

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad operativa del sistema de refrigeración de la embarcación Bamar II, empresa pesquera Hayduk-2019”

Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero en Energía

Autores:

Bach. Loyola Serrano, Luis Enrique

Bach. Távara Fiestas, Juan Jose

Asesor:

Mg. Benites Villegas, Héctor Domingo

DNI: 17821639

Código ORCID:0000-0002-8809-6371

Nuevo Chimbote- Perú
2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando enmarcado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R. D: N°492-2017-CU-R-UNS), de acuerdo a la denominación siguiente.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGIA

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019

Autores:

Br. LUIS ENRIQUE LOYOLA SERRANO

Código Orcid: 0000-0002-7347-9855

Br. JUAN JOSE TAVARA FIESTAS

Código Orcid: 0009-0002-8623-3608

DNI: 17821639

Código ORCID: 0000-0002-8809-6371

Nuevo Chimbote- Perú

2023

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “**Diseño de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad operativa del sistema de refrigeración de la embarcación BAMAR II, empresa pesquera HAYDUK-2019**”, para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, presentado por los Bachiller **Luis Enrique Loyola Serrano** y **Juan Jose Távara Fiestas**, que tiene como asesor al **Mg. Hector Domingo Benites Villegas**, ha sido revisado y aprobado el día 18 de mayo del 2023, por el siguiente jurado evaluador:

Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo

Presidente

DNI: 17890841

Código ORCID: 0000-0001-7514-9908

Mg. Robert Fabian Guevara Chinchayan

Secretario

DNI: 32788460

Código ORCID: 0000-0002- 3579-3771

Mg. Héctor Domingo Benites Villegas

Integrante

DNI: 17821639

Código ORCID: 0000-0002-8809-6371



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los 18 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las 10:00 horas de la mañana, se reunieron en el aula E3 de la EPIE, el Jurado Evaluador designado mediante T/Resolución N° 247-2023-UNS-CFI de fecha 02.05.23, integrado por los siguientes docentes:

- D. Gualberto Antenor Mariños Castillo Presidente
- Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán Secretario
- Mg. Héctor Domingo Benites Villegas Integrante

Y según la T/Resolución Decanal N° 269-2023-UNS-FI de fecha 12.05.23, se declara expedito al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019”** elaborado por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **LOYOLA SERRANO LUIS ENRIQUE** con código de matrícula N° 201311031, teniendo como asesor al docente **Mg. HÉCTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS**, según T/Resolución Decanal N° 707-2019-UNS-FI de fecha 22.11.19.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
LOYOLA SERRANO LUIS ENRIQUE	DIECISIETE (17)	BUENO

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


Mg. Héctor Domingo Benites Villegas
INTEGRANTE


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
SECRETARIO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los 18 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las 10:00 horas de la mañana, se reunieron en el aula E3 de la EPIE, el Jurado Evaluador designado mediante T/Resolución N° 247-2023-UNS-CFI de fecha 02.05.23, integrado por los siguientes docentes:

- D. Gualberto Antenor Mariños Castillo Presidente
- Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán Secretario
- Mg. Héctor Domingo Benites Villegas Integrante

Y según la T/Resolución Decanal N° 269-2023-UNS-FI de fecha 12.05.23, se declara expedito al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019**” elaborado por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **TAVARA FIESTAS JUAN JOSE** con código de matrícula N° 200911014, teniendo como asesor al docente **Mg. HÉCTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS**, según T/Resolución Decanal N° 707-2019-UNS-FI de fecha 22.11.19.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
TAVARA FIESTAS JUAN JOSE	DIECISIETE(17)	BUENO

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


Mg. Héctor Domingo Benites Villegas
INTEGRANTE


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
SECRETARIO



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luis Enrique Loyola Serrano
Título del ejercicio:	DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CEN...
Título de la entrega:	DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CEN...
Nombre del archivo:	Loyola-Tavara_Informe_Tesis_22_mayo_final.pdf
Tamaño del archivo:	3.51M
Total páginas:	133
Total de palabras:	20,424
Total de caracteres:	97,749
Fecha de entrega:	23-may.-2023 03:27p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2100323749

**CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN**

DEDICATORIA

A DIOS, POR DARME TODO Y POR ESTAR CONMIGO SIEMPRE EN CADA PASO QUE DOY, POR ILUMINAR MI MENTE Y POR HABER PUESTO EN MI CAMINO A LAS PERSONAS QUE HAN SIDO MI APOYO Y COMPAÑÍA DURANTE TODO EL PERIODO DE ESTUDIO

A MIS PADRES, LUIS & ROXANA POR SU AMOR, ESFUERZO, MOTIVACIÓN Y APOYO POR QUIENES HOY EN DÍA SE CONSOLIDA LA META PROFESIONAL.

A MI ESPOSA JULISSA, QUIEN ES EL MOTIVO, LA INSPIRACIÓN Y FUERZAS PARA IMPULSARME HACIA NUEVAS METAS Y LOGROS EN LA VIDA.

A MIS HERMANAS Y SOBRINOS, QUIENES EN EL TIEMPO HAN MANIFESTADO AMOR, AFECTO Y APOYO DIARIO.

Luis Loyola, S.

DEDICATORIA

A DIOS, POR DARMER TODO Y POR ESTAR CONMIGO SIEMPRE EN CADA PASO QUE DOY, POR ILUMINAR MI MENTE Y POR HABER PUESTO EN MI CAMINO A LAS PERSONAS QUE HAN SIDO MI APOYO Y COMPAÑÍA DURANTE TODO EL PERIODO DE ESTUDIO

A MIS PADRES, JOSE & JUANA POR EL ESFUERZO QUE HICIERON Y SU APOYO INCONDICIONAL.

A MI HERMANA JUANA, POR ACOMPAÑARME EN CADA PASO DE MI VIDA.

DEDICADO A TODAS LAS PERSONAS QUE ESTUVIERON APOYANDOME A LO LARGO DE ESTE PROCESO.

Juan Távara F.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR.

MG. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS

POR LA GUIA Y SUGERENCIAS IMPARTIDAS DURANTE Y LA
CULMINACION DEL PRESENTE IFORME.

A LOS DOCENTES DE LA E.P. DE INGENIERIA EN ENERGIA POR TODOS
LOS CONOCIMIENTOS IMPARTIDOS DURANTE LOS AÑOS DE FORMACION
PROFESIONAL

A MIS COMPAÑEROS DE AULAS POR SU COMPAÑERISMO Y
EXPERIENCIAS VIVIDAS EN ARDUO PROCESO DE APRENDIZAJE

A MIS AMIGOS, EN GENERAL

Loyola & Tavera

ÍNDICE GENERAL

Recibo digital turnitin	II
Carta de conformidad del asesor	III
Carta de conformidad del jurado	IV
Dedicatoria	V
Agradecimientos	VI
Resumen	VIII
Abstract	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Realidad problemática	6
1.3 Formulación del problema	7
1.4 Objetivos	8
1.5 Hipótesis de la investigación	8
1.6 Importancia y justificación del estudio	9
1.7 Limitaciones de la investigación	10
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	11
2.0 El mantenimiento	12
2.1 Tipos de mantenimiento	12
2.1.1 El mantenimiento centrado en la confiabilidad	13
2.1.2 Mantenimiento rutinario	15
2.1.3 Mantenimiento programado	16
2.1.4 Mantenimiento por avería o reparación	16
2.1.5 Mantenimiento correctivo	16
2.1.6 Mantemiento circunstancial	17

2.1.7 Mantenimiento predictivo	18
2.1.8 Mantenimiento preventivo	18
2.2 Análisis de criticidad	18
2.3 Matriz de riesgos	19
2.4 Confiabilidad operacional	21
2.5. Criticidad	24
2.5.1 Análisis de criticidad	24
2.5.2 Método para análisis de criticidad	25
2.5.3 Método de los puntos	25
2.6 Tipos de falla	26
2.6.1 Falla parcial	26
2.6.2 Falla intermitente	26
2.6.3 Falla total	27
2.6.4 Falla catastrófica	27
2.6.5 Falla técnica	27
2.7 Matriz Foda	27
2.8 Diagrama de Pareto	28
2.9 Diagrama de Ishikawa	29
2.10 Sistema de refrigeración de embarcación pesquera	30
2.10.1 El compresor	30
2.10.2 Motor de compresor	31
2.10.3 El evaporador	32
2.10.4 Separador	32
2.10.5 Condensador	33
2.10.6 Bomba de condensador	33

2.10.7 Válvula de expansión	34
2.10.8 Tanque receptor de líquidos	35
2.10.9 Chiller	35
2.10.10 Tablero de control	36
CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS	
3.1 Materiales	39
3.3.1 Instrumentos de recolección de datos	38
3.2 Métodos	44
3.2.1 Tipo de investigación	40
3.2.2 Diseño de investigación	46
3.3 Población y muestra	46
3.3.1 Población	46
3.3.2 Muestra	47
3.4 Técnicas e instrumentos	47
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1 Índice de criticidad	51
4.2 Unidad de análisis	60
4.2.1 Factores de análisis de criticidad para el sistema de refrigeración	60
4.2.2 Criticidad en el sistema de compresor	61
4.2.3 Criticidad en el sistema de la separadora	60
4.2.4 Criticidad en el sistema de tanque receptor	63
4.2.5 Criticidad en la válvula de expansión	64
4.2.6 Criticidad en el chiller	64
4.2.7 Criticidad en el tablero eléctrico	65

4.2.8	Criticidad en el sistema de bombas	65
4.2.10	Resumen de matriz de criticidad del sistema de refrigeración	66
4.3	Cálculo del criterio de disponibilidad y confiabilidad del sistema	67
4.3.1	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en tanque receptor	68
4.3.2	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en motores	69
4.3.3	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en válvula de expansión	72
4.3.4	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad de separadora	73
4.3.5	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en chiller	75
4.3.6	Cálculo de disponibilidad en condensador	76
4.3.7	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en bombas	78
4.3.8	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad en tablero eléctrico	80
4.4	Resumen de disponibilidad y confiabilidad	82
4.5	Plan de mantenimiento correctivo y preventivo	84
4.5.1	Plan de mantenimiento preventivo	86
4.6	Costos e inversión para mantenimiento correctivo	88
4.7	Cálculo de disponibilidad y confiabilidad posterior al mantenimiento correctivo	93
4.8	Análisis económico	108
5.	DISCUSIONES	111
6.	CONCLUSIONES	115
7.	RECOMENDACIONES	117
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	118
	ANEXOS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de plan de mantenimiento por tipos	12
Figura 2. Esquema integrado de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad.	15
Figura 3. Esquema de diagrama de criticidad de un proceso	19
Figura 4. Esquema de una matriz de riesgo	20
Figura 5. Diagrama de proceso de confiabilidad operacional.	22
Figura 6. Diagrama de proceso de confiabilidad operacional	24
Figura 7. Diagrama de matriz Foda	28
Figura 8. Esquema de diagrama de Pareto	29
Figura 9. Esquema de diagrama de Ishikawa o espina de pescado	30
Figura 10. Imagen de un compresor de embarcación pesquera	31
Figura 11. Imagen de un motor de sistema de compresión a vapor	31
Figura 12. Imagen fotográfica del separador	32
Figura 13. Imagen fotográfica del condensado de placas	33
Figura 14. Imagen de bomba de condensador	34
Figura 15. Imagen de la válvula de expansión	34
Figura 16. Imagen del tanque recibidor	35
Figura 17. Imagen del equipo de enfriamiento Chiller	35
Figura 18. Imagen fotográfica del tablero de control del sistema de Refrigeración	36

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1. Equipos y accesorios del sistema de refrigeración de la embarcación	39
Tabla 2. Detalles del tipo de investigación	45
Tabla 3. Variables de investigación	46
Tabla 4. Lista de embarcaciones pesqueras	52
Tabla 5. Reporte de fallas en el compresor	52
Tabla 6. Reporte de fallas en el tanque recibidor	52
Tabla 7. Reporte de fallas en los motores	53
Tabla 8. Reporte de fallas en válvula de expansión	55
Tabla 9. Reporte de fallas en tanque separador	55
Tabla 10. Reporte de falla en chiller	57
Tabla 11. Reporte de fallas en condensador	57
Tabla 12. Reporte de fallas en bombas	58
Tabla 13. Factor de análisis de criticidad para sistema de refrigeración	67
Tabla 14. Datos de sistema de reporte de mantenimiento	73
Tabla 15. Confiabilidad y disponibilidad del sistema de refrigeración	88
Tabla 16. Aplicación de mantenimiento preventivo	89
Tabla 17. Acciones y costo de inversión en sistema de compresores	89
Tabla 18. Acciones y costo de inversión en tanque recibidor	90
Tabla 19. Acciones y costo de inversión en motores	92
Tabla 20. Acciones y costo de inversión en válvula de expansión	93
Tabla 21. Acciones y costo de inversión en separador	93
Tabla 22. Acciones y costo de inversión en chiller	94
Tabla 24. Acciones y costo de inversión en el condensador	95
Tabla 25. Acciones y costo de inversión en bombas	98
Tabla 26. Acciones y costo de inversión en tablero eléctrico	99
Tabla 27. Resumen de costos de inversión para mantenimiento	102
Tabla 28. Reporte posterior a aplicación de mantenimiento correctivo	109

RESUMEN

La presente investigación se orientó a desarrollar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad operativa del sistema de refrigeración de la embarcación Pesquera Bamar II. La metodología de estudio consistió en la identificación de fallas, aplicación de métodos estadísticos y de mantenimiento centrado en la confiabilidad operativa.

