífica	Corredera de media temperatura, modelo INEMA
Factor	K=0,16
Rango de Temperatura del cuarto frio	-40 °C a 25°C
Rango de Temperatura de Almacenamiento	-40 °C a -26°C
Tipo de congelación	Convección Forzada

Fuente. Guevara (2021)

4.1.6 Calor de enfriamiento

$$QE = Md. Cp(Tc - Ti)$$

Donde:

QE: es el calor de enfriamiento (kW)

Md: es el tonelaje de entrada diaria (kg/día)

Cp: calor específico del producto antes de la congelación (kJ/kg ° C)(tabla 10)

Tc: es la temperatura a la que entra el producto en la cámara

Ti: es la temperatura de congelación

$$QE = 2000 \frac{kg}{dia} \times 3,22 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} [5 - (-18)]$$

$$QE = 148120 \frac{kJ}{dia} \times \frac{1 dia}{24h} \times \frac{1h}{3600 s} =$$

$$Q_E = 1,71 \text{ kW}$$

4.1.7 Calor por congelación

$$Q_{cong} = M_d \cdot q_c$$

Donde:

Q cong: es el calor de congelación (kW) Md: es el tonelaje de entrada diaria (kg/día) qc: es el calor latente de congelación (kJ/kg) (tabla 10)

$$Q_{cong} = 2000 \frac{kg}{dia} \times 209,19 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{cong} = 418.380 \frac{kJ}{dia} \times \frac{1 dia}{24h} \times \frac{1h}{3600s} =$$

$$Q_{cong} = 4,84 \text{ kW}$$

4.1.8 Enfriamiento Post congelación

$$Q_{PC} = M_d \cdot C_{pc} \cdot (T_i - T_{fi})$$

Donde:

Q_{PC}: es el calor de enfriamiento (kW)

Md: es el tonelaje de entrada diaria (kg/día)

Ti: Temperatura de almacenamiento (°C)

Tif: Temperatura final de congelación (°C)

Cpc: es el calor específico del producto congelado (kJ/kg °C)(tabla 10)

$$Q_{PC} = 2000 \frac{kg}{dia} \times 1,76 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times [-18 - (-40)]$$

$$Q_{PC} = 77.440 \frac{kJ}{dia} \times \frac{1 dia}{24h} \times \frac{1h}{3600s} =$$

$$Q_{PC} = 0,9 \text{ kW}$$

4.1.9 Calor por convección

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Donde:

Q = Ganancia de calor en kW

A= Área (m²)

U = Coeficiente de transferencia (kJ/s.m². °C)

ΔT= Diferencial de temperatura interna y externa del túnel de congelación.

Hay que calcular el coeficiente de transferencia de calor, de la tabla 12 se toma directamente dependiendo del material aislante

Tabla 12 Coeficiente de transferencia (U) materiales aislantes en Btu/hr.ft². °F

Aislante	Pulgadas de aislamiento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Factor K = 0.16 Poliuretano Expandido	3,84	1,98	1,28	0,96	0,77	0,64	0,55	0,48	0,43	0,38	0,35	0,32
Factor K = 0.32 Fibra de vidrio Relleno de lana Mineral y bloque	7,60	3,28	2,6	1,90	1,50	1,30	1,10	0,96	0,86	0,96	0,70	0,64

Fuente: Manual básico de aire acondicionado y congelación (Brito,2015)

$$U = 0.64 \frac{\text{Btu}}{\text{h.ft}^2} \times \frac{1.055\text{kJ}}{1\text{Btu}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \left(\frac{1\text{ft}}{0.3048\text{m}}\right)^2 \times \frac{1.8\Delta^{\circ}\text{F}}{1\Delta^{\circ}\text{C}}$$

$$U = 0.00366 \frac{\text{kJ}}{\text{s.m}^2.\text{°C}}$$

Carga total $Q_{\text{total}} = Q_{\text{paredes}} + Q_{\text{infiltrado}} + Q_{\text{producto}} + Q_{\text{suplementario}}$

4.1.9.1 Calor de paredes

$$Q_{\text{paredes}} = U A \Delta T$$

Donde:

Q_{trans} : Calor total que atraviesa la pared (kW).

A: Áreas total de las paredes (m²).

μ: Coeficiente global de transmisión de calor (Wm²K).

ΔT: Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del cuarto (°C).

$$Q_{\text{paredes}} = 0.00366 \frac{\text{kJ}}{\text{s.m}^2.\text{°C}} (8,64 + 4,32 + 4,32 + 11,52)\text{m}^2 (35,4^{\circ}\text{C} - (-40^{\circ}\text{C}))$$

$$Q_{\text{paredes}} = 7,94 \text{ kW}$$

4.1.9.2 Carga del techo

$$Q_{\text{techo}} = U A \Delta T$$

$$Q_{\text{techo}} = 0.00366 \frac{\text{kJ}}{\text{s.m}^2.\text{C}} (4,32)\text{m}^2 (35,4^{\circ}\text{C} - (-55^{\circ}\text{C}))$$

$$Q_{\text{techo}} = 1,42 \text{ kW}$$

$$\Sigma Q_{\text{paredes}} = (7,94 + 1,42) \text{ kW}$$

$$\Sigma Q_{\text{paredes}} = 9,36 \text{ kW}$$

4.1.9.3 Carga por infiltración de aire

$$Q_{\text{inf}} = V_c \times C \times f \times Q_{\text{removido}}$$

Donde:

V_c (Volumen de cuarto frio) $V_c = 10,37 \text{ m}^3 = 366 \text{ pie}^3$

C (Cambios promedios de aire) (ver tabla 13) f (Factor de uso) se toma de la tabla $f = 0,6$ material aislante

Q_{removido} de la tabla de aire removido

Tabla 13 Promedio de cambios de aire en 24 horas para cavas, debido a la apertura de puertas e infiltración

Volumen en pie	Cambios de aire en 24h		Volumen en pie ³	Cambios de aire en 24h	
	Arriba de 32°F	Debajo de 32°F		Arriba de 32°F	Debajo de 32°F
200	44,0	33,5	6.000	6,5	5,0
300	34,5	26,2	8.000	5,5	4,3
400	29,5	22,5	10.000	4,9	3,8
500	26,0	20,0	15.000	3,9	3,0
600	23,0	18,0	20.000	3,5	2,6
800	20,0	15,3	25.000	3,0	2,3
1.000	17,5	13,5	30.000	2,7	2,1
1.500	14,0	11,0	40.000	2,3	1,8
2.000	12,0	9,3	50.000	2,0	1,6
3.000	9,5	7,4	75.000	1,6	1,3
4.000	8,2	6,3	100.000	1,4	1,1
5.000	7,2	5,6			

Fuente: Manual básico de aire acondicionado y congelación (Brito,2015)

Como el valor de $V_c = 366 \text{ m}^3$ no está en la tabla hay que interpolar (ver tabla 14)

Tabla 14 Interpolación calor removido

V(ft3)	Aire (24h)
$X_1 = 300$	$Y_1 = 26,2$
$X = 366$	$Y = 23,75$
$X_2 = 400$	$Y_2 = 22,5$

Fuente. Guevara (2021)

Para calcular el calor removido con -40°C y $35,4^{\circ}\text{C}$ se va a la tabla 15. Pero en la tabla el valor máximo es $-34,4^{\circ}\text{C}$, entonces se entra con 90°F (35°C) y una humedad relativa de 50%

Tabla 15 Calor removido del aire de enfriamiento para cuartos de almacenamiento (Btu por pie³)

Temperatura del cuarto de almacenamiento		Temperatura del aire exterior											
		40°F (4.4°C)		50°F (10°C)		85°F (29.4°C)		90°F (32.2°C)		95°F (35°C)		100°F (37.8°C)	
		Humedad Relativa del Aire Exterior, %											
°F	°C	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60	50	60
55	12.8	—	—	—	—	1.12	1.34	1.41	1.66	1.72	2.01	2.06	2.44
50	10.0	—	—	—	—	1.32	1.54	1.62	1.87	1.93	2.22	2.28	2.65
45	7.2	—	—	—	—	1.50	1.73	1.80	2.06	2.12	2.42	2.47	2.85
40	4.4	—	—	—	—	1.69	1.92	2.00	2.26	2.31	2.62	2.67	3.05
35	1.7	—	—	0.36	0.41	1.86	2.09	2.17	2.43	2.49	2.79	2.85	3.24
30	-1.1	0.24	0.29	0.58	0.66	2.00	2.24	2.26	2.53	2.64	2.94	2.95	3.35
25	-3.9	0.41	0.45	0.75	0.83	2.09	2.42	2.44	2.71	2.79	3.16	3.14	3.54
20	-6.7	0.56	0.61	0.91	0.99	2.27	2.61	2.62	2.90	2.97	3.35	3.33	3.73
15	-9.4	0.71	0.75	1.06	1.14	2.45	2.74	2.80	3.07	3.16	3.54	3.51	3.92
10	-12.2	0.85	0.89	1.19	1.27	2.57	2.87	2.93	3.20	3.29	3.66	3.64	4.04
5	-15.0	0.98	1.03	1.34	1.42	2.76	3.07	3.12	3.40	3.48	3.87	3.84	4.27
0	-17.8	1.12	1.17	1.48	1.56	2.92	3.23	3.28	3.56	3.64	4.03	4.01	4.43
-5	-20.6	1.23	1.28	1.59	1.67	3.04	3.36	3.41	3.69	3.78	4.18	4.15	4.57
-10	-23.3	1.35	1.41	1.73	1.81	3.19	3.49	3.56	3.85	3.93	4.33	4.31	4.74
-15	-26.1	1.50	1.53	1.85	1.92	3.29	3.60	3.67	3.96	4.05	4.46	4.42	4.86
-20	-28.9	1.63	1.68	2.01	2.00	3.49	3.72	3.88	4.18	4.27	4.69	4.66	5.10
-25	-31.7	1.77	1.80	2.12	2.21	3.61	3.84	4.00	4.30	4.39	4.80	4.78	5.21
-30	-34.4	1.90	1.95	2.29	2.38	3.86	4.05	4.21	4.51	4.56	5.00	4.90	5.44

$$Q \text{ removido} = 4.56 \text{ Btu/pie}^3 \text{ (Tabla 15)}$$

$$Q_{\text{removido}} = 4.56 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^3} \times \frac{35.14 \text{ft}^3}{1 \text{m}^3} \times \frac{1.055 \text{kJ}}{1 \text{Btu}}$$

$$Q_{\text{removido}} = 169.05 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}$$

De donde ya se puede calcular Q infiltración

$$Q_{\text{inf}} = 10,37 \text{ m}^3 \times 23,75 \times 0,6 \times 169,05 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{\text{inf}} = 24.980,9 \frac{\text{kJ}}{24 \text{h}} \times \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}}$$

$$Q_{\text{inf}} = 0,28 \text{ kW}$$

4.1.9.4 Calor Suplementario (Q suplementario)

$$Q_{\text{suplementario}} = Q_{\text{iluminacion}} + Q_{\text{personas}} + Q_{\text{motores}}$$

➤ **Carga por iluminación (Qilum)**

$$Q_{ilum} = V \times Hr \times 3.41$$

$$Q_{ilum} = 5 \text{ bombillos} \times 120 \frac{V}{\text{bombillos}} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{3,42Btu}{Vh} \times \frac{1.055kJ}{1Btu}$$

$$Q_{ilum} = 0.6 \text{ kW}$$

➤ **Carga debido a Personas (Q personas)**

$$Q_{personas} = Nro \text{ Personas} \times \frac{Hr}{\text{dia}} \times \text{Calor Disipado}$$