Los resultados obtenidos indican el orden de factores críticos en el sistema de refrigeración de la embarcación pesquera Bamar II, jerarquizándose mediante el método de Pareto en el orden de fallas.

Los indicadores referidos a la confiabilidad del sistema de refrigeración posterior a la aplicación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo señala que hubo una mejora de la confiabilidad operativa de los compresores des 80.64% hasta 91%, del tanque recibidor mejoro desde 85.31% a 92% , para ellos motores mejoro desde 75.70% hasta 90% , para la válvula de expansión hubo mejoras desde 80.12% hasta 93% para los chiller mejoró desde 85.16% hasta 92%, asimismo para el condensador mejoro desde 84.89% hasta 93% , para las bombas desde 88.40% hasta 94% y para el tablero eléctrico desde 91.06% hasta 98%, la inversión económica fue de 100,000 USD para implementar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad indican un VAN de 49388.87 USD y una TIR de 19.42% haciendo rentable el proyecto.

Palabras clave: Mantenimiento, embarcación pesquera, refrigeración, confiabilidad.

ABSTRACT

The present investigation was oriented to develop a maintenance plan focused on the operational reliability of the refrigeration system of the fishing vessel Bamar II. The study methodology consisted in the identification of failures, application of statistical methods and maintenance focused on operational reliability.

The results obtained indicate the order of critical factors in the refrigeration system of the Bamar II fishing vessel, ranking using the Pareto method in the order of failures.

The indicators referring to the reliability of the refrigeration system after the application of the preventive and corrective maintenance plan indicate that there was an improvement in the operational reliability of the compressors from 80.64% to 91%, of the receiving tank improved from 85.31% to 92%. , for motors it improved from 75.70% to 90%, for the expansion valve there were improvements from 80.12% to 93% for chillers it improved from 85.16% to 92%, likewise for the condenser it improved from 84.89% to 93%, for the pumps from 88.40% to 94% and for the electrical panel from 91.06% to 98%, the economic investment was USD 100,000 to implement the maintenance plan focused on reliability, they indicate a VAN of USD 49388.87 and an IRR of 19.42%, making it profitable the project

Keywords: Maintenance, fishing vessel, refrigeration, reliability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

- Castro Pérez, E. R. (2019). Análisis de confiabilidad como herramienta para mejorar la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 toneladas de la pesquera EXALMAR SAA, tuvo como objetivo general determinar de qué manera la confiabilidad contribuye en la mejora de la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 Tonelada de la Pesquera Exalmar. La investigación es de tipo teórica, aplicada, causal y su diseño corresponde al no experimental, descriptivo, la metodología considerada para aplicar fue el cuantitativo, aplicado retrospectivo y transversal basado en el método del plan de mantenimiento y sus instrumentos de recolección de datos y aplicación. Los resultados indicaron que el análisis de aplicado a los equipos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 toneladas concluyó que el Motor Principal y el Winche de Fricción obtuvieron la puntuación promedio de 18.45 y 17.10 respectivamente considerándolos como equipos críticos, además la disponibilidad del Motor Principal y el Winche de Fricción asciende a 99.5% y 99.14% respectivamente lo que significa que ambos equipos presentan una alta disponibilidad. Asimismo, los tiempos medios de reparación (TMDR) de los equipos críticos de las embarcaciones, son pequeños, comparados con el tiempo medio entre fallas (TMEF) esto nos da como resultado una alta probabilidad de disponibilidad de los equipos.

- Carranza Blas, J. J., Minaya Mollo, V. M., & Romero Santa Cruz, W. E. (2019). En su tesis Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de un motor cummins 6ct 8.3 220 hp en la e/p "Marielena I" de la empresa pesquera López Minaya SA. tuvo como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del motor cummins 6ct 8.3 220 Hp. El tipo de investigación es descriptiva y la metodología empleada consistió en la aplicación de las herramientas prácticas del método del mantenimiento centrado en la confiabilidad operativa, utilizando diagrama de Pareto e Ishikawa así como ecuaciones de cuantificación de tiempo de falla, tiempo de parada, etc. Los resultados obtenidos indican que el análisis de criticidad en el motor 6ct 8.3 Hp en cuanto a sus accesorios críticos se define a 2 que son: el refrigerante compleat e/g premiuxx5 gal-msds y el filtro de combustible, además que el motor 6ct 8.3 220 Hp y su posterior análisis de criticidad en los repuestos a dar el mantenimiento preventivo se obtienen una disponibilidad de 90.2%, siendo esta mayor a 6.2 % que la encontrada, por lo que de esta manera satisface la planeación de la Hipótesis I la cual señala que planteada el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de un motor cummins 6ct 8.3 220 Hp en la e/p "Marielena I" de la empresa pesquera López-Minaya S.A., asimismo se realizó la inversión para el año 2019 teniendo como resultado de U\$ 6,546.60 y un costo de operación y mantenimiento de US\$14,801.70 como único costo para dicho año, también se encontró que el VAN es US\$ 6,057.34 teniendo además una TIR de 14% el cual nos indica que es mayor que la tasa de descuento de 5% por lo que es aceptable y se recomienda la ejecución de la elaboración del plan de mantenimiento.

- Camposano Anticonna, A (2018)". Gestión de mantenimiento de embarcaciones pesqueras artesanales", sostiene que el mantenimiento constituye un rubro de gran importancia e impacto en las actividades industriales de la empresa pesquera y no un gasto, además define que el mantenimiento de flota se conceptualiza en acciones que se realizan con la finalidad de que una embarcación cumpla con los objetivos de la gestión entre ellas el mantenimiento a través de diagnósticos. El autor también sostiene que el mantenimiento basado en condición (CMB) se refiere al mantenimiento de embarcaciones bajo la metodología de acciones técnicas de mantenimiento que se realiza para conocer las condiciones de funcionamiento y estado de los equipos de una embarcación, esta metodología es conocida como mantenimiento predictivo, que es una técnica basada en la cuantificaciones de equipos que se usan en navegación ,referidos a: Análisis de vibraciones, termografía infrarroja, cronografía ultravioleta y alineación y balanceo dinámico. Además, menciona que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), según lo describe el autor a quien cita Moubray (2015), que los comienzos del mantenimiento datan de finales de los años 50. En aquel momento el número de accidentes en la aviación mundial superaba los 60 accidentes por millón de despegues, además de asegurar que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) o Reliability –centred Maintenance (RCM) ha sido desarrollada por la industria de la aviación civil hace más de 30 años.

- Arana Lira, M (2015), en su tesis “Diseño y mantenimiento de equipos y sistema de refrigeración RSW para embarcaciones pesqueras”, establece como objetivo dar a conocer la importancia que tiene el proceso de refrigeración en las embarcaciones pesqueras y en especial el diseño, mantenimiento, ventajas sobre la materia prima. El método empleado aplicado es descriptivo obteniendo información de fuentes bibliográficas de espacialidad. El resultado de su trabajo informa sobre los principios de refrigeración, así como el sistema RSW su diseño y equipos además de considerar el estudio del efecto de la refrigeración sobre la conservación de la materia prima, además concluye que la planificación para el diseño es importante ya que se debe realizar en base a las características de la embarcación, además de mantener la limpieza de bodegas.
- Gonzales Guzmán, J(2016) en su tesis “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.”, implementar un plan de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción , la metodología de trabajo se sostiene en las siguientes actividades: la primera abarca las acciones y decisiones a tomar para el plan a seguir , la segunda etapa se basa sobre los fundamento teórico del mantenimiento, la tercera parte en la operacionalización de datos, los resultados obtenidos se basan en un programa de mantenimiento preventivo que garantiza la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento y el incremento de capacidad de los equipos para funcionar en un aumento de demanda. En cuanto a producción de ladrillos del tipo estándar se alcanzó 410, 557 millares por semana, y con meta planteada 459,824 millares lo que da por

diferencia 49,266 millares por semana, dependiendo del tipo de ladrillo producido lográndose un aumento de producción de 12%.

- Rendón Marín, A. (2017) en su tesis “Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos de fríos”, tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento para sistema de refrigeración industrial y cuartos de frío , la metodología aplicada para el trabajo consistió en la evaluación del mantenimiento por la SENA y la UTO(unidad técnica ozono , aplicando también métodos de mantenimiento correctivo, predictivo, analítico consistente en el análisis de Pareto , mantenimiento continuo y el productivo total (TPM), los resultados demostraron que se puede reducir los eventos de falla hasta en 14% garantizando un margen de confiabilidad operativa de 93%.
- Valdés Atencio, J,(2009) en su tesis ”Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast”, tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast”, la metodología de investigación es inductiva, Los resultados de su trabajo informa que es indispensable que Remaplast aplique todas las actividades de mantenimiento establecidas en el plan para los equipos ya que la ejecución de estas actividades de mantenimiento garantizan el buen funcionamiento de los equipos y al realizar solamente acciones correctivas, traen fallas en la eficiencia del proceso productivo, lo que a su vez refleja el incremento de costos y el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

1.2 REALIDAD PROBLEMÁTICA

El sistema de refrigeración RSW de la embarcación pesqueras está conformada por 1 condensador, 1 receptor, 1 separador de aceite, 2 compresor, 3 chillers y cada una de estas unidades tiene 1 bomba de recirculación que sostiene su operación, sin embargo, al revisar el reporte de fallas de la unidad de refrigeración en los últimos 6 meses de operación, se evidencia que hay condiciones inseguras en la operación del sistema de refrigeración.

Sin embargo, el sistema de refrigeración tiene un rol importante y determinante en la calidad de la preservación de la captura siendo importante que las condiciones operativas y de confiabilidad de la unidad de refrigeración garanticen la producción de frío que las bodegas requieren, en ese sentido y en específico se identifica que el sistema de refrigeración no cuenta con un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de operación del sistema de refrigeración por lo cual es necesario implementarla a través de un estudio de caso en base a la configuración de la instalación. Es apropiado para caracterizar el sistema, la revisión de los eventos de fallas que se han podido registrar a fin de jerarquizar las potenciales zonas o áreas de fallas en el sistema, para ello se aplicara la metodología del plan de mantenimiento para asegurar un plan que permita asegurar la confiabilidad operativa en el desempeño de la embarcación.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida el diseño y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad del sistema de refrigeración mejorará la confiabilidad operativa de la embarcación Bamar II, Empresa pesquera Hayduk-2019?

1.3 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad operativa del sistema de refrigeración de la embarcación Bamar II, empresa Pesquera Hayduk-2019

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar y diagnosticar el estado actual de los equipos principales del sistema de refrigeración de la embarcación mediante reporte histórico de fallas y de operación.
- Documentar el plan de mantenimiento preventivo en base a las condiciones de mayor incidencia de fallas en equipos del sistema de refrigeración de la embarcación.
- Establecer los indicadores técnicos referidos al plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad operativa.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Al diseñar y aplicar el plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, el sistema de refrigeración mejorara su confiabilidad en 30 %

1.6 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.6.1 Importancia

La importancia de la investigación se orienta a la disponibilidad de operación del sistema de refrigeración basado en la confiabilidad operativa de los componentes del sistema tales como compresores, chiller, bombas, condensador, recibidor y separador de aceite, así como la respuesta de los sistemas de control para la presión y temperatura de aceite, refrigerante y agua de refrigeración de la embarcación , en general la importancia se centra en la confiabilidad del equipo en su conjunto que se puede lograr si se implementa un plan de mantenimiento preventivo sobre la base de sostener las operaciones en óptimas condiciones.

1.6.2 JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica desde el punto de vista técnico , es decir desde la necesidad que existe en el sistema de refrigeración ya que no se cuenta con un sistema de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad operativa sino más bien con un programa general de intervención correctiva como las que tienen la mayoría de embarcaciones, es decir los procedimientos elementales como respuesta a una emergencia en faena, sin embargo un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad procura o predetermina la posible falla de un componente del sistema atendiendo a los datos que se obtiene de cada intervención o revisión del sistema, estos procedimiento ayudaría a detectar posibles fallas donde se evitaría las ocurrencias de fallas tras un plan preventivo, esto mejoraría la confiabilidad operativa del sistema haciendo que los eventos de fallas sean menos recurrentes y predecibles o en su defectos evitables en su totalidad.

1.7 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El contexto de lugar y localización de la investigación esta se limita específicamente al sistema de refrigeración de la embarcación Bamar II, en cuanto a las limitaciones metodológicas la investigación tiene su alcance de investigación correlacional y es aplicada.