Donde:

Q personas= Carga por personas

Hr = Horas por día

Calor disipado = 950 Btu/h

$$Q_{personas} = 2 \text{ Personas} \times \frac{8h}{\text{dia} \cdot \text{Persona}} \times 950 \frac{Btu}{h}$$

$$Q_{personas} = 15.200 \frac{Btu}{h} \times \frac{1h}{3600s} \times 1.055 \frac{kJ}{1Btu}$$

$$Q_{personas} = 4,45 \text{ kW}$$

➤ **Carga Por Motores Eléctricos (Qmot)**

$$Q_{mot} = Nro \text{ motores} \times Hp \times Q_{disipado}$$

Donde:

Qmot = Calor por motores (kW)

Hp = Potencia del motor de ¾ hp

3700 Btu/hp. H (Tomado de tabla 17)

Tabla 16 Calor disipado por los motores

HP del motor	(BTU/HP) Hr		
	Motor y ventilador dentro del cuarto	Motor fuera y ventilador dentro	Motor dentro y ventilador fuera
De 1/8 a 1/2	4.250	2.545	1.700
De 1/2 a 3	3.700	2.545	1.150
De 3 a 20	2.950	2.545	400

$$Q_{mot} = 2 \times \frac{3}{4} \text{ hp} \times 3700 \frac{\text{Btu}}{\text{hp} \cdot \text{h}}$$

$$Q_{mot} = 5.550 \frac{\text{Btu}}{\text{hp} \cdot \text{h}} \times \frac{1.055 \text{ kJ}}{1 \text{ Btu}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q_{mot} = 1,62 \text{ kW}$$

$$Q_{suplementario} = 0,6 \text{ kW} + 4,45 \text{ kW} + 1,62 \text{ kW}$$

$$Q_{suplementario} = 6,67 \text{ kW}$$

4.1.10 Calor total del producto (Q_{tp}) (Carne de res)

En esta parte se hizo constancia en la curva de congelación de alimentos la cual resulta algo diferente a la de las soluciones simples, siendo esa diferenciación más marcada en la medida en que la velocidad a la que se produce la congelación es mayor (ver figura 15)

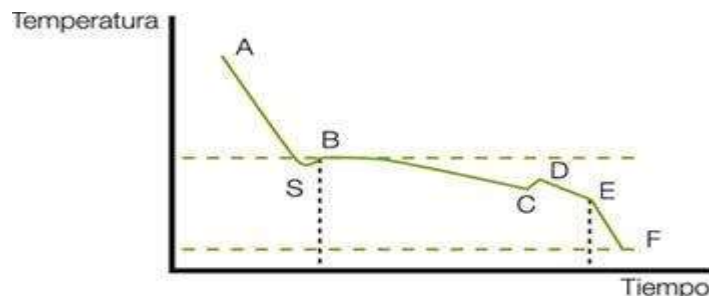


Figura 16: Curva de congelación de los alimentos

Especificando entonces que la relación para el cálculo total de la producción del producto es la siguiente:

$$Q_{tp} = Q_{ss} + Q_l + Q_{si} \text{ Donde:}$$

Q_{ss} = Calor sensible, arriba del punto de congelación

Q_l = Calor Latente De Congelación

Q_{si} = calor sensible por debajo del punto de congelación

➤ **Calor sensible, arriba del punto de congelación (Q_{ss})**

$$Q_{ss} = W \times C_p \times (T_{ent} - T_{alm})$$

Donde:

Q_{ss} = Calor sensible superior al punto de congelación (kW)

C_p = Calor específico por encima del punto de congelación (kJ/kg °C)

W = Peso del producto (kg)

T_{ent} = Temperatura de entrada del producto (°C)

T_{alm} = Temperatura de almacenaje del producto (°C)

Peso Del Producto (W)

$$W = 526 \frac{kg}{paleta} \times 6 \text{ paletas} = 3156 \text{ kg}$$

C_p por encima del punto de congelación (kJ/kg °C) = 1,76 (tabla 10)

$$Q_{ss} = 3156 \text{ kg} \times 1,76 \frac{kJ}{kg^\circ C} \times [5 - (-40)]^\circ C$$

$$Q_{ss} = 249.955,2 \text{ kJ}$$

$$Q_{ss} = 249.955,2 \frac{kJ}{24h} \times \frac{1h}{3600s}$$

$$Q_{ss} = 2,89 \text{ kW}$$

➤ **Calor latente de congelación (Q_l)**

$$Q_l = W \times h_{if}$$

Donde:

Ql = Calor latente de congelación (kW) W

= Peso del producto (kg)

h_{if} = Calor latente del producto 209,19 kJ/kg (Ver tabla 9)

$$Ql = 3156 \text{ kg} \times 209,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Ql = 660,2 \text{ kJ}$$

$$Ql = 660,2 \frac{\text{kJ}}{24\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$$

$$\mathbf{Ql = 0,07 \text{ kW}}$$

➤ **Calor Sensible Por Debajo Del Punto De Congelación (Q_{si})**

$$Q_{si} = W \times C_i \times (T_{cong} - T_{final})^\circ\text{C}$$

Donde:

Q_{si} = Calor sensible debajo del punto de congelación (kW)

W = Peso del producto (kg)

C_i = Calor específico de bajo del punto de congelación (kJ/kg °C)

T_{cong} = Temperatura de congelación del producto (°C)

T_{final} = Temperatura final de congelamiento (°C)

$$Q_{si} = 3156 \text{ kg} \times 3,22 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times [-2,77 - (-40)]^\circ\text{C}$$

$$Q_{si} = 378.343,2 \text{ kJ}$$

$$Q_{si} = 378.343,2 \frac{\text{kJ}}{24\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} =$$

$$\mathbf{Q_{si} = 4,38 \text{ kW}}$$

Carga Total Del Producto (Q_{tp})

$$Q_{tp} = Q_{ss} + Q_l + Q_{si}$$

$$Q_{tp} = 2,89 \text{ kW} + 0,007 \text{ kW} + 4,38 \text{ kW}$$

$$Q_{tp} = 7,27 \text{ kW}$$

Sustituyendo valores

$$Q_{total} = Q_{paredes} + Q_{producto} + Q_{infiltrado} + Q_{suplementario}$$

$$Q_{total} = 9,36 \text{ kW} + 7,27 \text{ kW} + 0,28 \text{ kW} + 6,67 \text{ kW} = \mathbf{23,58 \text{ kW}}$$

Considerando un Factor de seguridad = 1.10 nos quedó una carga total de:

$$Q_{total} = 23,58 \text{ kW} \times 1,10 =$$

$$Q_{total} = \mathbf{25,94 \text{ kW}}$$

4.1.11 Capacidad del compresor

Suponiendo que el compresor trabaja 16h

$$Q_{total} = \frac{25,94 \text{ kW}}{16h} = 1,62 \frac{\text{kW}}{h}$$

$$P(\text{hp}) = 1,62 \text{ kW} \times \frac{1 \text{ hp}}{0,746 \text{ kW}} = 2,17 \text{ hp}$$

La potencia máxima del compresor a utilizar con un factor de seguridad de 1,5 será de 3 Hp.

$$P(\text{hp}) = \mathbf{3 \text{ hp}}$$

4.1.12 Presión de succión y presión de descarga

Según la ficha del compresor que tienen en la carnicería la presión de succión es de 15 psi y la de descarga es de 180 psi, se pasan a Bar

$$P_s = 20 \text{ psi} \times \frac{1,013 \text{ Bar}}{14,7 \text{ psi}} = 1,378 \text{ Bar}$$

$$P_d = 200 \text{ psi} \times \frac{1,013 \text{ Bar}}{14,7 \text{ psi}} = 13,782 \text{ Ba}$$

4.1.13 Temperatura de evaporación y condensación

Para obtener las temperaturas de evaporación y condensación para el refrigerante R_404A se usa la tabla 18 para ese refrigerante

Tabla 17 Termodinámica Refrigerante R-404A

R 404A								
	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
Temperatura	Presión	Presión	Densidad	Densidad	Entalpía	Entalpía	Entropía	Entropía
(°C)	(bar abs)	(bar abs)	(Kg/M ³)	(Kg/M ³)	(KJ/Kg)	(KJ/Kg)	(KJ/Kg-K)	(KJ/Kg-K)
-70	0,27654	0,26073	1377,6	1,5366	109,93	325,22	0,62215	1,6852
-69	0,29418	0,27771	1374,7	1,63	111,15	325,83	0,62813	1,6829
-68	0,31273	0,29559	1371,7	1,728	112,37	326,44	0,63409	1,6807
-67	0,33221	0,31437	1368,8	1,8305	113,59	327,06	0,64003	1,6786
-66	0,35266	0,33412	1365,8	1,9378	114,82	327,67	0,64594	1,6765
-65	0,37412	0,35485	1362,9	2,0501	116,04	328,28	0,65183	1,6744
-64	0,39661	0,3766	1359,9	2,1675	117,27	328,89	0,65769	1,6724
-63	0,42019	0,39941	1356,9	2,2901	118,49	329,51	0,66353	1,6704
-62	0,44487	0,42332	1354	2,4182	119,72	330,12	0,66935	1,6685
-61	0,47071	0,44836	1351	2,5518	120,95	330,73	0,67515	1,6666
-60	0,49774	0,47457	1348	2,6913	122,18	331,34	0,68092	1,6648
-59	0,526	0,502	1345	2,8366	123,41	331,95	0,68668	1,663
-58	0,55552	0,53068	1342	2,9881	124,64	332,57	0,69241	1,6613
-57	0,58635	0,56064	1339	3,1459	125,88	333,18	0,69813	1,6596
-56	0,61854	0,59194	1336	3,3103	127,11	333,79	0,70382	1,658
-55	0,65211	0,62461	1333	3,4812	128,35	334,4	0,7095	1,6563
-54	0,68712	0,6587	1330	3,6591	129,59	335,01	0,71515	1,6548
-53	0,72361	0,69425	1327	3,844	130,83	335,62	0,72079	1,6532
-52	0,76161	0,7313	1324	4,0362	132,07	336,23	0,72641	1,6517
-51	0,80118	0,7699	1320,9	4,2359	133,32	336,84	0,73201	1,6503
-50	0,84236	0,81009	1317,9	4,4432	134,56	337,44	0,73759	1,6488
-49	0,88519	0,85192	1314,8	4,6584	135,81	338,05	0,74315	1,6474
-48	0,92972	0,89542	1311,8	4,8817	137,06	338,66	0,7487	1,6461
-47	0,976	0,94066	1308,7	5,1133	138,31	339,26	0,75423	1,6447
-46	1,0241	0,98768	1305,6	5,3534	139,57	339,87	0,75975	1,6434
-45	1,074	1,0365	1302,5	5,6023	140,82	340,47	0,76524	1,6422
-44	1,1258	1,0872	1299,4	5,8601	142,08	341,08	0,77073	1,641
-43	1,1795	1,1399	1296,3	6,1272	143,34	341,68	0,77619	1,6398
-42	1,2353	1,1945	1293,2	6,4037	144,6	342,28	0,78164	1,6386
-41	1,293	1,2511	1290,1	6,6898	145,86	342,88	0,78708	1,6374
-40	1,3529	1,3098	1287	6,9859	147,13	343,48	0,7925	1,6363
-39	1,4149	1,3706	1283,8	7,2922	148,4	344,08	0,79791	1,6352
-38	1,4791	1,4336	1280,7	7,6088	149,67	344,68	0,8033	1,6342
-37	1,5455	1,4989	1277,5	7,9362	150,94	345,27	0,80868	1,6331
-36	1,6142	1,5664	1274,3	8,2744	152,22	345,87	0,81404	1,6321
-35	1,6853	1,6362	1271,1	8,6239	153,49	346,46	0,81939	1,6312
-34	1,7588	1,7084	1267,9	8,9848	154,77	347,05	0,82473	1,6302
-33	1,8347	1,7831	1264,7	9,3575	156,06	347,64	0,83006	1,6293
-32	1,9132	1,8603	1261,5	9,7423	157,34	348,23	0,83537	1,6283
-31	1,9942	1,94	1258,3	10,139	158,63	348,82	0,84067	1,6274
-30	2,0778	2,0223	1255	10,549	159,92	349,4	0,84596	1,6266
-29	2,1641	2,1073	1251,8	10,971	161,21	349,98	0,85123	1,6257
-28	2,2532	2,1951	1248,5	11,407	162,5	350,56	0,85649	1,6249
-27	2,345	2,2856	1245,2	11,857	163,8	351,14	0,86174	1,6241
-26	2,4397	2,3789	1241,9	12,32	165,1	351,72	0,86698	1,6233

Para obtener la temperatura de evaporación interpolamos valores

Tabla 18 Interpolación T evaporación

P(Bar)	T (° C)
1.3529	-40
1.3782	T
1.4149	-39

Fuente. Guevara (2021)

De donde interpolando queda la $T_{\text{evap}} (^{\circ}\text{C}) = -39,59^{\circ}\text{C}$ (T evaporación)

Ahora, se encuentra la temperatura de condensación (ver tabla 19):

Tabla 19 Termodinámica Refrigerante R-404A

R 404A								
Temperatura	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
($^{\circ}\text{C}$)	Presión	Presión	Densidad	Densidad	Entalpía	Entalpía	Entropía	Entropía
	(bar abs)	(bar abs)	(Kg/M^3)	(Kg/M^3)	(KJ/Kg)	(KJ/Kg)	($\text{KJ}/\text{Kg}\cdot\text{K}$)	($\text{KJ}/\text{Kg}\cdot\text{K}$)
20	10,971	10,844	1067,3	56,289	228,74	374,75	1,1	1,5984
21	11,274	11,145	1062,7	57,984	230,24	375,13	1,105	1,5979
22	11,582	11,452	1058,1	59,726	231,74	375,5	1,11	1,5974
23	11,897	11,766	1053,5	61,518	233,25	375,86	1,115	1,5969
24	12,218	12,086	1048,8	63,361	234,76	376,22	1,12	1,5964
25	12,546	12,412	1044	65,256	236,29	376,56	1,125	1,5958
26	12,88	12,745	1039,2	67,206	237,82	376,9	1,13	1,5953
27	13,221	13,085	1034,4	69,212	239,36	377,23	1,135	1,5947
28	13,568	13,431	1029,4	71,276	240,9	377,55	1,14	1,5941
29	13,922	13,785	1024,4	73,401	242,45	377,86	1,1451	1,5935
30	14,284	14,145	1019,4	75,59	244,02	378,15	1,1501	1,5929
31	14,652	14,512	1014,3	77,843	245,59	378,44	1,1552	1,5923
32	15,027	14,886	1009,1	80,165	247,17	378,72	1,1602	1,5917
33	15,409	15,268	1003,8	82,558	248,75	378,98	1,1653	1,591
34	15,799	15,657	998,45	85,025	250,35	379,23	1,1704	1,5903
35	16,196	16,053	993,03	87,569	251,96	379,47	1,1755	1,5896
36	16,601	16,457	987,53	90,193	253,58	379,7	1,1806	1,5888
37	17,013	16,868	981,94	92,902	255,2	379,91	1,1857	1,5881
38	17,432	17,288	976,26	95,699	256,84	380,11	1,1909	1,5873
39	17,86	17,715	970,48	98,588	258,49	380,29	1,196	1,5864
40	18,295	18,149	964,6	101,57	260,15	380,46	1,2012	1,5856
41	18,739	18,592	958,62	104,66	261,83	380,6	1,2064	1,5847
42	19,19	19,044	952,53	107,86	263,51	380,74	1,2116	1,5838
43	19,65	19,503	946,32	111,17	265,21	380,85	1,2168	1,5828
44	20,118	19,971	940	114,59	266,93	380,94	1,2221	1,5818
45	20,595	20,447	933,54	118,15	268,66	381,02	1,2273	1,5807
46	21,08	20,932	926,95	121,84	270,4	381,07	1,2327	1,5796
47	21,574	21,426	920,21	125,67	272,16	381,1	1,238	1,5785
48	22,076	21,929	913,32	129,65	273,94	381,1	1,2434	1,5772
49	22,588	22,441	906,26	133,79	275,74	381,08	1,2488	1,576
50	23,109	22,961	899,03	138,11	277,55	381,03	1,2542	1,5746
51	23,639	23,492	891,61	142,61	279,39	380,95	1,2597	1,5732
52	24,178	24,032	884	147,31	281,24	380,84	1,2652	1,5717
53	24,727	24,581	876,16	152,23	283,12	380,69	1,2708	1,5701
54	25,285	25,14	868,09	157,38	285,03	380,51	1,2765	1,5685
55	25,854	25,709	859,76	162,79	286,96	380,28	1,2822	1,5667
56	26,432	26,289	851,16	168,48	288,92	380,02	1,2879	1,5648
57	27,021	26,878	842,25	174,47	290,92	379,7	1,2938	1,5628
58	27,62	27,479	832,99	180,81	292,95	379,33	1,2997	1,5607
59	28,23	28,09	823,36	187,53	295,02	378,9	1,3057	1,5584
60	28,85	28,712	813,31	194,68	297,13	378,4	1,3118	1,5559
61	29,482	29,346	802,77	202,32	299,29	377,83	1,3181	1,5532
62	30,124	29,991	791,67	210,51	301,51	377,17	1,3245	1,5503
63	30,779	30,648	779,93	219,37	303,8	376,41	1,331	1,5472
64	31,445	31,318	767,42	228,99	306,16	375,54	1,3378	1,5437

Tabla 20: Interpolación de valores de temperatura de condensación

P (Bar)	T ($^{\circ}\text{C}$)
13,568	28
13,782	T
13,922	29

Fuente. Gu vvara (2021)

De donde interpolando queda la $T_{\text{cond}} (^{\circ}\text{C}) = 29,39^{\circ}\text{C}$ (temperatura de condensación)

4.1.14 Sistema de congelación

Evaporador

Ya obtenida la capacidad necesaria se realiza la selección de la unidad evaporadora mediante el uso de la temperatura de evaporación y la potencia nominal frigorífica

$$Q_{\text{total}} = \frac{25,94 \text{ kW}}{16\text{h}} = 1,62 \frac{\text{kW}}{\text{h}}$$

$$Q = 1,62 \text{ kW} \times 3412,14 = 5.527,6 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Con este valor de la carga y la temperatura de evaporización calculada

$$T_e = - 39,59 ^{\circ}\text{C} = - 39,26 ^{\circ}\text{F} \text{ se}$$

entra a la tabla de difusores y se hace la selección

Tabla 21 Difusor de baja silueta

MODELO	RENDIMIENTO EN BTUH								C.F.M.	MOTOR (W)	VENTILADOR N° x DIA.	DIMENSIONES			PESO (KG)
	DT=Te-Tc =10°F (5,6°C)											LARGO mm	CONEXIONES		
	TEMPERATURA EVAPORACIÓN (°F)												Liq.	Suct.	
	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40							
DBSP-050A-6	6.125	5.929	5.635	5.341	5.075	4.900	4.753	4.655	960	100	1 x 300mm	810	1/2" DE	5/8" DE	20.3
DBSP-060A-6	7.625	7.381	7.015	6.439	6.318	6.100	5.917	5.795	850	100	1 x 300mm	810	1/2" DE	7/8" DE	26.5
DBSP-086A-6	10.800	10.454	9.936	9.120	8.948	8.640	8.381	8.208	1.800	100	2 x 300mm	1.320	1/2" DE	7/8" DE	30
DBSP-120A-6	15.125	14.641	13.915	12.773	12.532	12.100	11.737	11.495	1.700	100	2 x 300mm	1.320	1/2" DE	7/8" DE	35.8
DBSP-150A-6	18.350	17.763	16.882	15.496	15.204	14.680	14.240	13.946	2.880	100	3 x 300mm	1.825	1/2" DE	1 1/8" DE	44
DBSP-180A-6	22.675	21.949	20.861	19.149	18.788	18.140	17.596	17.233	2.800	100	3 x 300mm	1.825	1/2" DE	1 1/8" DE	53.8
DBSP-210A-6	26.513	25.664	24.392	22.389	21.967	21.210	20.574	20.150	3.600	100	4 x 300mm	2.335	1/2" DE	1 1/8" DE	61
DBSP-260A-6	32.750	31.702	30.130	27.657	27.135	26.200	25.414	24.890	4.650	100	5 x 300mm	2.840	1/2" DE	1 1/8" DE	70.6

Debido a que el valor que se requiere es de 5.527,6 Btu/H se procede a seleccionar el valor siguiente en la lista correspondiente a 5.795 BtuH, modelo DBSP-060A-6 (Ver Tabla 21) y cuyas características se especifican en la figura 36.



Figura 17 Difusor

4.1.15 Selección del compresor

Para los compresores se toman en cuenta tres factores, temperatura de condensación, temperatura de evaporación determinadas anteriormente y apoyadas por la temperatura exterior a la cual estará sometida el túnel de congelación y por último la potencia nominal requerida.

$$Q = 1,62 \text{ kW} \times 3412,14 = 5.527,6 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$T_e = - 39,59 \text{ }^\circ\text{C} = - 39,26 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_c = 29,39 \text{ }^\circ\text{C} = 84,90 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_{amb} = 35 \text{ }^\circ\text{C} = 95 \text{ }^\circ\text{F}$$

Tabla 22 Compresor y unidad condensadora KRACK

Low Temperature - R-404A Specifications

Condensing Unit Model	Compressor	208/3/60		460/3/60		REF. LINES		STD RCVR DIAxHGT IN	RCVR CAP LBS	EST SHIP WEIGHT LBS	DEFAULT COND	CABINET SIZE
		COMP	FAN	COMP	FAN	LIQ OD	SUCT OD					
		RLA	RLA	RLA	RLA	IN	IN					
HTSD-0300LS	2DF3D16KE	14.4	2.2	7.1	1.3	5/8	1-3/8	6 X 23	21.4	800	B	Medium
HTSD-0400LS	2DL3F20KE	23.6	2.2	9.2	1.3	5/8	1-3/8	6 x 30	27.9	800	B	Medium
HTSD-0600LS	2D83F25KE	25.3	2.2	11.9	1.3	5/8	1-3/8	6 x 30	27.9	800	B	Medium
HTSD-0601LS	3DA3F28KE	24.0	3.8	10.8	2.3	5/8	1-3/8	8-5/8 X 30	53.9	800	D	Medium
HTSD-0750LS	3D83F33KE	27.6	5.9	14.1	3.5	5/8	1-3/8	10-3/4 X 30	82.3	1250	E	Large
HTSD-0900LS	3DF3F40KE	33.2	5.9	15.0	3.5	5/8	1-3/8	10-3/4 X 30	82.3	1250	E	Large
HTSD-1000LS	3DS3F46KE	37.2	5.9	16.7	3.5	7/8	1-3/8	12-3/4 X 30	100.1	1250	F	Large
HTSD-1500LS	4DHNFG3KE	47.2	7.7	23.6	4.6	7/8	1-5/8	12-3/4 X 30	100.1	1575	J	X-Large
HTSD-2200LS	4DJNF76KE	57.7	7.7	28.8	4.6	1-1/8	2-1/8	12-3/4 X 30	100.1	1575	J	X-Large