CAPÍTULO II

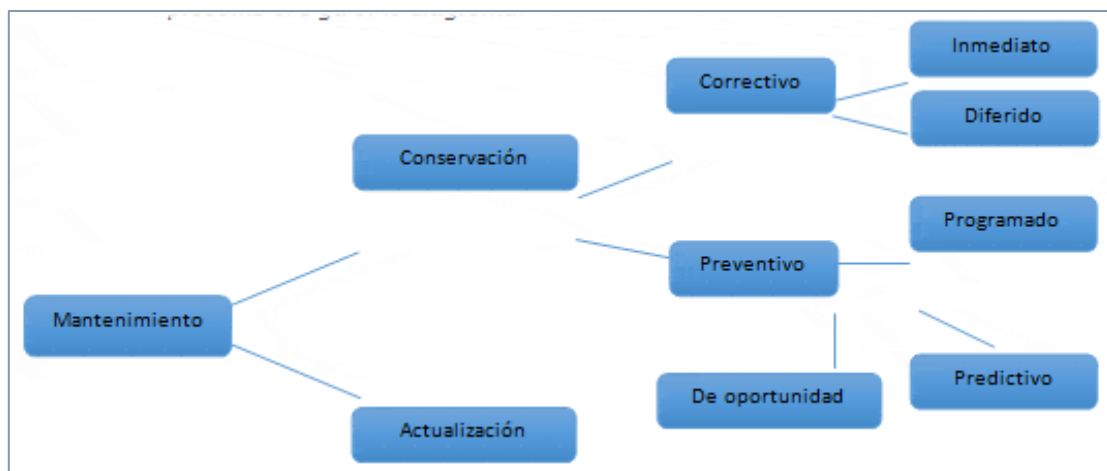
MARCO TEÓRICO

2.0 EL MANTENIMIENTO

Varios autores definen el término mantenimiento del siguiente modo, según Duffuaa, S. y otros (2000). Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas asimismo para Hernández, E (2001). Disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones. (Camposano, A. 2018).

Figura 1

Esquema de plan de mantenimiento por tipos



Fuente: <https://www.gestiopolis.com/definicion-e-implementacion-de-un-plan-de-mantenimiento-industrial/>

2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Para que una gestión sea efectiva y eficiente, es necesario plantear estrategias en el mantenimiento bajo la consideración, como aspecto básico para la selección del tipo de tácticas de mantenimiento, las características de las fallas. Asimismo, dichas tácticas deben obedecer a los siguientes principios filosóficos.

2.1.1 El mantenimiento centrado en la confiabilidad

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), como su nombre indica, es una metodología muy eficaz que se utiliza para identificar todas las posibles causas que puede provocar un fallo en el sistema utilizando relaciones de causa y efecto. (Camposano, A. 2018).

Después de identificar todas las causas posibles, se puede determinar el mejor método de estrategia de mantenimiento para eliminar los fallos. La estrategia elegida debe garantizar el funcionamiento de los equipos y procesos asegurando la seguridad y la fiabilidad. (Camposano, A. 2018)

En la práctica, se identifican todos los modos de fallo, es decir, todas las formas posibles en que puede fallar el equipo, la maquinaria o el sistema y las distintas formas posibles en que puede producirse un fallo en un equipo determinado. Los fallos pueden tener más de un modo de fallo, es decir, más de una forma que puede provocar efectos adversos similares en el sistema.

Para el sistema global, estos modos de fallo pueden identificarse dividiendo el sistema en su partes o subsistemas. Estas su parte se siguen desglosando hasta que se identifica un modo de fallo. (Camposano, A. 2018).

El concepto de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) hace hincapié en la adecuación de los activos individuales a las técnicas de mantenimiento que tienen más probabilidades de ofrecer resultados rentables. En definitiva, es un marco completo que siempre intenta prolongar la vida útil de los equipos y reducir el tiempo de inactividad, de la forma más rentable posible. (Camposano, A. 2018).

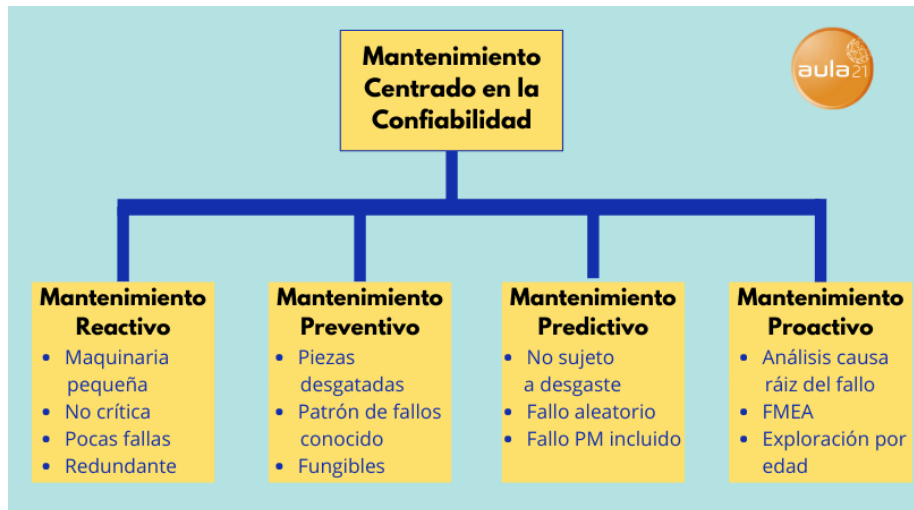
El objetivo principal del RCM se entiende mejor analizando sus palabras raíz:

- Confiabilidad: La cualidad de funcionar siempre bien.
- Mantenimiento: Garantizar que los activos sigan funcionando como se desea. En esencia, proporciona una hoja de ruta para analizar y actuar sobre las causas fundamentales de los fallos de los equipos en busca de una mayor fiabilidad de los activos. (Camposano, A. 2018).

Por supuesto, el tiempo de inactividad es inevitable cuando se trabaja con multitud de piezas en la maquinaria con soluciones en muchas ocasiones difíciles. Sin embargo, las empresas de primer nivel utilizan el RCM para evitar averías imprevistas que requieren un mantenimiento complicado, una costosa subcontratación y la pérdida de tiempo de producción. (Camposano, A. 2018).

Figura 2

Esquema integrado de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad.



Fuente. Página web (<https://www.cursosaula21.com/blog/>)

2.1.2 Mantenimiento Rutinario

Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas operativos evitando su desgaste. Este tipo de mantenimiento tiene una duración promedio de ejecución de entre 25 y 30 minutos diarios o entre 5% y 10% de la jornada de trabajo diario, en algunas ocasiones se ha presentado que esta duración puede ser menor dado el tipo de maquinaria, ejemplo de esto son las empresas del ramo textil debido a que la mayoría de los sistemas son simples y requieren de poco tiempo para realizarles el mantenimiento rutinario. (Camposano, A. 2018).

2.1.3 Mantenimiento programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual. (Garrido, S.2010).

2.1.4 Mantenimiento por avería o reparación

Es ejecutado por la organización de (mano de obra especializada) para lograr funcionamiento a corto plazo de los sistemas, se subsanan las fallas que se producen al azar siempre buscando el registro de la información para futuros análisis que ayudarán en la toma de decisiones y auditorías de proceso. Su condición se da debido que no es posible detener los sistemas y entonces se atacan las fallas, luego del análisis estas fallas se corrigen o se eliminan de forma integral. Este tipo de mantenimiento no se programa en el tiempo debido a que afecta negativamente el proceso productivo ya que paraliza la producción.

2.1.5 Mantenimiento correctivo

Se basa fundamentalmente en los datos recabados a lo largo del proceso de la gestión de mantenimiento y sobretodo en los que se registran debido a fallas ya que luego de analizada la información sobre las averías, busca eliminar la falla y la ejecución de trabajos o de actividades de mantenimiento a mediano plazo. En este término, se debe tener en cuenta que corregir es eliminar a profundidad, entonces, los trabajos de mantenimiento correctivo deben ser planificados y programados en el tiempo para que no afecte el proceso productivo. Este tipo de ejecución de mantenimiento también es conocido como parada de planta. (Camposano, A. 2018).

Aquí se cubren actividades tales como ampliaciones, modificaciones, cambio de especificaciones, construcciones, reconstrucciones, reparaciones generales y debe ser ejecutados por personal calificado bien sea o no de la empresa.

2.1.6 Mantenimiento circunstancial.

Mantenimiento aplicado a los sistemas que sirven de apoyo al proceso y cuyas actividades se encuentran programadas y la decisión de ejecutarlas no depende de la organización de mantenimiento sino de otros entes o factores de la organización, tal es el caso de incorporación o no de líneas de producción al proceso, trabajar de acuerdo con determinados horarios o ciertas condiciones climáticas o del ambiente, etc.

En este tipo de mantenimiento se tiene la planificación y programación de las actividades, ya sea rutinarias o programadas, para cuando se dé el inicio o el arranque del equipo, si durante su funcionamiento, se presentan fallas, se atacan, se analizan y se corrigen es decir se hace mantenimiento por avería donde a través del análisis de datos se aplica mantenimiento correctivo. (Garrido, S.2010).

2.1.7 Mantenimiento predictivo

Es el mantenimiento planificado y programado basándose en análisis técnicos y en la condición del equipo, antes de ocurrir una falla, sin detener el funcionamiento normal del equipo, para determinar la expectativa de vida de los componentes y reemplazarlos en tiempo óptimo, minimizando costos. (Garrido, S.2010).

2.1.8 Mantenimiento preventivo

El estudio de fallas de un sistema productivo deriva dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los sistemas productivos mediante mantenimiento correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que ameritan su prevención. El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas. (Garrido, S.2010).

2.2 Análisis de criticidad

Para definir la criticidad de los equipos, se hizo necesario el concepto del análisis de criticidad, tomando como referencia el establecido por el autor (García Garrido, 2004). No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta es limitado, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa. (Garrido, S.2010).

Figura 3

Esquema de diagrama de criticidad de un proceso

MA	NIVEL DE CRITICIDAD EN PROCESO	5-7	A	A	A	A	A
A		4	B	B	B	A	A
M		3	C	C	B	B	A
B		2	D	C	C	B	A
D		0-1	E	D	C	B	A
			0-1	2	3	4	5-7
			NIVEL CRITICIDAD EN SHA				
			D	B	M	A	NA

Fuente: web (<https://www.cursosaula21.com/blog/>)

2.3 Matriz de riesgo

Se hizo necesaria la evaluación de una matriz de riesgo, para conocer la criticidad de cada equipo. El autor (Mendez B, 2007), define la matriz de riesgo como: Una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades (Procesos y Productos) de una empresa, el tipo y nivel de riesgos inherentes a estas actividades y los factores exógenos y

endógenos relacionados con estos riesgos (factores de riesgos). Igualmente, una matriz de riesgo permite evaluar la efectividad adecuada de una gestión y administrado de los riesgos que pudieran impactar los resultados y por ende al logro de los objetivos de una organización. (Garrido, S.2010).

La matriz debe ser una herramienta flexible que documente los procesos y evalúe de una manera integral el riesgo de una institución, a partir de los cuales se realiza un diagnóstico objetivo de la situación global de riesgo de una entidad. (Garrido, S.2010).

A parte de lo ya mencionado la matriz de riesgo constituye una herramienta clave en el proceso de supervisión basada en riesgos, debido a que la misma nos permite efectuar una evaluación cualitativa o cuantitativa de los riesgos inherentes de cada actividad en estudio y determinación del perfil de riesgo del proceso.

Finalmente, una matriz de riesgo adecuadamente diseñada y efectivamente implementada se convierte en soporte conceptual y funcional de un efectivo Sistema Integral de Gestión de riesgo.

Los beneficios de la matriz entre otros son los siguientes:

- Permite la intervención inmediata y la acción oportuna
- Evaluación metódica de los riesgos
- Promueve una sólida gestión de los riesgos en las industrias y monitoreo continuo.

Figura 4

Esquema de matriz de riesgo

MATRIZ DE RIESGOS

Probabilidad		Muy probable	Probable	Improbable	Muy improbable
C o n s e c u e n c i a	Fatalidad				
	Daño mayor				
	Daño menor				
	Daño mínimo				

Fuente: web (<https://www.cursosaula21.com/blog/>)

Para Ander Egg (2002 p.44), el termino confiabilidad se refiere “la exactitud con que un instrumento mide lo que pretende medir. Es decir, que es equivalente a estabilidad y predictibilidad”

Mientras que para Zambrano y Leal (2007, p. 120) Es la probabilidad de que un objeto o sistema opera bajo condiciones normales durante un periodo de tiempo establecido, el parámetro que identifica la confiabilidad es el Tiempo Medio entre Fallas, es decir son lapsos de tiempos entre una falla y otra.

Por otra parte, para Arata (2009, p. 28), la Confiabilidad operacional es la capacidad de la empresa, a través de los procesos, las tecnologías y las personas, para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales, es decir, considera una serie de procesos de mejora continua que incorporan en forma sistemática herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar el proyecto, la gestión, la planeación, la ejecución y el control, asociados con la producción, el abastecimiento y el mantenimiento industrial.

2.4 Confiabilidad operacional

Según Arata (2009 p. 28), la confiabilidad operacional, es la capacidad de la empresa, a través de los procesos, las tecnologías y las personas, para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales. La confiabilidad operacional considera una serie de procesos de mejora continua que incorporan en forma sistemáticas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar el proyecto, la gestión, la planeación, la ejecución y el control, asociados con la producción, el abastecimiento y el mantenimiento industrial.

Figura 5

Diagrama de proceso de confiabilidad operacional



Fuente: Pagina web <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>

Mientras que Nava (2009, p.9) afirma que, la confiabilidad operacional es “la probabilidad de que un componente o equipo lleve a cabo su función adecuadamente durante el proceso, bajo condiciones operacionales dadas”,

lo que quiere decir que, la probabilidad que un componente o equipo no fallara estando en servicio durante un periodo determinado, cuando es operado en condiciones razonables uniformes en cuanto a presión, temperatura, velocidad, vibración, entre otros. De la misma manera el autor expresa “que un equipo es confiable cuando funciona cada vez que se necesita y hace bien el trabajo para el cual fue diseñado, de otra manera, se dice que es desconfiable”.