Low Temperature - R-404A Performance

Ambient Temp	Condensing Unit Model	Compressor	Mid Suction Temp								
			-40 °F	-35 °F	-30 °F	-25 °F	-20 °F	-15 °F	-10 °F	-5 °F	0 °F
			Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH	Capacity BTUH
95	HTSD-0300LS	2DF3F16KE	10,800	12,800	15,000	17,400	20,000	22,800	25,900	29,100	32,300
95	HTSD-0400LS	2DL3F20KE	12,600	14,900	17,300	20,000	22,900	26,000	29,400	32,900	36,400
95	HTSD-0600LS	2D83F25KE	15,100	17,700	20,700	24,100	27,300	31,000	35,000	39,250	43,500
95	HTSD-0601LS	3DA3F28KE	17,800	20,800	23,900	27,300	30,800	34,850	38,900	43,550	48,200
95	HTSD-0750LS	3D83F33KE	21,300	25,100	28,800	33,100	37,400	42,500	47,600	53,600	59,600
95	HTSD-0900LS	3DF3F40KE	25,700	29,700	34,400	39,500	44,600	50,500	56,500	63,500	70,500
95	HTSD-1000LS	3DS3F46KE	29,800	34,500	39,600	45,200	51,000	57,000	64,000	71,000	78,000
95	HTSD-1500LS	4DHNFG3KE	39,000	46,700	54,400	62,400	70,400	79,300	88,400	99,000	109,500
95	HTSD-2200LS	4DJNF76KE	46,950	55,800	64,660	74,150	83,640	94,110	104,580	115,690	126,800

Fuente: KRACK, 2018

4.2 Analizar la situación existente del mantenimiento de los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento.

Mediante la observación directa, se pudo constatar la poca o nula eficiencia en el funcionamiento del cuarto de enfriamiento de la empresa Frigorífico Guyana, tal problema con gran impacto en su ámbito laboral conlleva a plantear la presente investigación. En la actualidad la manera como se satisface este proceso consta de realizar un plan de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar la calidad de enfriamiento, prever las fallas y los paros por reparación, y así perdurar la vida útil de los elementos.

Con respecto al cuarto frío, éste presenta las paredes sucias, oxidadas, la puerta en un estado casi por desprenderse (ver figura 18). Para aplicar un plan de mantenimiento existen varias técnicas, entre las cuales se seleccionó las 5s.

Se denomina así por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas. Soportado en cinco principios simples, esta técnica de

gestión japonesa se inició en *Toyota* en los años 60 con el objetivo de lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que la utilizan, tales como, empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

La integración de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada S tiene un objetivo particular:

Seiri – *Organización* – Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil

Seiton – *Orden* – Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz

Seiso – *Limpieza* – Mejorar el nivel de limpieza de los lugares

Seiketsu – *Estandarización* – Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden

Shitsuke – *Disciplina* – Fomentar los esfuerzos en ese sentido

Implantar esta técnica a las condiciones del cuarto frío, traerá beneficios, algunos de ellos se listan a continuación.

- ✓ Mayores niveles de seguridad
- ✓ Reducción de operaciones sin valor añadido
- ✓ Ahorro de espacio
- ✓ Incremento de la productividad
- ✓ Incremento de la calidad
- ✓ Menos productos defectuosos
- ✓ Incremento de la disponibilidad de las máquinas
- ✓ Menos averías
- ✓ Se generan condiciones necesarias para aumentar la vida útil de los equipos
- ✓ Mayor conciencia del despilfarro
- ✓ Dinamismo y mejora de los equipos
- ✓ Genera cultura organizacional
- ✓ Mejora las relaciones y el trabajo en equipo.

- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal. Es más fácil, agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado
- ✓ Tiempos de respuesta más cortos
- ✓ Facilita la implantación de otro tipo de programa de mejora continua, p. ej. Auto-mantenimiento
- ✓ Mejor imagen ante los clientes

4.2.1 Situación actual de los equipos

Argumentado en las técnicas propuestas se analiza la situación existente que presenta cada uno de los componentes del cuarto de enfriamiento.



Figura 18 Cuarto de enfriamiento

Equipo: Cava cuarto

Dimensión: 1,80 m x 2,40 m

Temperatura ideal por m³: 1°C a 5°C

Capacidad: 4 a 5 reses en canal Deficiencia:

- 1- Manilla de puerta corroída
- 2- Bisagra de puerta corroída
- 3- Paneles desajustados
- 4- Filtración de agua existente
- 5- Alcance de frío 6°C a 8°C
- 6- Desagüe obstruido
- 7- Circuito eléctrico inconcluso
- 8- Limpieza
- 9- Corrosión de jaula estructural



Equipo: Compresor

Capacidad: QR-44-ES 3.0HP – 220V

Deficiencia:

- 1- Limpieza
- 2- Humedad

Figura 19. Compresor



Equipo: motor MARCA
COPELAND- SEMI-HERMETICO

Capacidad: 3HP

Deficiencia:

- 1- Oxidación de sello
- 2- Alimentación eléctrica
- 3- Empate de circuito eléctrico deteriorado.

Figura 20 Motor semi-hermetico



Figura 21. Capacitor de arranque

Equipo: capacitor de arranque
Capacidad: 270-33, marcha 15mf en 440vac.

Deficiencia:

- 1- Exposición de equipo al medio ambiente
- 2- Empate de cables inconclusos



Figura 22. Evaporador y filtro

Equipo: Evaporador

Capacidad: 1 Hp media

Deficiencia:

- 1- Limpieza
- 2- Conexión filtro corroída



Figura 23. Difusor

Equipo: Difusor

Capacidad: 1 Hp

Deficiencia:

- 1- Limpieza del serpentín
- 2- Limpieza de motor ventilador

Debido a la exposicion de equipos al aire libre, los siguientes elementos son sometidos a los cambios climaticos, lo cual afecta en el funcionamiento y rendimientos del mismo. Las condiciones climatologicas deterioran la mayor parte de ellos, factores como la humedad, agua, viento, entre otros. Es importante tomar en cuenta la reubicacion de algunos equipos, alimentacion electrica, y proteccion a las circuitos eléctricos que existen entre los elementos mencionados.



Figura 24 Imagen satelital de Frigorífico Guyana CA Fuente. Guevara (2021)



Figura 25 Producto cárnico en canal dentro del cuarto de enfriamiento.

Fuente. Guevara (2021)

Actualmente Frigorífico Guyana no cuenta con una planificación en su mantenimiento de equipos, dado en este caso el cuarto de enfriamiento. Se ha destinado a lineamientos correctivos para solventar el déficit de funcionamiento, llevando así paradas periódicas en los equipos, pérdidas económicas y repercusión en la producción y conservación de los productos cárnicos almacenados.

4.3 Emplear los principios de plan de mantenimiento preventivo basados en la criticidad, para la elaboración de programas y rutinas de mantenimiento para cada equipo.

Antes de diseñar el plan de mantenimiento, se verifica si de verdad la empresa necesita dicho plan.

4.3.1 Verificación de la necesidad de un plan de mantenimiento

Para verificar que una empresa necesita un plan de mantenimiento, **se emplea** el criterio de Torres, Bernardo (2000), el cual es un índice de evaluación de aspectos organizativos. En la tabla 23 se muestra el formato.

Tabla 23 Índice de evaluación de aplicación de un plan de mantenimiento

CRITERIO	CALIFICACIÓN
JORNADA DE TRABAJO	
TRES TURNOS	10
DOS TURNOS	5
UN TURNO	1
TAMAÑO DE LA EMPRESA	
GRANDE	10
MEDIANA	5
PEQUEÑA	1
TIPO DE PROCESO	
CONTINUO	10
SERIE	5
POR LOTES	1
RITMO DE LA ACTIVIDAD	
PERMANENTE	10
ESTACIONAL	5
GRADO DE AUTOMATIZACIÓN	
ALTA	10
MEDIA	5
BAJA	1
INVERSIÓN	
GRANDE	10
MEDIA	5
PEQUEÑA	1

Fuente Torres Bernardo (2000)

Elaborado Guevara (2022)

Si la puntuación obtenida en la calificación se encuentra entre el rango de 31 a 61 puntos, es necesario la aplicación del mantenimiento preventivo.

Si la evaluación obtenida en calificación está en el rango de 26 a 30 puntos debe realizarse un estudio de mayor profundidad para determinar la conveniencia de la aplicación del mantenimiento.

Para el caso de estudio de aplica el índice, la tabla 24 indica los resultados **Tabla 24** Índice de evaluación empresa Frigorífico Guayana CA

CRITERIO	CALIFICACIÓN
JORNADA DE TRABAJO	
DOS TURNOS	5
TAMAÑO DE LA EMPRESA	

MEDIANA	5
TIPO DE PROCESO	
CONTÍNUO	10
RITMO DE LA ACTIVIDAD	
PERMANENTE	10
GRADO DE AUTOMATIZACIÓN	
MEDIA	5
INVERSIÓN	
MEDIA	5

Fuente Guevara (2021)

Como se puede observar la calificación obtenida es de 40 pts. por lo tanto, es necesario aplicar el plan de mantenimiento preventivo. **4.3.2 Formato para verificar la criticidad de los equipos**

Entendiendo la criticidad como el nivel de impacto e importancia que tiene una máquina, equipo o dispositivo en los procesos de una organización, y el grado de prioridad determinará, a su vez, la intensidad y frecuencia con la que deberíamos prestar mantenimiento a un activo Para aplicar el criterio de criticidad se evalúan las siguientes variable

Tabla 25 Variables para la criticidad

VARIABLE	DEFINICIÓN
FRECUENCIA DE FALLA	Representa el número de veces que falla cualquier componente del sistema produciendo la pérdida de su función,
	implicando una parada en el periodo de un año

IMPACTO OPERACIONAL	Representa lo que se puede vender aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas. La consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	Es la facilidad que tiene la producción de adaptarse a los cambios inesperados, sin recaer en el aumento de costos o pérdidas
COSTO DE MANTENIMIENTO	Son los gastos que implica la tarea de mantenimiento, sin incluir los costos producidos por la falla del equipo
IMPACTO DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	Representa la posibilidad de que sucedan eventos que ocasionen daños a equipos e instalaciones en los cuales una persona puede salir lesionada o produciendo alguna violación de cualquier regulación ambiental

Fuente Guevara (2021)

A continuación, se presenta la tabla 26 donde se muestran los criterios a evaluar con respecto a la criticidad de cada equipo, y la ponderación de cada variable

Tabla 26 Análisis de Criticidad

FORMATO PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
FRIGORÍFICO GUAYANA C.A.	
Fecha	Área
Equipo	
PONDERACIÓN	FRECUENCIA DE LA FALLA
1	excelente: menos de 0,5 fallas/año
2	buena: 0,5 – 1 falla/año
3	Promedio 1-2 fallas/año

4	Pobre mayor a 2 fallas /año
IMPACTO OPERACIONAL	
10	Pérdida del producto
7	Parada del trabajo y tiene repercusión en otros aspectos
4	Impacta en niveles de inventario y costos
1	No genera ningún efecto significativo
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
4	No existe opción de trabajar y no hay repuesto
1	Hay opción de repuesto disponible
COSTO DE MANTENIMIENTO	
2	Mayor o igual de 50\$
1	Menor de 50\$
IMPACTO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL	
8	Afecta la seguridad humana tanto interna como externa
7	Afecta el ambiente/instalaciones
5	Afecta las instalaciones con daños severos
1	No provoca ningún tipo de daño

Fuente Torres Bernardo (2000)

Elaborado Guevara (2022)

Para calcular la criticidad se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencias}$$

$$\text{Consecuencias} = ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costos} + \text{Impacto SAH})$$

El mayor valor de criticidad en función de los factores de ponderación es de 200.

Para mostrar el resultado se colocan en una tabla las iniciales de los factores

Dónde:

- FF: Frecuencia de Falla
- IO: Impacto Operacional
- FO: Flexibilidad Operacional
- CM: Costo de Mantenimiento
- SHA: Impacto en Seguridad Ambiente

A continuación, la tabla 27 muestra el resultado de haber aplicado la criticidad en el frigorífico Guayana C.A. a los equipos: compresor, difusor, cuarto frío, motor semi-hermético

Tabla 27 Aplicación para criticidad Frigorífico Guayana

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SAH	TOTAL
COMPRESOR	3	7	1	2	1	30
DIFUSOR	2	1	1	1	1	8
MOTOR SEMI-HERMÉTICO	2	1	1	1	1	8
CAPACITOR	2	1	1	1	1	6
EVAPORADOR	3	7	1	1	1	30

Elaborado Guevara (2021)

4.3.3 Evaluar la falla de los equipos

Para evaluar los equipos, se comienza por el compresor (ver figura 24). Para hacerlo se divide el mismo en tres secciones, las cuales son: transmisión, control y mantenimiento. **4.3.3.1 Compresión**

Se aplica una lista de chequeo para verificar por medio de observación directa las fallas.(ver cuadro 1)



Figura 26 Sección de compresión

Cuadro 1 Lista de chequeo compresión

N°	PARTES	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	
1	Pistón 1	X		
2	Pistón	X		
3	Filtro 1		X	Tapado por rebabas o basura
4	Filtro 2	X		
5	Válvula de alivio		X	Oxidadas por falta de lubricante
6	Cigüeñal	X		
7	Bomba de aceite(lubricación)	X		
8	Sistema de enfriamiento (serpentil)	X		
9	Válvula chek	X		
10	Cabezas de compresión	X		
11	Camisas de compresión		X	Desgaste por el constante uso
12	Anillos	X		

Fuente Guevara (2021)

A continuación la figura 25 , 26 y 27 se muestra un diagrama de causa –efecto para la sección de compresión.

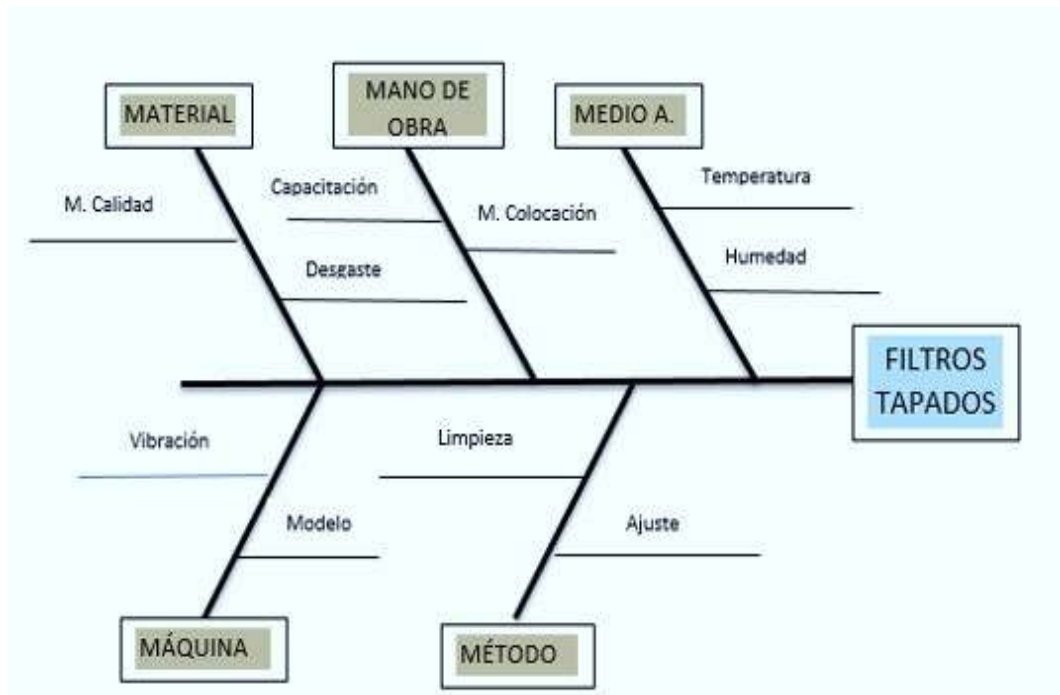


Figura 27 Causa-efecto filtros tapados

Fuente Guevara (2021)

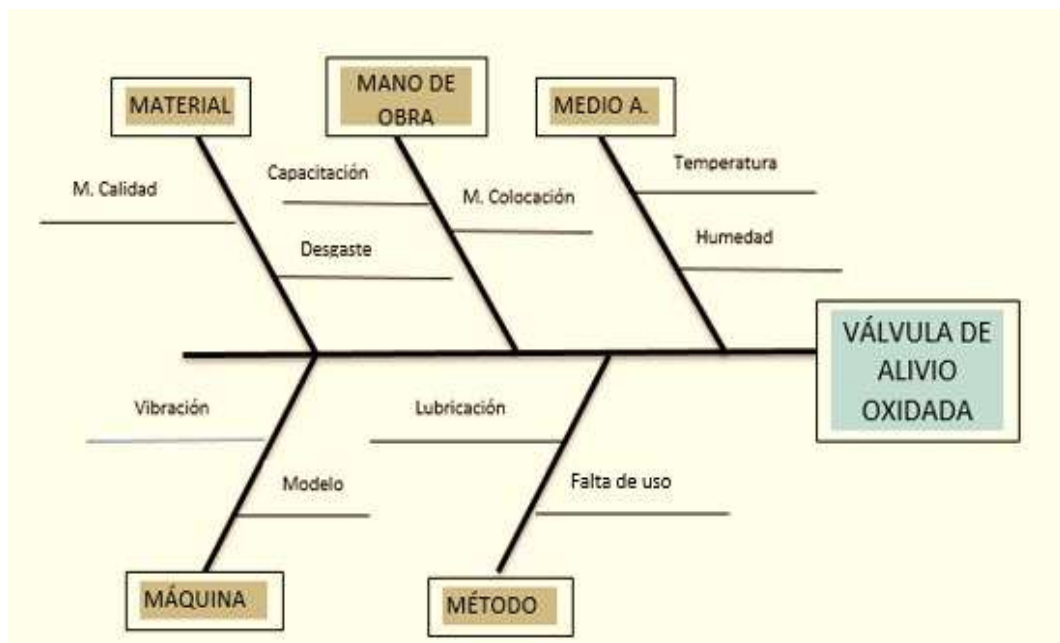


Figura 28 Causa-efecto para válvulas de alivio oxidada

Fuente Guevara (2021)

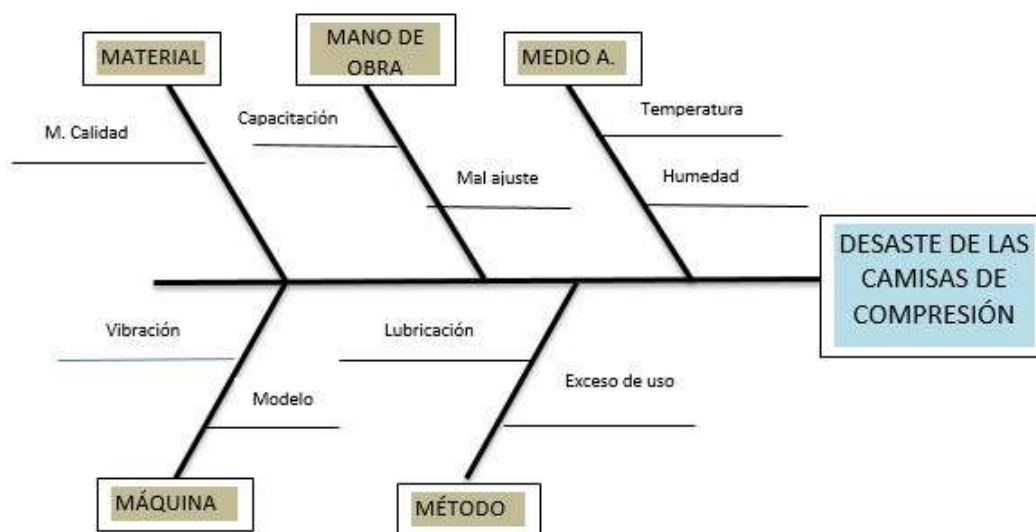


Figura 29 Causa-efecto para camisas de compresión

Fuente Guevara (2021)

4.3.3.2 Transmisión

A continuación el cuadro 2 , lista de chequeo de las piezas de la transmisión. Las figuras 31 y 32 muestran la causa-efecto de las piezas

Cuadro 2 Lista de chequeo transmisión

N°	PIEZA	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	
1	Polea generadora	X		
2	Polea transmisora		X	Desalineada
3	Bandas		X	Desgaste
4	Eje	X		
5	Cremallera	X		

Fuente Guevara (2021)

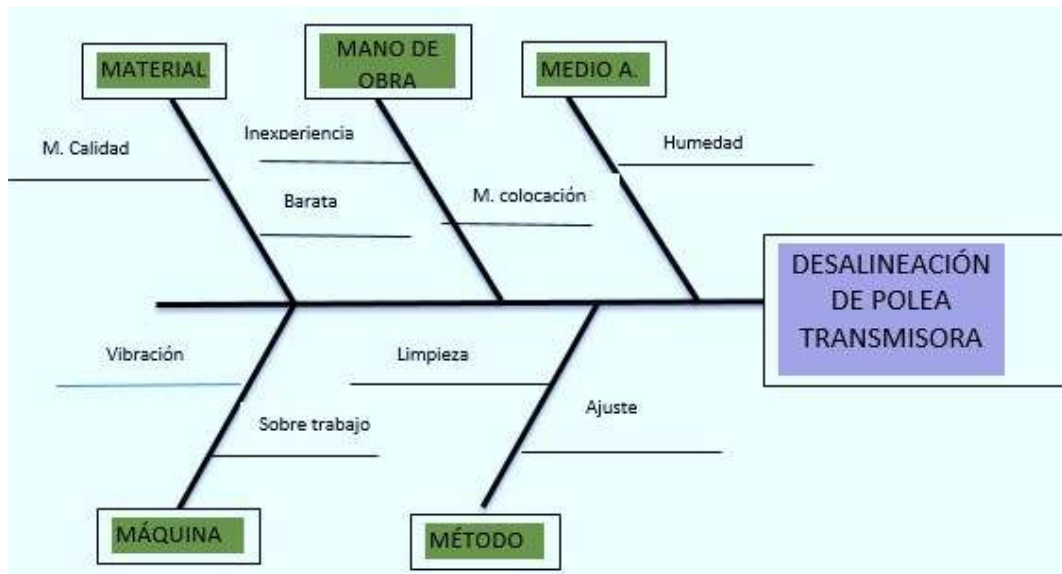


Figura 30 Causa-efecto para desalineación de polea

Fuente Guevara (2021)