2.4.1 Confiabilidad de equipos y sistemas

La confiabilidad de un sistema o equipo es la probabilidad de que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El fin último del análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactivas y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependen de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos, y permitan un adecuado control de costos. (Rendón, 2014)

2.4.2 Confiabilidad del proceso

Para Arata (2009 p. 29), la confiabilidad de procesos se asocia con la sintonía que existe entre el proceso y los procedimientos utilizados para operar las instalaciones, con los parámetros operacionales que se deben utilizar, de manera de respetar las condiciones establecidas.

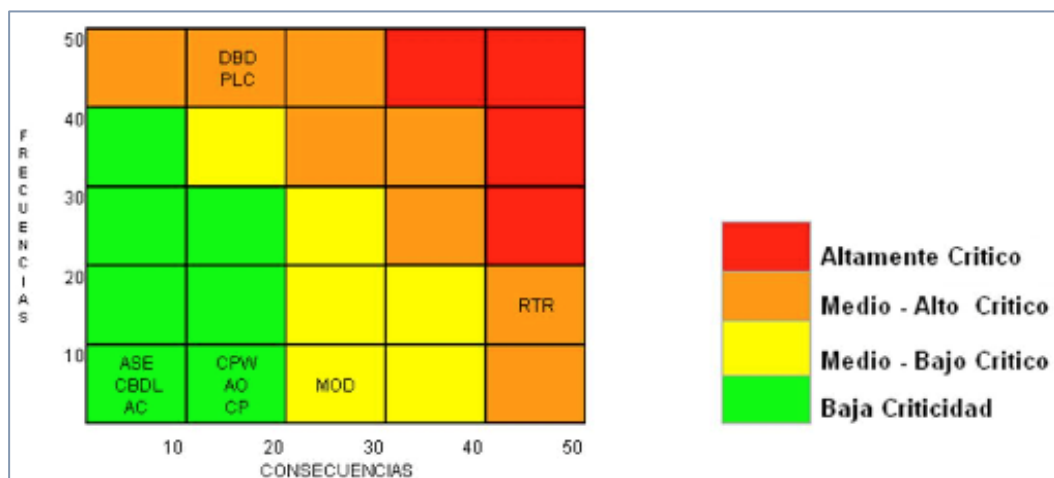
Según Carrasco (p. 123), la confiabilidad de procesos implica la operación de equipos entre parámetros, o por debajo de la capacidad de diseño, es decir sin generar sobrecarga a los equipos, y el correcto entendimiento de los procesos y procedimientos. (Rendón, 2014)

2.5 Criticidad

Es el nivel de impacto e importancia que tiene una máquina, equipo o dispositivo en los procesos de una organización. El grado de prioridad determinará, a su vez, la intensidad y frecuencia con la que deberíamos prestar mantenimiento a un activo. (Rendón, 2014)

Figura 6

Diagrama de proceso de confiabilidad operacional



Fuente: Artículo <https://www.revistaespacios.com/a14v35n05/14350421.html>

2.5.1 Análisis de criticidad

Garrido (2010, p 24), asegura que el análisis de criticidad, no todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción de reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa.

Smith (2013), afirma que es un proceso que permite establecer el ranking relativo de los entes dentro de un sistema, cuyo propósito es determinar cuáles de dichos entes tendrán prioridad en la asignación de recursos. Dentro del ámbito industrial, los entes serán los activos y los recursos serán la fuerza laboral, los materiales, los repuestos y la prioridad en la programación de las actividades de mantenimiento. Al respecto, Huerta (2001, p 12), se refiere al análisis de criticidad como una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

2.5.2 Métodos para el análisis de criticidad

Los métodos que se muestran a continuación contribuyen una excelente manera de tomar decisiones para direccionar los recursos y esfuerzos. Es importante destacar que los métodos de criticidad que más amplia aceptación en la industria de procesos son la técnica de los puntos y el análisis de criticidad de Ciliberti (Gutiérrez, Trejo, Agüero, Medina, Medina y Gómez, 2007, p.45).

2.5.3 Método de los puntos

El pilar fundamental para el desarrollo de esta metodología es el establecimiento de un sistema de puntos para valorar la criticidad; y de una matriz cuyos rangos de frecuencia y consecuencia se expresan en “puntos”. Como se observa en el cuadro 4 y en la matriz 2. (Fuente Gutiérrez, Trejo y Agüero 2007).

2.6 Tipo de fallas

Falla parcial

Puede decirse que una falla parcial es aquella que disminuye la capacidad de producción de una máquina, pero no la detiene, también puede ser que no disminuya la capacidad de producción, pero si disminuya la confiabilidad. (Rendón, 2014)

Falla intermitente

Es una falla parcial que se presenta bajo determinadas condiciones de trabajo, sobre todo en sobrecarga. Estas fallas persisten durante el tiempo que dure la situación irregular y desaparecen al desaparecer estas. (Rendón, 2014)

Falla total

Son aquellas que interrumpen totalmente la función del equipo y lo obliga a una reparación. (Rendón, 2014)

Falla catastrófica

Es aquella que interrumpe totalmente la capacidad de producción del equipo, pero su diferencia con la total es de que la falla total se repara en un tiempo razonablemente normal y el dinero requerido está dentro de los rangos presupuestarios de la empresa, en cambio la catastrófica puede tardarse mayor tiempo en corregirla o el dinero necesario para ello está fuera del alcance presupuestario en un corto o mediano plazo para la empresa. (Rendón, 2014)

Ficha técnica

Es aquel documento que contiene el resumen, la descripción de artículos o equipos, tomando en cuenta los detalles técnicos, especificaciones y características de los mismos.

2.7 Matriz Foda

La matriz FODA es una herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, individuo, producto, empresa, etc., que esté actuando como objeto de estudio en un momento determinado del tiempo. Es un acróstico de Fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades, (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando nuestras fortalezas), Debilidades, (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y Amenazas, (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de nuestros objetivos).

Con esta herramienta se permitió a los investigadores poder conformar un cuadro, o tabla (ver Tabla 1), de la situación actual del objeto de estudio, en este caso a la organización del Polideportivo Luis Aparicio, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

Figura 7

Diagrama de matriz FODA

	Positivos	Negativos
Internos (factores de la empresa)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externos (factores del ambiente)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Fuente. Página web <https://degerencia.com/articulo/que-es-la-matriz-dofa-foda-o-dafo/>

2.8 Diagrama de Pareto

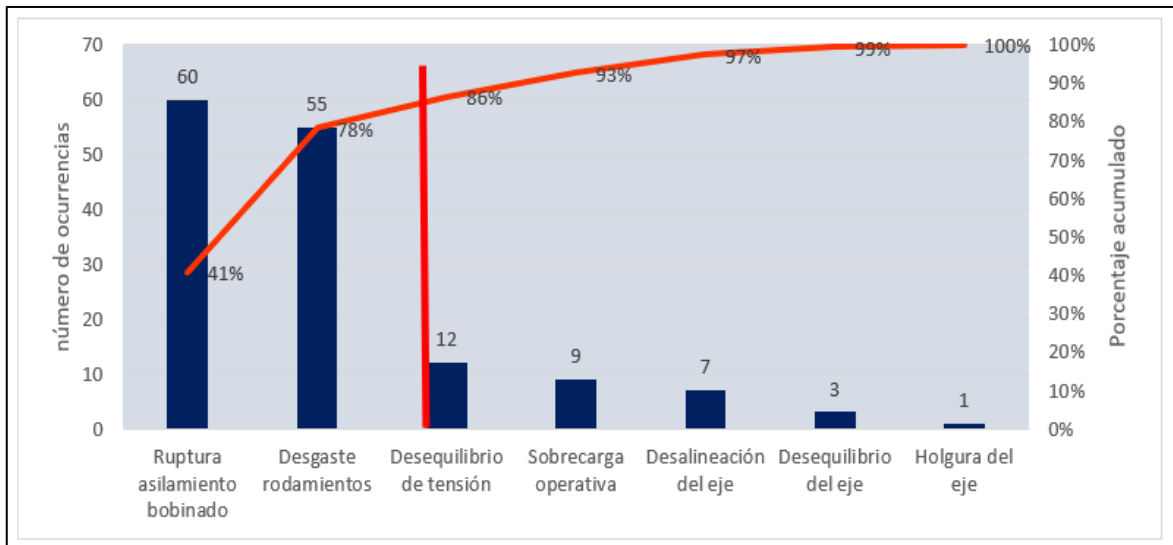
Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos.

Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas.

El diagrama de Pareto, también conocido como curva de distribución ABC, consiste en una gráfica que clasifica los aspectos relacionados con una problemática y los ordena de mayor a menor frecuencia, con lo que permite visualizar de forma clara cuál es la causa principal de una consecuencia.

Fuente : página web <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-pareto/>

Figura 8
Esquema de diagrama de Pareto



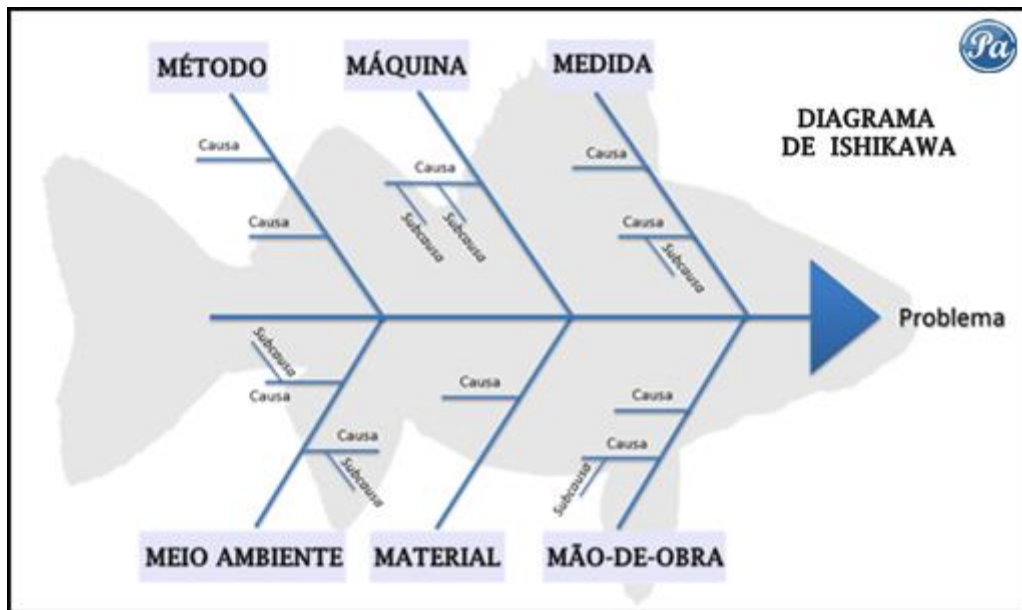
Fuente: página web <https://envira.es/es/como-se-utiliza-diagrama-pareto-ambito-industrial/>

2.9 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa también llamado “Diagrama Causa-Efecto o Diagrama Esqueleto de Pescado”, es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado. Su creador fue el japonés Kaoru Ishikawa, experto en control de calidad. Esta técnica ilustra gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dado un resultado específico., (Rendón, 2014)

Figura 9

Esquema de diagrama de Ishikawa o espina de pescado.



Fuente: web (<https://www.cursosaula21.com/blog/>)

2.10 Sistema de refrigeración de embarcación pesquera

El sistema de refrigeración de una embarcación pesquera está conformado por los siguientes equipos.

2.10.1 El compresor

Es el equipo que comprime el refrigerante en el sistema de refrigeración y por lo general existen tres tipos, los compresores rotativos, los centrífugos y los alternativos, estos últimos son los que se usan con mayor frecuencia, para su selección en una embarcación primero se debe obtener la carga total de la cámara.

El refrigerante en estado de vapor es llevado hacia el compresor donde se encuentra a una presión y temperatura muy baja en la descarga del refrigerante a presión y temperaturas elevadas realizando el trabajo de compresión donde el refrigerante es conducido en el condensador a una

presión y temperatura elevada, su función es realmente aumentar la presión a tal magnitud que la temperatura correspondiente llegue a ser más alta que la temperatura del medio de enfriamiento es decir el aire y el agua. (Garrido, S.2010).

Figura 10

Imagen de un compresor de embarcación pesquera



Fuente.web (<https://www.cursosaula21.com/blog/>)

2.10.2 Motor de compresor

Figura 11

Imagen de motor de compresor de amoniaco



Fuente: Área de mantenimiento, Hayduk

2.10.3 El evaporador

Es un lugar de la instalación donde se produce el intercambio térmico entre el refrigerante y el medio a enfriar. En los evaporadores inundados la transferencia de calor es uniforme, en los secos es una mezcla de gas y líquido pulverizado.

En las instalaciones frigoríficas modernas se encuentra cada vez más aceptación los evaporadores de tiro forzado o comúnmente conocidos como evaporadores difusores que al instalarlos hay que dejar una distancia suficiente hacia la pared para que el ventilador pueda aspirar el aire lateralmente y desde abajo.

2.10.4 Separador

Figura 12

Imagen fotográfica del separador



Fuente: Área de mantenimiento, Hayduk

2.10.5 Condensador

Es un componente simple que no tienen partes móviles y realiza las mismas funciones que un disipador de calor, al pasar a través del condensador el refrigerante deja su temperatura y se condensa nuevamente dado que tiene gran superficie en forma de aletas.

Figura 13

Imagen del condensador de placas



Fuente: Área de mantenimiento , Hayduk

2.10.6 Bomba de condensador

Es el sistema de impulsión que envía el refrigerante en forma líquida hacia el sistema de refrigeración.

Succiona el agua de mar y luego lo envía al condensador previamente filtrada circulando en circuito abierto y extrae el calor latente de vaporización del refrigerante.

Figura 14

Imagen de bomba del condensador.



Fuente: Área de mantenimiento, Hayduk

2.10.7 Válvula de expansión

Figura 15

Imagen de la válvula de expansión y sistemas auxiliares



Fuente: Área de mantenimiento, Hayduk

2.10.8 Tanque recibidor de liquido

Figura 16

Imagen del tanque recibidor de liquido



Fuente: Área de mantenimiento, Hayduk

2.10.9 Chiller

Figura 17

Imagen del equipo de enfriamiento Chiller



2.10.11 Tablero de control de sistema

Figura 18

Imagen de tablero de control eléctrico del sistema de refrigeración



CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS





3.1 Materiales

a) Equipos y accesorios del sistema de refrigeración.

Tabla 1. Equipos y accesorios del sistema de refrigeración de la embarcación

Nº	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	IMAGEN
1	COMPRESOR DE AMONIACO	GRAM	HC-8100	77-600-6805	
2	MOTOR COMPRESOR 1(110 KW)	VLEMDY SOMER	LS115S9-T	129409G100 4	
3	SEPARADOR DE ACEITE 1	GRAM	F20K	75-919-5314- 00-223	
4	COMPRESOR DE AMONIACO 2 (104TR)	GRAM	HC-8100	77-600-6806	

5	MOTOR COMPRESOR 2(110KW)	VLEMDY SOMER	LS115S9-T	129409G100 3	
6	SEPARADOR DE ACEITE 2	GRAM	F20K	75-919-5314- 00-224	
7	CONDENSADOR DE PLACAS	ALPHA LAVAL	M10 BWFD	30101-27639	
8	BOMBA DE CONDENSADO	DEMSI	SA 150- 260-33 A7H	133111-10	
9	MOTOR BBA CONDENSADO	JHONSON	180M04	9623812	

10	TANQUE RECIBIDOR DE LIQUIDO	TANQUE RECIBIDOR DE LIQUIDO	F20K	75-917-2744-00-103	
11	VALVULA DE EXPANSION 1	VALVULA DE EXPANSION N 1	PMFL80-4		
12	CHILLER 1 (120 TR)	CHILLER 1 (120 TR)	ZFC1808E	95163X	
13	BOMBA DE RSW1 (1750 RPM)	DEMSI	SA 150-260-33 A7H	133111-9	
14	MOTOR BBA RSW 1(30 HP)	JHONSON	180M04	9623811	

15	VALVULA DE EXPANSION 2	DANFOSS	PMFL80-3		
16	CHILLER 2(75 TR)	AYUB	ZFC1410EE	92164X	
17	BOMBA DE RSW 2(30 HP)	DEMSI	SA 150-260-33 A7H	133111-14	
18	MOTOR BBA RSW 2(30 HP)	JHONSON	180M04	9623813	
19	VALVULA EXPANSION 3		PMFL80-4		

20	CHILLER 3(120 TR)	CHILLER 3(120 TR)	ZFC1808E	95165X	
21	BOMBA RSW 3(1750RPM)	BOMBA RSW 3(1750RPM)	SA 150-260-33 A7H	133111-13	
22	MOTOR BBA RSW 3(30 HP)	JHONSON	180M04	9623814	
23	TABLERO DE CONTROL	SCHNEIDER	MAGELIS		 
24	TABLERO DE FUERZA	SCHNEIDER	NACIONAL		

3.2 Métodos

El método de investigación tiene enfoque cuantitativo, porque utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

De acuerdo con M.A. Rothery (citado por Grinnell, 1997), para generar conocimiento en el enfoque cuantitativo se fundamenta en el método hipotético-deductivo, considerando las siguientes premisas:

3.2.1 Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo aplicada, la cual consiste en resolver problemas que se presentan en los procesos de producción, o campo de acción donde se manifiesta la interrelación de variables o los fenómenos problemáticos.

Tabla 2. Detalle de tipo de investigación

		CITA O REFERENCIA	INTERPRETACIÓN
SEGÚN EL NIVEL O ALCANCE	Correlacional	Tiene como finalidad conocer la relación o determinar el grado de asociación (no causal) que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular (Arias, 2006; Hernández-Sampieri et al, 2014).	
	Explicativa	"Se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables" (Hernández- Sampieri et al, 2014, p. 95).	
	Analítico	Arias (2006), la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto).	
SEGÚN SU DISEÑO	Pre-Experimental	Consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)" (Arias, 2006, p. 33).	
SEGÚN SU PROPOSITO	Aplicada	También denominada activa o dinámica, y se encuentra ligada a la pura ó básica, porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos (Tamayo, 2003).	

3.2.2 Diseño de investigación

Tabla 3. Variables de investigación

Entrada A1	Proceso X	Salida A2
Variable Independiente	Estimulo	Variable dependiente
Situación operativa actual	Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad	Mejora operativa a posterior

Dónde:

A₁ : Situación operativa actual

X : Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad

A₂: Mejora operativa a posterior

3.3 Población y muestra

La población está conformada por 12 embarcaciones tienen sistema de frío en la empresa pesquera HAYDUK.

Tabla 4. Lista de embarcaciones pesqueras

Nombre de embarcación pesquera	Embarcación Con sistema de frio	Embarcación sin sistema de frio
Bamar I	X	
Bamar II	X	
Bamar VIII	X	
Jadranka B	X	
Ana Lucia	X	
Bamar IV	X	
Chaveli II	X	
Chira		X
Isabelita	X	
IVANA B	X	
Jackelin	X	
San Antonio III		X
Lomas		X
Mariana B	X	
Marilyn II	X	
Yagoda B	X	

3.3.1 Muestra

La muestra de estudio está conformada por la embarcación BAMAR II, El criterio de selección de la muestra de estudio corresponde al método no probabilístico debido a las características de las necesidades de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad del sistema de refrigeración de la embarcación, y sus características de fallas y soporte operativo son distintos a las embarcaciones que integran la flota.

3.4 Técnicas e instrumentos

La observación constituye el uso sistemático de los sentidos para la captación de la realidad en estudio (Sabino, Carlos A. 1992; pag.148-151). Esta técnica se manifiesta en la interacción directa con el entorno en estudio, orientada específicamente a la forma como habitualmente se realiza los procesos en las áreas de producción.

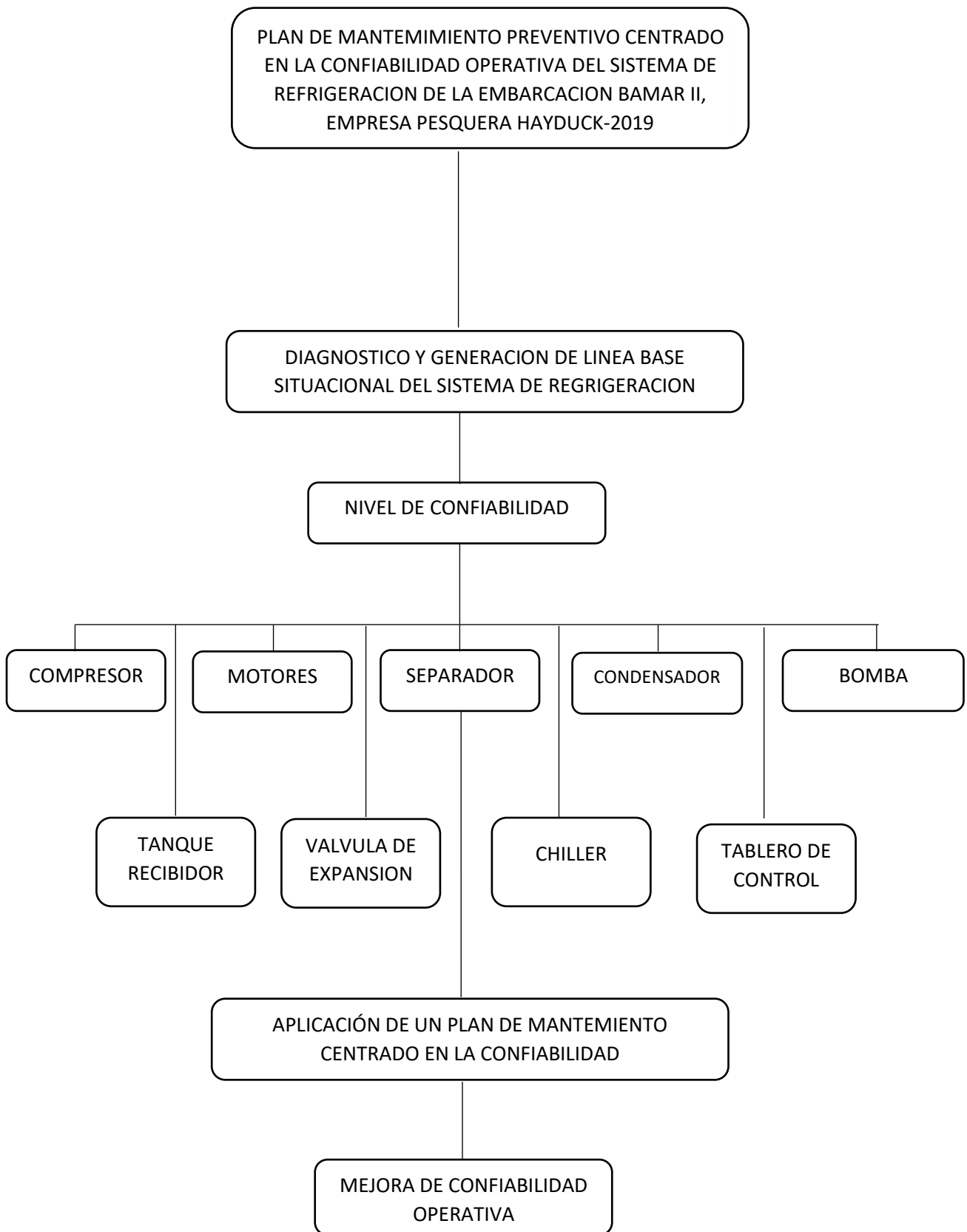
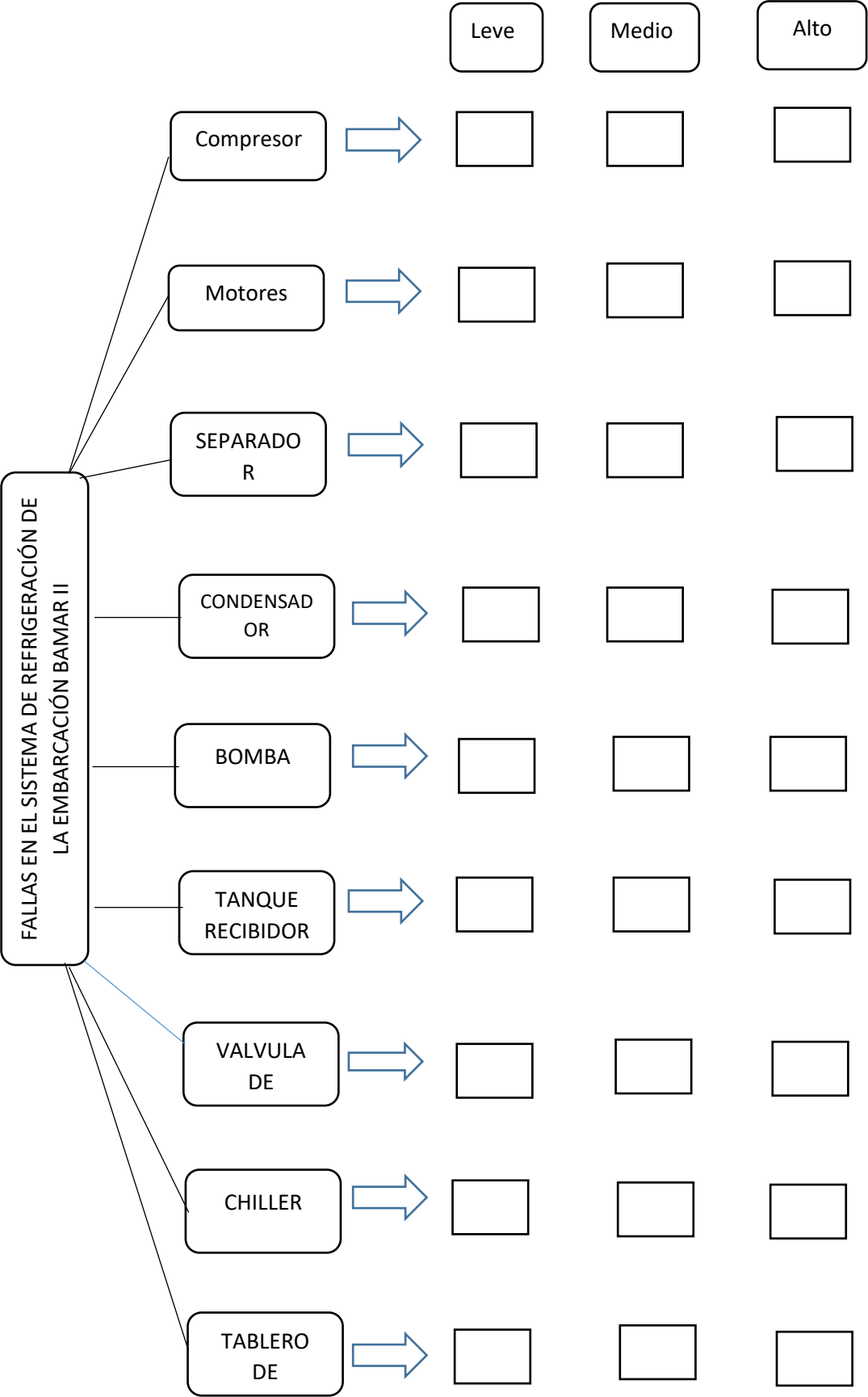