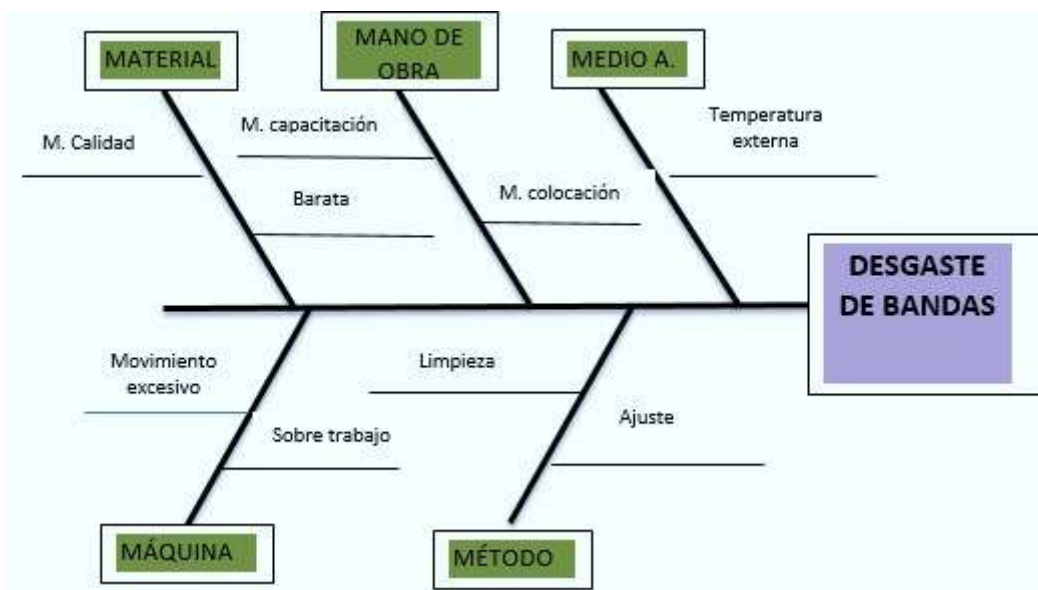


Figura 31 Causa-efecto para desgaste de bandas

Fuente Guevara (2021)

4.3.3.3 Electricidad

El cuadro 3 muestra la lista de chequeo para las partes eléctricas del equipo. Las figuras 32 y 33 muestran los diagramas causa-efecto de la parte eléctrica

Cuadro 3 Lista de chequeo de Electricidad

N°	PARTES	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	
1	Rotor	X		
2	Embobinado		X	Campo magnético desgastado
3	Escobilla	X		
4	Ventilador	X		
5	Eje	X		
6	Capacitaror	X		
7	Cableado		X	

Fuente Guevara (2021)

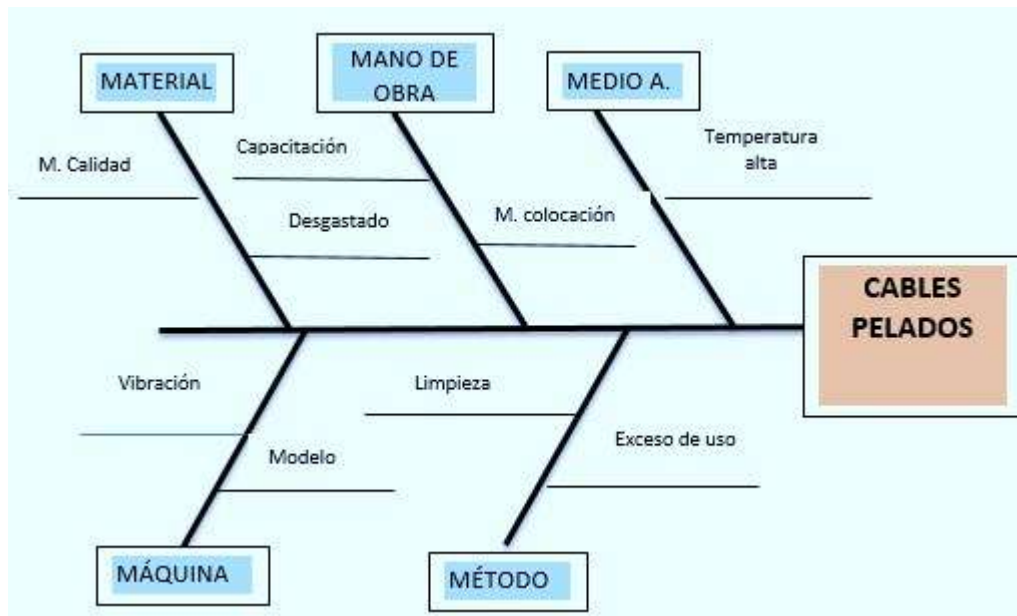


Figura 32 Causa-efecto para cables pelados Fuente Guevara (2021)



Figura 33 Causa-efecto para campo magnético desgastado
Fuente Guevara (2021)

4.3.4.5 Control

La figura 34 muestra un manómetro y un presostato, además, el cuadro 4 muestra la lista de chequeo para las partes eléctricas del equipo. Las figuras 35 y 36 muestran los diagramas causa-efecto de la parte de control

> CONTROL



Figura 34 Manómetro y presostato
Fuente Guevara (2021)

Cuadro 4 Lista de chequeo de Control

N°	PARTES	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	

1	Presostato		X	No actúa cuando debe
2	Manómetro		X	Mala lectura
3	Regulador De presión	X		

Fuente Guevara (2021)



Figura 35 Causa-efecto para presostato Fuente Guevara (2021)

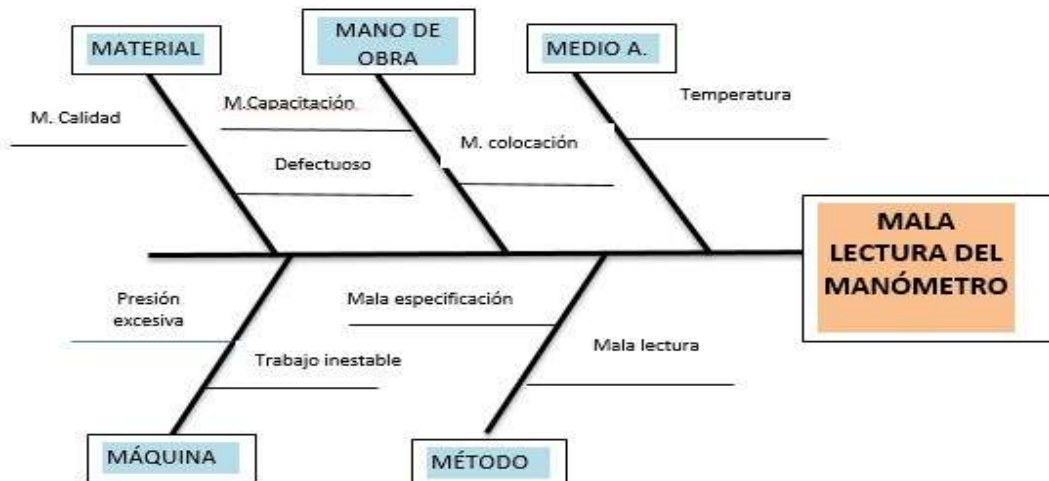


Figura 36 Causa-efecto para manómetro Fuente Guevara (2021)

4.3.3.5 Almacenamiento

La figura 37 muestra el tanque de almacenamiento, además, el cuadro 5 muestra la lista de chequeo para las partes de almacenamiento del equipo. La figura 38 muestran los diagramas causa-efecto del almacenamiento

➤ ALMACENAMIENTO



Figura 37 Tanque de almacenamiento Fuente Guevara (2021)

Cuadro 5 Lista de chequeo almacenamiento

N°	PARTES	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	
1	Tanque	X		
2	Purga		X	Oxidación del tornillo
3	Salida de aire	X		
4	Entrada de aire	X		
5	Caratula	X		

Fuente Guevara (2021)

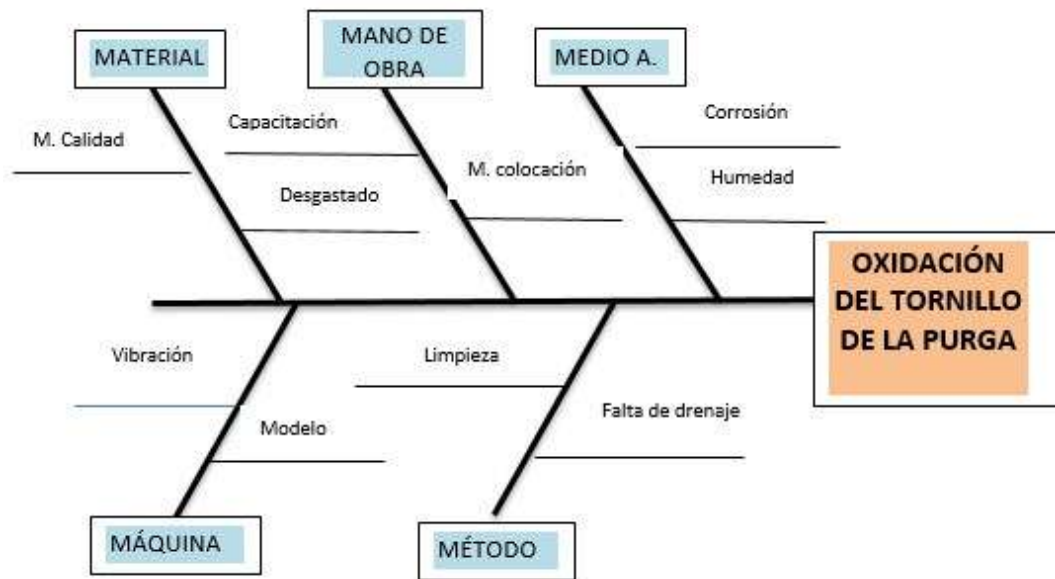


Figura 38 Causa-efecto oxidación tornillo purga
Fuente Guevara (2021)

4.3.3.6 Evaporador

El cuadro 6 muestra la lista de chequeo para el evaporador del equipo. Las figuras 39 y 40 muestran los diagramas causa-efecto del evaporador

Cuadro 6 Lista de chequeo del evaporador

N°	PARTES	Buen estado		OBSERVACIONES
		si	no	
1	Válvula de expansión		X	Oxidada por falta de lubricante
2	Bulbo sensor	X		
3	Control del flotador	X		
4	Válvula de desahogo	X		
5	Bomba de recirculación (refrigerante)		X	Tapada

Fuente Guevara (2021)

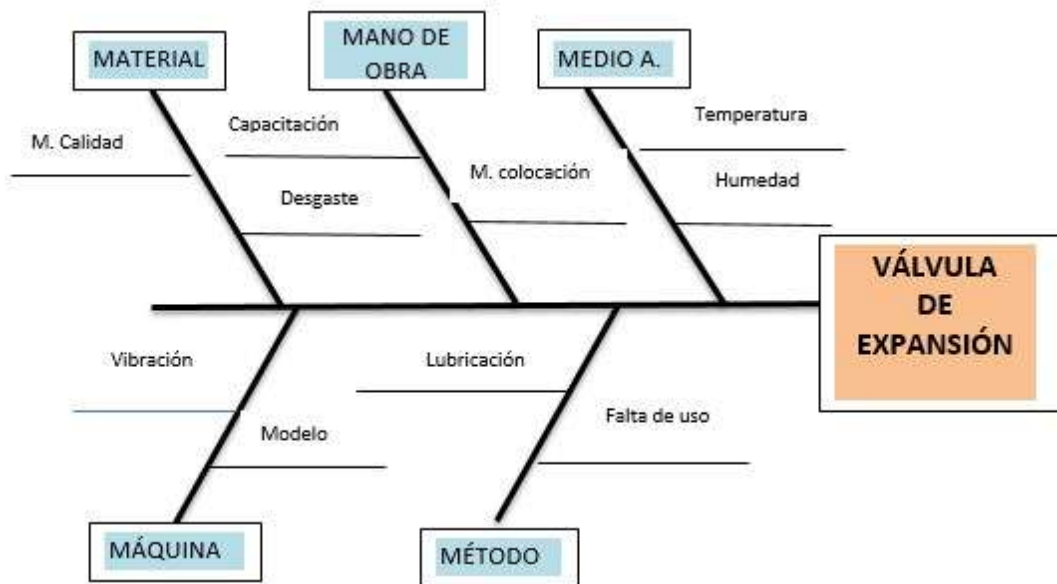


Figura 39 Causa-efecto válvula de expansión
Fuente Guevara (2021)

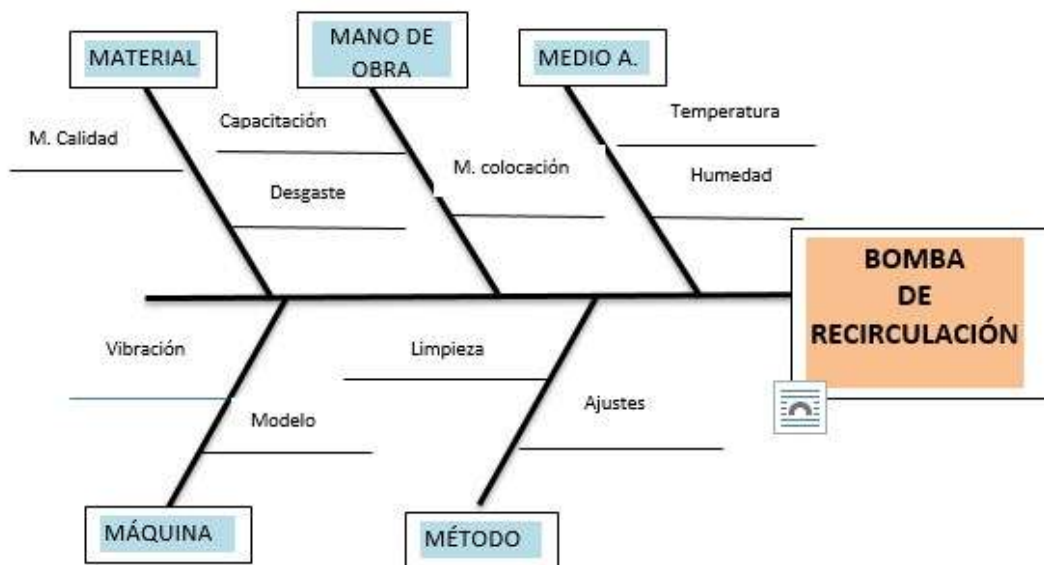


Figura 40 Causa-efecto bomba de recirculación
Fuente Guevara (2021)

4.4 Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que conforman el cuarto de enfriamiento

El desarrollo del plan de mantenimiento preventivo está basado en el análisis de criticidad realizado a los equipos del frigorífico. Se tomaron los equipos que presentaron un nivel de criticidad más alto. La información fue tomada directamente de los equipos.

En las instalaciones que usan maquinaria de alta tecnología, se debe realizar más que un mantenimiento estándar para asegurar la operabilidad y larga duración de todo el equipo. Por ejemplo, con los compresores, se debe implementar un programa de mantenimiento preventivo, donde estos se inspeccionen de manera rutinaria para asegurar que todo se encuentre en condiciones óptimas.

El objetivo del mantenimiento preventivo es detectar problemas mecánicos antes de que se vuelvan costosos en tiempo y dinero. Este tipo de mantenimiento consiste en inspeccionar todos los componentes del sistema de manera diaria, semanal, mensual o anual para asegurar que todo funcione correctamente. Si detectas problemas con anticipación, podrás tomar mejores medidas para afrontarlos.

4.4.1 Plan de mantenimiento

A continuación, el cuadro 7 muestra el plan de mantenimiento preventivo para el compresor en la parte del motor.

Cuadro 7 Plan mantenimiento preventivo motor

FRECUENCIA EN HORAS	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	PERSONAL	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN HORAS
10	REVISAR NIVEL DE ACEITE	VARILLA DE NIVEL	OPERADOR	0,3
10	CHEQUEAR ESTADO DE CORREAS	VISUAL	OPERADOR	0,3
200	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE ACEITE	EMBUDO, LLAVE 7/16"	MECÁNICO	1,5
200	CAMBIAR FILTRO DE AIRE	SUELTO FILTRO	MECANICO	1
1000	VERIFICAS Y AJUSTAR VÁLVULAS	CALIBRADOR DE VÁLVULAS	MECÁNICO	1,5
500	REVISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	HERRAMIENTAS ESPECIALES	MECÁNICO	1

200	COMPROBAR ESTADO DE MANGUERAS	VISUAL	OPERADOR	0,5
1000	REVISAR ACEITE MOTOR	VARILLA	MECÁNICO	0,4
3000	CAMBIAR CORREA DENTADA DE DISTRIBUCIÓN	LLAVE DE 5/8"	MECÁNICO	1
MENSUAL	REVISAR VENTILADORES	VISUAL	OPERARIO	0,4

Fuente Barrera, Avendaño (2015)

Elaborado Guevara (2021)

Para plasmar estas actividades en una gráfica, donde se muestre la frecuencia de aplicación de las actividades, se utilizó una gama de colores que permiten visualizar los mismos. A continuación, la figura 41 representa lo que significa cada color

COLOR	INTERVALO DE TIEMPO
	Semanal
	Trimestral
	Semestral
	anual
	5 años
	200 horas = 5 semanas
	500 horas = 13 semanas
	1000 horas = 25 semanas
	2000 horas = 50 semanas
	3000 horas = 75 semanas
	4000 horas = 100 semanas
	8000 horas = 200 semanas

Figura 41 Colores para mostrar intervalo de tiempo

Fuente Barrera, Avendaño (2015)

Elaborado Guevara (2021)

La figura 42 muestra el plan de mantenimiento para el motor del compresor

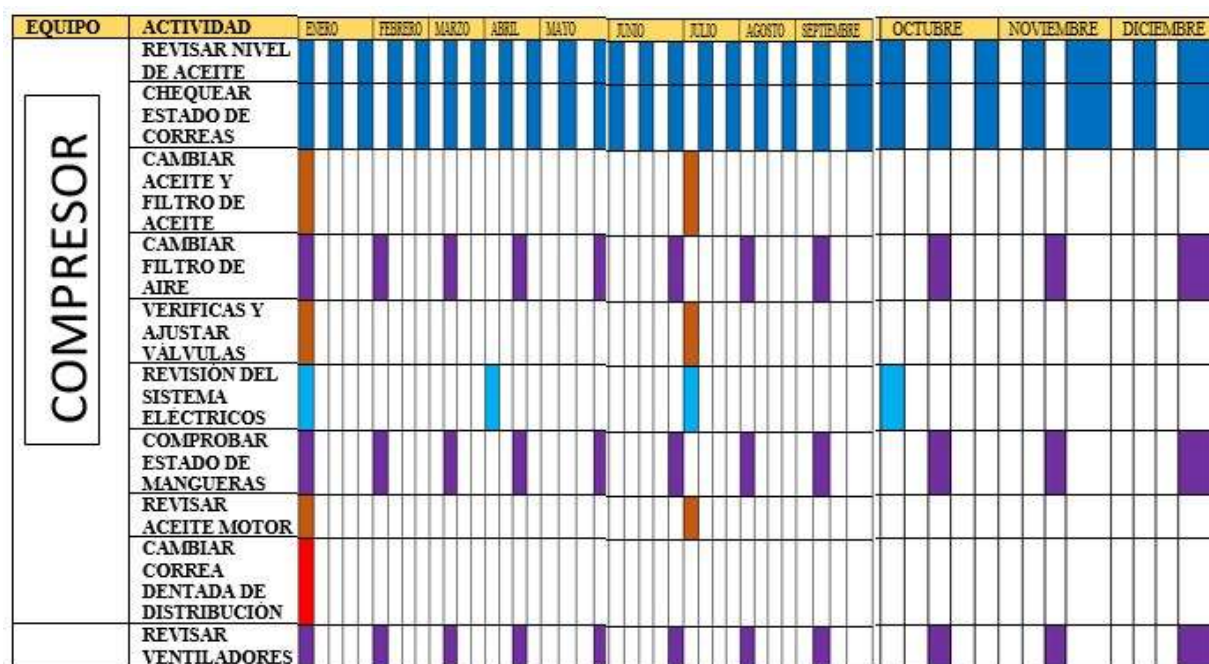


Figura 42 Plan de mantenimiento preventivo motor

Fuente Guevara (2021)

El cuadro 8 muestra el plan de mantenimiento preventivo asociado a las unidades de compresión, transmisión, electricidad y almacenamiento.

Cuadro 8 Plan de mantenimiento de las otras unidades

FRECUENCIA EN HORAS	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	PERSONAL	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN HORAS
UNIDAD COMPRESORA				
SEMESTRAL	CAMBIAR FILTRO DE ACEITE DE UNIDAD COMPRESORA	SUELTA FILTRO	OPERADOR	0,3
200	INSPECCIONAR FILTRO DE AIRE DE LA UNIDAD	VISUAL	OPERADOR	0,3
10	LUBRICACIÓN DE VÁLVULAS DE ALIVIO	ACEITERA	MECÁNICO	1,5
ANUAL	CAMBIO DE CAMISAS DE COMPRESIÓN	HERRAMIENTAS MENORES	MECÁNICO	1
UNIDAD DE TRANSMISIÓN				
TRIMESTRAL	ALINEACIÓN Y BALANCEO AL EJE Y POLEA	HERRAMIENTAS ESPECIALES	MECÁNICO	1,5
SEMESTRAL	CAMBIAR BANDAS	CAMBIAR	OPERARIO	1

UNIDAD DE ELECTRICIDAD				
200	COMPROBAR CABLEADO EN CUANTO A ROCES/ENRUTAMIENTO	CORTA FRIO	MECÁNICO	2
ANUAL	CAMBIO DE CAMPO MAGNÉTICO	HERRAMIENTAS ESPECIALES	ELECTRICISTA	4
SEMESTRAL	REEMPLAZO DE CABLES	HERRAMIENTAS MENORES	OPERARIO	4
UNIDAD DE ALMACENAMIENTO				
SEMESTRAL	CAMBIAR TORNILLO DE PURGA	HERRAMIENTA ESPECIALES	MECÁNICO	2
TRIMESTRAL	DRENAR CONTINUAMENTE	HERRAMIENTAS MENORES	OPERARIO	2