Diagrama de recopilación de datos de nivel de averías en el sistema de refrigeración



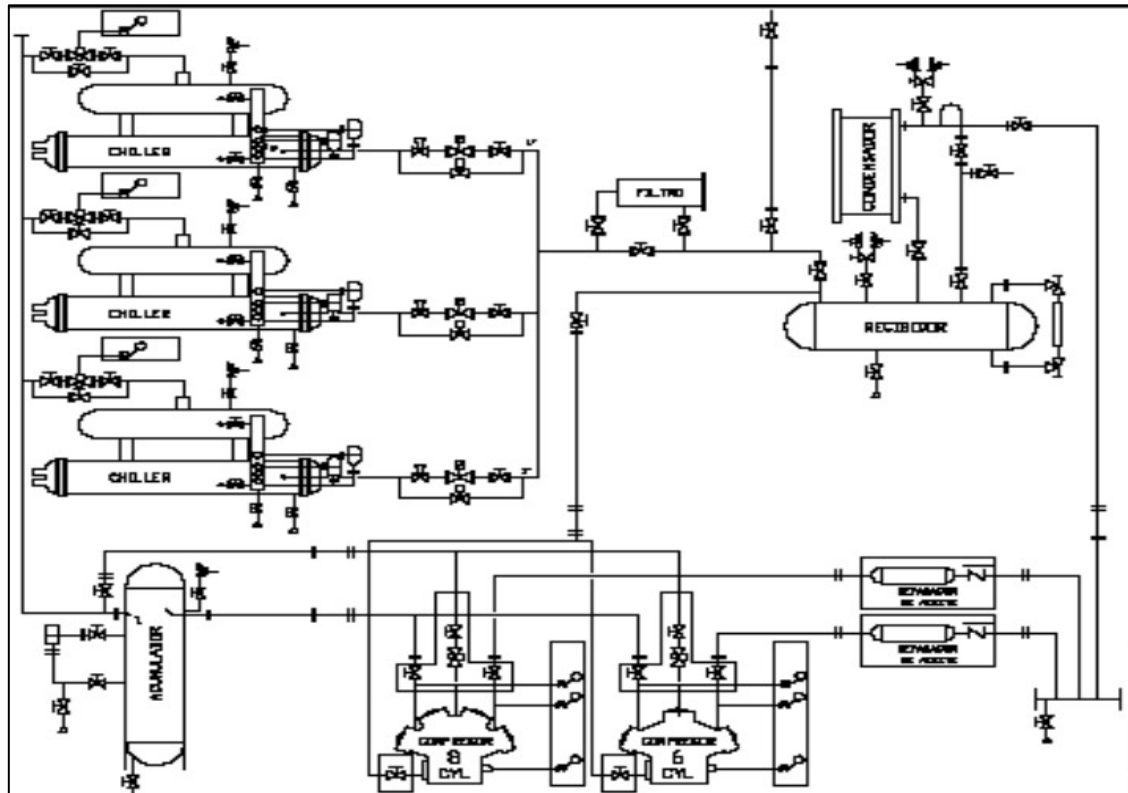
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.0 Análisis de reporte de fallas en componentes del sistema de refrigeración

Figura 1

Diagrama de flujo de equipos del sistema de refrigeración



Nota: Diagrama proveído por el área de mantenimiento de la empresa

Descripción: Es sistema de refrigeración RSW de la embarcación pesquera Bamar II, está conformado por los componentes descrito en el diagrama, de la cual se ha separado en subsistemas para detallar las fallas o condiciones de operatividad que producen baja confiabilidad en la operación, estos subsistemas se han denominado en el siguiente orden: 1. Sistema de compresores, conformado por 3 compresores; 2. Tanque receptor; 3. Sistema de motores; 4. Sistema de válvula de expansión 5. Sistema del separador 6. Sistema chiller; 7. Condensador; 8. Sistema de bombas; 9. Sistema de tablero eléctrico.

De las condiciones de operación se obtuvieron los reportes de fallas según cada subsistema para la cual se caracterizó su orden o jerarquía mediante el método de diagrama de Pareto, la cual clasifica los eventos o fallas según su grado de criticidad o frecuencia de ocurrencia, a continuación, se establece el diagrama de Pareto y sus interpretaciones.

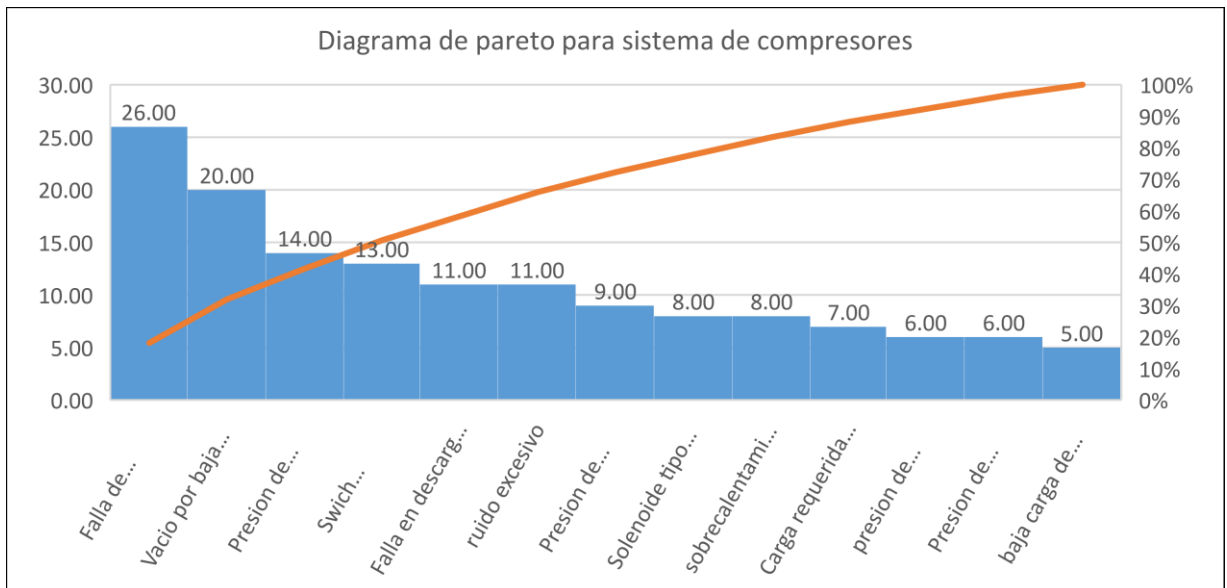
4.1 Caracterización mediante diagrama de Pareto de sistema de refrigeración

Tabla 6

Reporte de fallas en compresores

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Vacío por baja presión de succión	20.00	20.00	15.04%	15.04%
Solenoides tipo A inactivado	8.00	28.00	6.02%	21.05%
Swich desenergizado en solenoide B	13.00	41.00	9.77%	30.83%
Falla en descarga de compresor de 8 cilindros	11.00	52.00	8.27%	39.10%
Falla de presostato	26.00	78.00	19.55%	58.65%
Ruido excesivo	8.00	86.00	6.02%	64.66%
Presión de descargar debajo de 160 PSI	6.00	92.00	4.51%	69.17%
Presión de succión inferior a 60 PSI	14.00	106.00	10.53%	79.70%
Presión de descarga muy alta	6.00	112.00	4.51%	84.21%
Presión de succión muy baja	9.00	121.00	6.77%	90.98%
Carga requerida por el sistema muy alta	7.00	128.00	5.26%	96.24%
Baja carga de refrigerante	5.00	133.00	3.76%	100.00%

Fuente: Elaboración propia



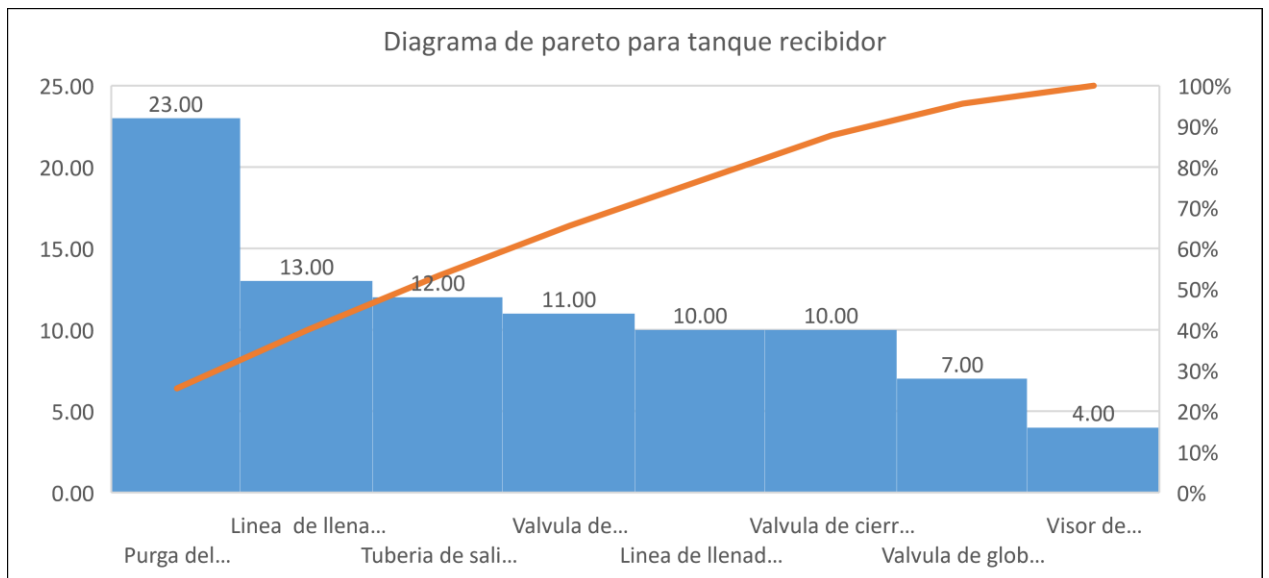
Grafica 10

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 6 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por fallas de presostatos, y vacío por baja presión; el segundo bloque está conformado por presión de descarga por debajo de 160 PSI hasta presión de succión muy baja, sin embargo, el tercer bloque lo conforma desde fallas en el solenoide tipo A, hasta baja carga de refrigerante.

Tabla 7

Reporte de fallas en el tanque recibidor

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Visor de columna Danffos LLG desde ingreso sucio	4.00	4.00	4.44%	4.44%
Tubería de salida de recibidor 1 1/2" obstruída	12.00	16.00	13.33%	17.78%
Línea de llenado de 1/2 "al recibidor obstruído	13.00	29.00	14.44%	32.22%
Línea de llenado en cubierta de 1/2 " obstruída	10.00	39.00	11.11%	43.33%
Purga del recibidor 3/4 "obstruído	23.00	62.00	25.56%	68.89%
Válvula de cierre 3/4 " rápido defectuoso	10.00	72.00	11.11%	80.00%
Válvula de globo 3/4" defectuoso	7.00	79.00	7.78%	87.78%
Válvula de seguridad 3/4 defectuosa	11.00	90.00	12.22%	100.00%



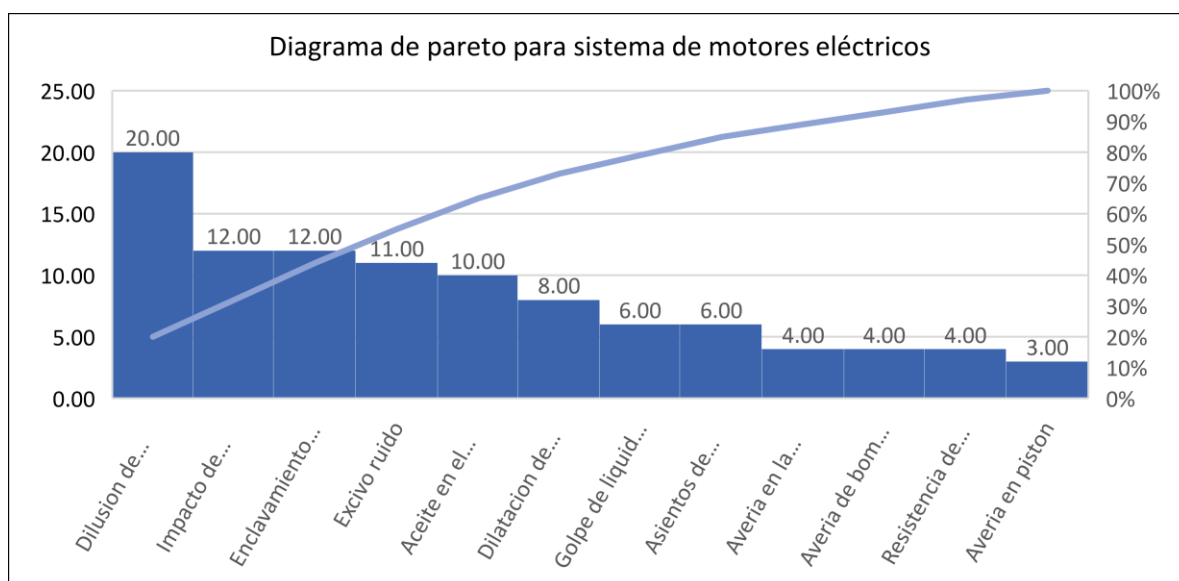
Gráfica 11.