Fuente Barrera, Avendaño (2015)

Elaborado Guevara (2021)

A continuación, la figura 43 muestra el plan de mantenimiento de las otras unidades

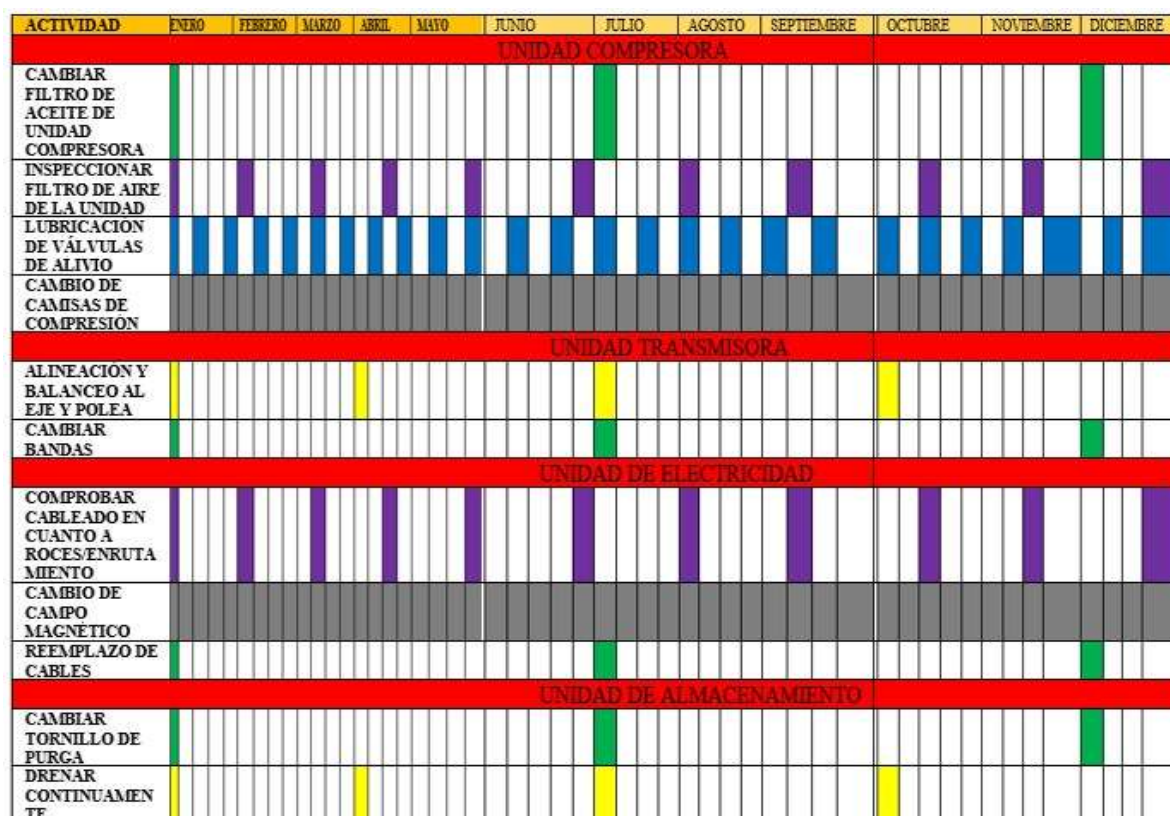


Figura 43 Plan de mantenimiento otras unidades Elaborado

Guevara (2021)

CONCLUSIONES

Se realizó una visita al frigorífico, aplicando la técnica de observación directa, donde se constató el estado de los equipos de refrigeración, además del estado de las estructuras del cuarto de refrigeración. Así mismo de la entrevista aplicada al dueño de la empresa se recolectó la información necesaria para evaluar la situación actual del frigorífico.

Para evaluar si la empresa tiene los equipos adecuados se realizó el cálculo de las pérdidas de calor que tiene que ver con las variables con las paredes, piso, luminaria, personas, motores, calores por convección, y después de obtener el calor total se realizó la selección del compresor, y el evaporador. Al compararlo con los que tiene el frigorífico se verificó que cumple con los valores de energía necesarios.

Se aplicó el criterio de Torres (2000) para verificar si la empresa tiene necesidad de un plan de mantenimiento, lo que dio como resultado un índice de 40, lo que clasificó para un plan de mantenimiento.

Para el diseño del plan de mantenimiento se dividió en dos partes, el cuarto de enfriamiento y los equipos de refrigeración. Para el cuarto de enfriamiento se aplicó el de las 5S, la cual es una gestión japonesa que aplica el criterio de la productividad. Con respecto a los equipos a estudiar se utilizó el criterio de criticidad. Dando como resultado que los equipos de estudio eran el compresor y el evaporador.

La deficiencia de cada equipo se evaluó con listas de chequeo y diagramas de causa y efecto. Con toda esta información se diseñó el plan de mantenimiento, el cual permitirá enfocarse en los equipos de mayor criticidad, disminuir costos, tiempos de parada no programadas, aumentar la venta del producto.

RECOMENDACIONES

Al evaluar los equipos en el frigorífico, se recomienda revisar la ubicación de los mismos, revisar la parte eléctrica, las conexiones.

Revisar los protectores usados para los equipos, debido a las fallas de luz. Si van a aumentar el volumen de productos cárnicos, realizar los cálculos necesarios para que los equipos cumplan con las especificaciones

Se recomienda capacitar al personal sobre el plan de mantenimiento, anotar las fallas y verificar las condiciones de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). **“El Proyecto de Investigación. Guía para su Elaboración”**. Edición N° 3. Caracas. Editorial Episteme.
- Arias, F. (2012). **“Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología”**. Edición N° 5. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (1998). **“Cómo se elabora el Proyecto de Investigación”**. Caracas. BL Consultores.
- Bernal, C. (2006). **Metodología de la Investigación**. México, D.F., Pearson Educación
- Cengel & Boles (2011) **Refrigeración**
- Córdoba y Monsalve (2002) **Metodología de la investigación**. Caracas: Editorial Episteme.
- Covenin. (1993). Norma Venezolana 2500-93. **Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria**. Caracas, Distrito Capital, Venezuela: COVENIN.
- Covenin. (1993). Norma Venezolana 3049-93. **Mantenimiento: Definiciones**. Caracas, Distrito Capital, Venezuela: COVENIN.
- Duffuaa, R. (2004). **Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control**. Balderas: Limusa.
- Fermín, P. (1999): **Programa de Mantenimiento Preventivo Para las Lavadoras de Botellas de las Líneas de Producción de la Embotelladora PANAMCO Y HIT DE VENEZUELA S. A.** Trabajo de Grado. Caracas, Venezuela. UNEXPO. Facultad de Ingeniería.
- Gómez Z, Gabriel y González O, Carlos (2005). **Mantenimiento eficiente.Causa y efecto**. Editorial Limusa.

Hernández (2009). **Análisis de cálculo, diseño y mantenimiento de una cámara de refrigeración utilizado en productos perecederos a 4°C.** Caracas. Editorial texto.

Manual de Ingeniería BOHM (2005)

Méndez, A y Rodríguez, C (2013)“**Repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo del equipo de refrigeración para el cuarto de frío de la planta de cárnicos de la facultad de ciencias pecuarias de la Espoch**”. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador

Morales (2008) **Mantenimiento preventivo.** Caracas. Editorial texto.

Pineda (2013) .**Compresores**

Puebla, J. (s.f.). **Manual de buenas prácticas en refrigeración.** Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

Silva, C (2015) “**Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las cavas de refrigeración de una empresa de alimentos congelados**”. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela.

Terán, L. (2014). **Mantenimiento de sistemas de refrigeración industrial.** TECSUP Profesionales en ingeniería.

Villalba D, (2017) “**Elaboración y puesta en práctica del programa de mantenimiento preventivo y predictivo para el sistema de vapor y sistemas de refrigeración de la línea de producción de la empresa Panamco de Venezuela S.A, Planta Boleíta**”, Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela

APÉNDICES

APÉNDICE A

ENCUESTA REALIZADA A LAS PERSONAS QUE HACEN VIDA EN EL ESTABLECIMIENTO DE FRIGORIFICO GUYANA CA.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ENCUESTA

Pregunta	Respuesta
1) ¿ Conoce usted el mantenimiento preventivo?	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
2) Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
3) ¿ Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento ?	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
4) ¿Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>
5) ¿Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>

APÉNDICE B

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO UTILIZADO EN ESTE TRABAJO
DE INVESTIGACIÓN REPÚBLICA BOLIVARIANA DE
VENEZUELA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE MECÁNICA

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

Estimado Ing. Alicia de Pizzella

Por medio de la presente los bachilleres **Guevara Carlos** titular del número de cedula **V-24.300.080** solicito, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA.**

Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo “encuesta” que tiene como objetivo **Diagnosticar la situación actual del funcionamiento de los equipos que integran el cuarto de enfriamiento.**

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.

----- Ing. Alicia de Pizzella C.I. 4598880



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE MECÁNICA

PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO

Estimado ciudadano(a):

El presente documento tiene como finalidad solicitar información la cual será utilizada para el desarrollo de una investigación que tiene como objetivo el

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS CÁRNICOS DE LA EMPRESA

FRIGORÍFICO GUYANA CA, Elaborado por el bachiller Guevara Carlos.

Instrucciones:

1. Por favor lea el instrumento antes de responder.
2. Marque con una (X) la respuesta seleccionada por usted.
3. En los ítems que se le indique, suministre la información solicitada.
4. Por favor responda todas las preguntas.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA**

PREGUNTA	SI	NO
¿ Conoce usted el mantenimiento preventivo?		

¿ Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento?		
¿ Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento?		
¿ Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?		
¿ Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?		



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE
INGENIERÍA**

ESCUELA DE MECÁNICA

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para validar las distintas interrogantes que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación de campo del bachiller Guevara Carlos titular del número de cedula V-24.300.080 y en el trabajo de grado titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CUARTOS DE ENFRIAMIENTO EN PRODUCTOS CÁRNICOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICO GUYANA CA**

Instrucciones:

Lea el instrumento y marque con una equis (X) su criterio en cuanto a los aspectos que a continuación se señalan:

1. Pertinencia: Relación estrecha entre la pregunta, los objetos a lograr y el instrumento que se encuentra desarrollando.
2. Redacción: Claridad y precisión en el uso del vocabulario técnico.
3. Adecuación: Correspondencia entre el contenido de cada pregunta y el nivel de preparación o desempeño del entrevistado.

Código	Apreciación cualitativa
B	BUENO: El indicador se presenta en grado igual o ligeramente superior al mínimo aceptable.
R	REGULAR: El indicador no llega al mínimo aceptable, pero se acerca a él.
D	DEFICIENTE: El indicador está lejos del mínimo Aceptable.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

PREGUNTAS	PERTINENCIA			REDACCIÓN			ADECUACIÓN		
	B	R	D	B	R	D	B	R	D
¿ Conoce usted el mantenimiento preventivo?	X			X			X		
¿ Afecta la falta de mantenimiento preventivo al cuarto de enfriamiento?	X			X			X		
¿ Conoce usted que equipos integran el cuarto de enfriamiento?	X			X			X		

¿ Conoce usted los daños frecuentes que se evidencian en un cuarto de enfriamiento?	X			X			X		
¿Conoce usted los beneficios de un plan de mantenimiento preventivo?	X			X			X		

FIRMA



Handwritten signature in cursive script, appearing to read "María del Pilar".