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 5 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por fallas desde la válvula de seguridad hasta válvula de cierre 3/4", el segundo bloque de eventos críticos está conformado desde purgas de recibidor 3/4" hasta la línea de llenado de 1/2"al recibidor obstruido, y el tercer bloque lo conforma la tubería de salida del recibidor 1/2" obstruida y el visor de columna sucio.

Tabla 8

Reporte de fallas en los motores eléctricos

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Excesivo ruido	11.00	11.00	11.00%	11.00%
Dilución de aceite	20.00	31.00	20.00%	31.00%
Aceite en el cárter superior a 60°C	10.00	41.00	10.00%	41.00%
Dilatación de anillos de lubricación	8.00	49.00	8.00%	49.00%
Avería en la válvula de succión	4.00	53.00	4.00%	53.00%
Avería en pistón	3.00	56.00	3.00%	56.00%
Golpe de líquido por retorno	6.00	62.00	6.00%	62.00%
Avería de bomba de aceite por espumas	4.00	66.00	4.00%	66.00%
Asientos de bielas desgastadas	6.00	72.00	6.00%	72.00%
Impacto de decoloración en biela por exceso de calor	12.00	84.00	12.00%	84.00%
Enclavamiento de anillos de compresión	12.00	96.00	12.00%	96.00%
Resistencia de calentamiento de cárter, desconectado	4.00	100.00	4.00%	100.00%



Gráfica 12.

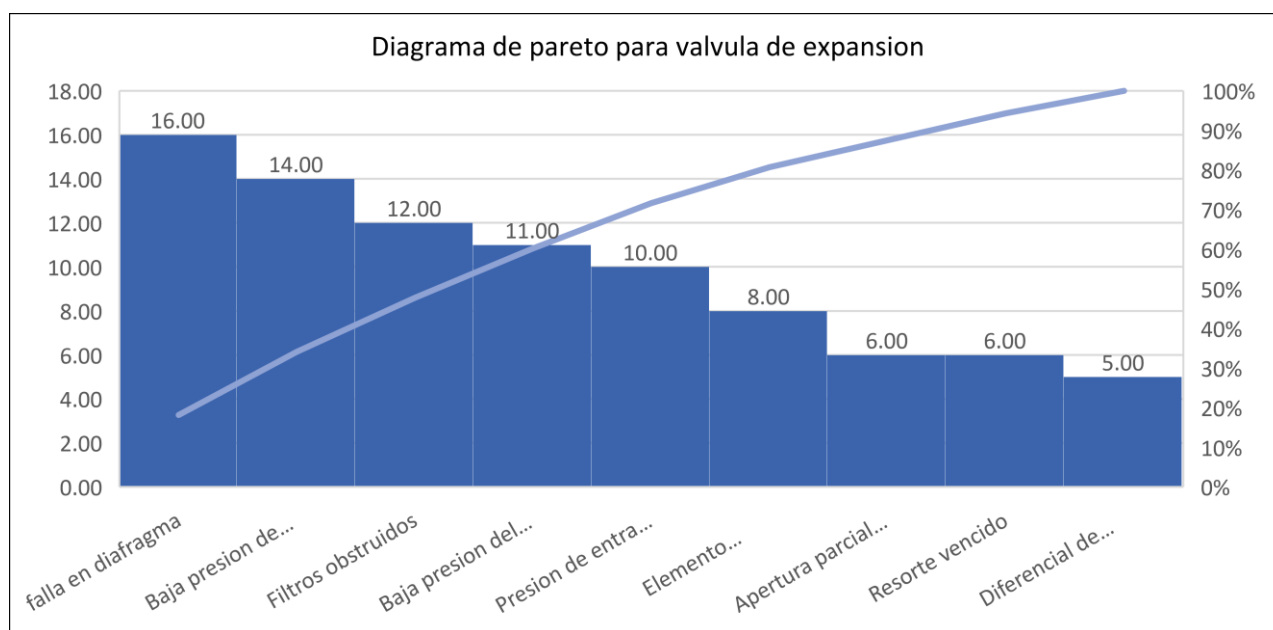
Descripción:

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 3 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por problemas de excesivo ruido , dilución de aceite , contaminación de bobinas , el segundo bloque por variación de tensión en bobinas , aislante quemado en fase por sobrecarga, hasta el bloque final conformado por desgastes en rodamientos , exceso de holgura en ejes y presencia de corriente sigma.

Tabla 9

Reporte de fallas en válvula de expansión

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Presión de entrada variable	10.00	10.00	11.36%	11.36%
falla en diafragma	16.00	26.00	18.18%	29.55%
Filtros obstruidos	12.00	38.00	13.64%	43.18%
Apertura parcial de la válvula	6.00	44.00	6.82%	50.00%
Diferencial de presión de alta a baja mínima	5.00	49.00	5.68%	55.68%
Baja presión del bulbo sobre membrana	11.00	60.00	12.50%	68.18%
Baja presión de evaporador influye en membrana	14.00	74.00	15.91%	84.09%
Resorte vencido	6.00	80.00	6.82%	90.91%
Elemento termostático descalibrado	8.00	88.00	9.09%	100.00%



Gráfica 12.

Descripción:

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 3 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por problemas de falla en el diafragma y baja presión del lado del evaporador, el segundo bloque de causas está conformada desde filtros obstruidos hasta el problema de apertura parcial de la válvula de expansión y el tercer bloque por resortes vencido y diferencial de presión mínima.

Tabla 10. Análisis de falla en tanque separador

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Malla de choque obstruído	4.00	4.00	36.36%	36.36%
Válvula de retorno de aceite obstruído	2.00	6.00	18.18%	54.55%
Pérdida de presión en retorno de aceite	3.00	9.00	27.27%	81.82%
Filtro deshidratador sucio	2.00	11.00	18.18%	100.00%

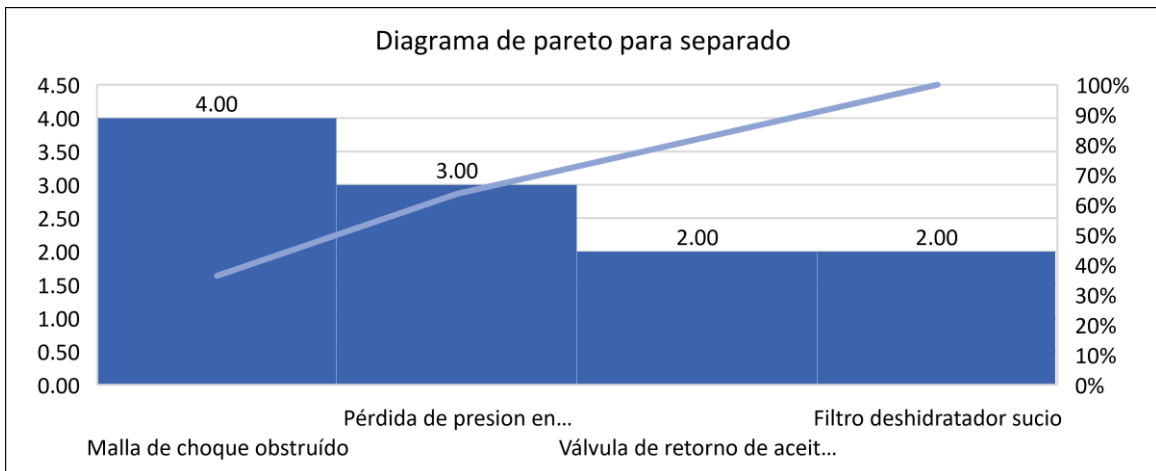
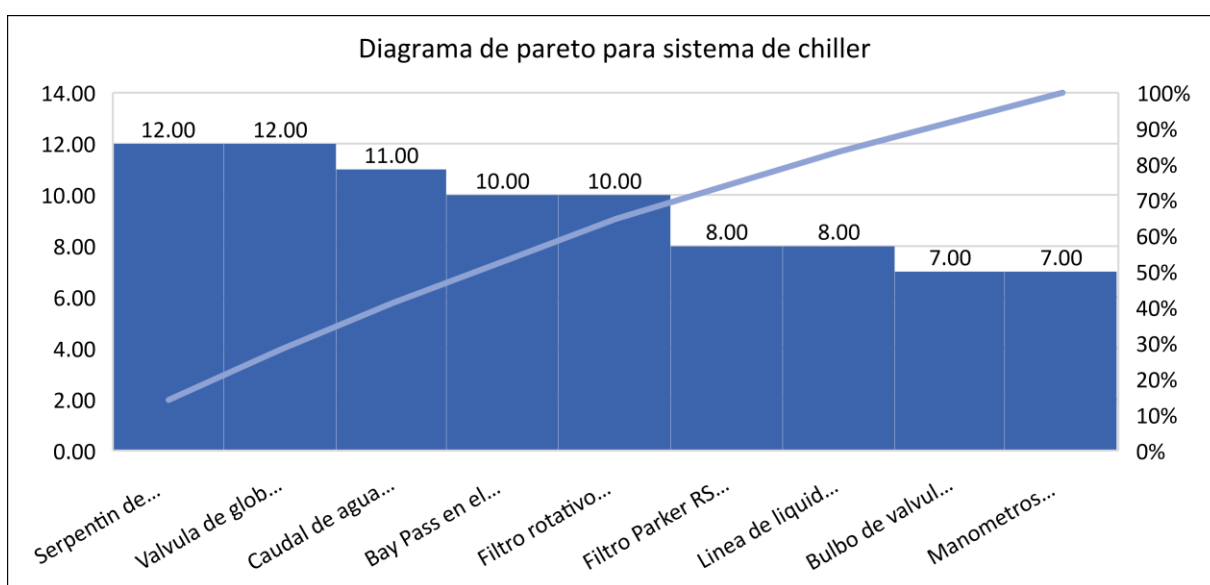


Tabla 11

Reporte de fallas en chiller

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Filtro Parker RSF 1" Obstruido.	8.00	8.00	9.41%	9.41%
Caudal de agua bajo	11.00	19.00	12.94%	22.35%
Línea de líquido de chillar baja presión	8.00	27.00	9.41%	31.76%
Bay Pass en el Chiller 2	10.00	37.00	11.76%	43.53%
Bulbo de válvula de expansión mal posicionado	7.00	44.00	8.24%	51.76%
Serpentín de evaporador sucio	12.00	56.00	14.12%	65.88%
Filtro rotativo sucio	10.00	66.00	11.76%	77.65%
Válvula de globo Parker 3/4 " roscada, obstruido	12.00	78.00	14.12%	91.76%
Manómetros descalibrados	7.00	85.00	8.24%	100.00%



Gráfica.

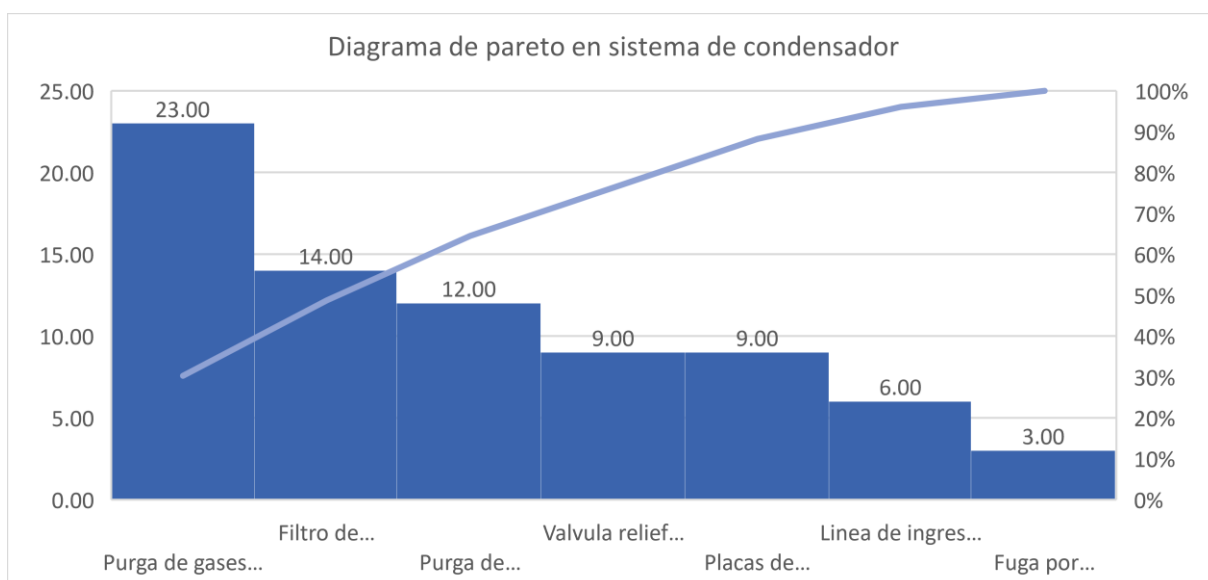
Descripción:

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 4 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por problemas en el serpentín de evaporador hasta válvula de globo roscado obstruido, luego el segundo bloque lo integra fallas por caudales de agua bajo hasta filtros rotativos sucios luego el tercer bloque lo integran las fallas en filtros Parker RSF 1" obstruidos hasta manómetros descalibrados.

Tabla 12

Reporte de fallas en el condensador

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Purga de gases condensables obstruido	23.00	23.00	30.26%	30.26%
Purga de recibidor 3/4" obstruido	12.00	35.00	15.79%	46.05%
Línea de ingreso 3" : válvula de globo obstruido	6.00	41.00	7.89%	53.95%
Válvula Relief Parker SR1 250 PSIx1/2x3/4" vencida	9.00	50.00	11.84%	65.79%
Fuga por empaquetadura	3.00	53.00	3.95%	69.74%
Filtro de condensador sucios y obstruidos	14.00	67.00	18.42%	88.16%
Placas de condensador sucios	9.00	76.00	11.84%	100.00%



Gráfica

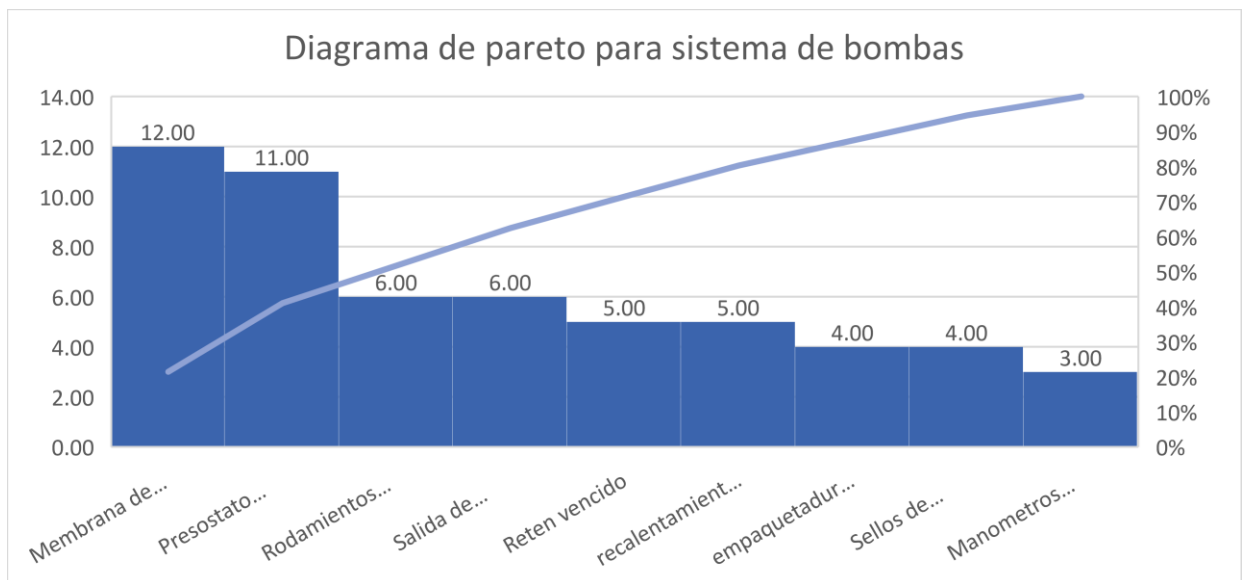
Descripción:

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 3 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por problemas en el sistema de purga de gases, el segundo bloque lo integra desde filtros de condensador sucios y purga de recibidor 3/4" obstruidos y el tercer bloque lo integra desde la válvula Selief Parker vencida hasta fuga por empaquetaduras dañadas.

Tabla 13

Reporte de fallas en bomba

Descripción	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Acum
Presostato averiado	11.00	11.00	19.64%	19.64%
Exceso de ruido	12.00	23.00	21.43%	41.07%
Reten vencido	5.00	28.00	8.93%	50.00%
Rodamientos enclavados	6.00	34.00	10.71%	60.71%
empaquetaduras vencidas	4.00	38.00	7.14%	67.86%
Manómetros descalibrados	3.00	41.00	5.36%	73.21%
Sellos de bombas gastados	4.00	45.00	7.14%	80.36%
Salida de descarga de bomba obstruida	6.00	51.00	10.71%	91.07%
recalentamiento de bombas	5.00	56.00	8.93%	100.00%



Gráfica

Descripción:

Descripción: del diagrama de Pareto se obtienen 3 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver el primer bloque está integrado por problemas en las membranas de hidrosfera perforadas y presostatos averiados, el segundo bloque conformado por rodamiento enclavados hasta empaquetaduras vencidas y el tercer bloque desde recalentamiento de bombas hasta manómetros descalibrados

4.2 Análisis de criticidad por componentes del sistema de refrigeración

Para determinar los niveles de criticidad se usará el método semicuantitativo desarrollado por la compañía inglesa The Woodhouse Patnership Limited (Woodhouse, 1994) basado en el concepto de riesgo que equivale a frecuencia de falla por consecuencia.

Se usará la siguiente nomenclatura

C1: Seguridad

C2: Ambiente

C3: Impacto operacional

C4: Costos (operación y mantenimiento)

C5: Flexibilidad operacional

C6: Frecuencia de falla

4.2.1 Unidad de análisis

La unidad de análisis está conformada por el sistema de refrigeración RSW de la embarcación pesquera BAMAR II, y los componentes auxiliares que sirven a la operación para la producción de frío en la embarcación, a continuación, se describen los aspectos técnicos o factores de ocurrencia de falla valorando cada evento según una puntuación numérica o ponderación.

Esquema de Índice de criticidad general

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Factores de análisis de criticidad para el sistema de refrigeración

Tabla 14. Factores de análisis de criticidad para sistema de refrigeración

Descripción	Ponderación
Frecuencia de Falla (FF)	
Mayor o igual a 5 fallas al mes	4
de 4 a 3 fallas al mes	3
de 2 a 1 falla al mes	2
menor o igual a 1 falla	1
Impacto operacional (IO)	
Parada inmediata de sistema Refrigeración	10
Afecta más del 50% del sistema Refrigeración	7
Afecta menos del 50% del sistema Refrigeración	4
No afecta al sistema de Refrigeración	1
Flexibilidad operacional (FO)	
No se dispone de otro equipo igual o similar	4
El sistema puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo igual o similar	1
Costo de mantenimiento (CM)	
Más de 10,000 USD	3
Entre 5,000 y 10,000 USD	2
Menos de 5,000 USD	1
Impacto en seguridad ambiente e higiene (ISAH)	
Afecta a la seguridad del personal	8
Afecta al medio ambiente -daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones -daños severos	4
Provoca daños menores-accidentes e incidentes	2
Provoca impacto ambiental -sin sanción normativa	1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalación o ambiente	0

4.2.2 Criticidad en componentes del sistema de refrigeración

a. Criticidad en el sistema compresor

Cálculo de la consecuencia en el sistema de compresión

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (10 * 4) + 2 + 2 = 44$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 44 = 88$$

Tabla 15

Esquema de índice de criticidad del compresor

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	Sistema de Compresion	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.1 Criticidad en el Sistema del motor

Cálculo de la consecuencia en el motor

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (10 * 4) + 3 + 4 = 47$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 27 = 54$$

Tabla 16

Esquema de índice de criticidad del motor

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	Motor	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.2 Criticidad en el Sistema condensador

Cálculo de la consecuencia en el condensador

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (7 * 4) + 1 + 1 = 30$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 30 = 60$$

Tabla 17

Esquema de índice de criticidad del condensador

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	C	Condensador
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.3 Criticidad en el Sistema separador

Cálculo de la consecuencia en el Separador

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 1 + 1 = 10$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 3 * 10 = 30$$

Tabla 18

Esquema de índice de criticidad del separador

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	MC	Separador	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.4 Criticidad en el Sistema Tanque recibidor

Cálculo de la consecuencia en el Tanque recibidor

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (10 * 4) + 3 + 4 = 47$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 1 * 47 = 47$$

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	Tanque recibidor	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.5 Criticidad en la Válvula de expansión

Cálculo de la consecuencia en la válvula de expansión

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (7 * 4) + 1 + 1 = 30$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 30 = 60$$

Tabla 19

Esquema de índice de criticidad de la válvula de expansión

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	MC	Válvula de expansión	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.6 Criticidad en el sistema chiller

Cálculo de la consecuencia en el Chiller

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 3 + 4 = 15$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 15 = 30$$

Tabla 20

Esquema de criticidad del Chiller

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	Chiller	MC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

Nota: El sistema RSW está conformado de 3 sistemas Chiller, de las cuales la avería o falla de una de ellas no compromete una falla o siniestro en la operación del sistema, por lo cual se realizan maniobras de derivación para compensar el déficit de aporte del chiller que falla hasta que este se repare.

4.2.7 Criticidad en el Tableros eléctrico

Cálculo de la consecuencia en el tablero eléctrico

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 1 + 1 = 10$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 10 = 20$$

h. Sistema de bombas

Cálculo de la consecuencia en bombas

Consecuencia = (Impacto operacional * Flexibilidad) + Costos + Impacto seguridad y medio ambiente

$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 1 + 1 = 10$$

Criticidad = Frecuencia de falla x consecuencia

$$\text{Criticidad} = 2 * 10 = 20$$

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	Bombas	NC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

Tabla 21

Esquema de criticidad del tablero eléctrico

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	MC	MC	C	Tablero eléctrico
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

4.2.10 Resumen de matriz de criticidad del sistema de refrigeración.

Tabla 22

Esquema de índice de criticidad de sistema de Refrigeración.

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	Chiller/bombas	Separador /Válvula de Expansión	Motor/Compresor/Tanque receptor Condensador	Tablero eléctrico
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

Descripción

Del cuadro resumen de criticidad del sistema de refrigeración, se obtienen que los componentes de mayor compromiso de falla y por ende situación crítica operativa es el compresor, el motor y el sistema de enfriamiento Chiller, asimismo se observa que los componentes como el separador , la válvula de expansión presentan criticidad MC , por consiguiente los componentes como el condensador y el tanque receptor mantiene un nivel de criticidad de MC y finalmente el tablero eléctrico presenta un nivel NC .

Tabla 23

Datos de sistema de reporte de mantenimiento

Sistema	TPR	TEF	Cantidad de Fallas
Compresores	76	390	18
Tanque recibidor	54	400	14
Motores	110	410	22
Válvula de expansión	88	360	18
Separador	60	390	14
Chiller	50	340	14
Condensador	72	420	14
Bombas	75	350	10
Tablero eléctrico	20	500	9

4.3 CÁLCULO DEL CRITERIO DE DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE COMPRESORES

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

a) Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{390 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{390 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{76 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{76 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 130.36 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b) Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 37.16 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{130.36 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 7.24 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c) Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{37.16 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{37.16 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 7.24 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 83.69\%$$

d) Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{37.16} = 0.02691$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 130.36 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 799.31 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02691 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 799.31 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 80.64\%$$

4.3.1 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE TANQUE RECIBIDOR

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{400 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{400 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 686.10 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{54 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{54 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 92.62 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{686.10 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 49.00 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{92.62 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 6.61 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{49 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{49 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 6.61 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 88.10 \%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{49} = 0.0204$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 92.62 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 686.10 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 778.72 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.0204 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 778.72 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 85.31\%$$

4.3.2 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE LOS MOTORES

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{410 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{410 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 703.25 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{110 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{110 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 188.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{703.25 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{22} = 31.96 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMR = \frac{TPR}{F} = \frac{188.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{22} = 8.57 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{31.96 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{31.96 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 8.57 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 78.85 \%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{31.96} = 0.0312$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 188.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 703.25 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 891.92 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.0312 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 891.92 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 75.70\%$$

4.3.3 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE VALVULA DE EXPANSION

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{380 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{380 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{88 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{88 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 8.38 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 8.38 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}\right) * 100\%$$

$$D(t) = 81.20\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{36.21} = 0.02761$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 802.74 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02761 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 802.74 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 80.12\%$$

4.3.4 DISPONIBILIDAD DEL SEPARADOR

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{390 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{390 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{60 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{60 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y Tmpr

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$Tmpr = \frac{TPR}{F} = \frac{102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 7.35 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + Tmpr} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 7.35 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 86.67\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{47.68} = 0.02097$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02097 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 85.05\%$$

4.3.5 DISPONIBILIDAD DE LOS CHILLERS

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{340 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{340 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{50 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{50 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 6.12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 6.12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 87.18\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{41.65} = 0.02400$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02400 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 85.16\%$$

4.3.6 DISPONIBILIDAD DEL CONDENSADOR

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{420 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{420 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{72 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{72 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 8.82 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 8.82 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 85.36\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{51.45} = 0.0194$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 843.9 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.0194 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 843.9 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 84.89\%$$

4.3.7 DISPONIBILIDAD DE BOMBAS

$$D(t) = \left(\frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}\right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$\text{TEF} = \frac{420 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{350 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TPR} = \frac{96 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{72 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$\text{TMEF} = \frac{\text{TEF}}{F} = \frac{720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{10} = 72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TMPR} = \frac{\text{TPR}}{F} = \frac{164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{10} = 16.46 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 16.46 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 81.40\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{72.04} = 0.01388$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 885.08 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.01388 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 885.08 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 88.4\%$$

DISPONIBILIDAD DEL TABLERO ELECTRICO

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

a. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{500 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{500 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{20 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{20 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

b. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 3.81 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

c. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 3.81 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 81\%$$

d. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{95.29} = 0.01049$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 891.93 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.01049 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 891.93 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

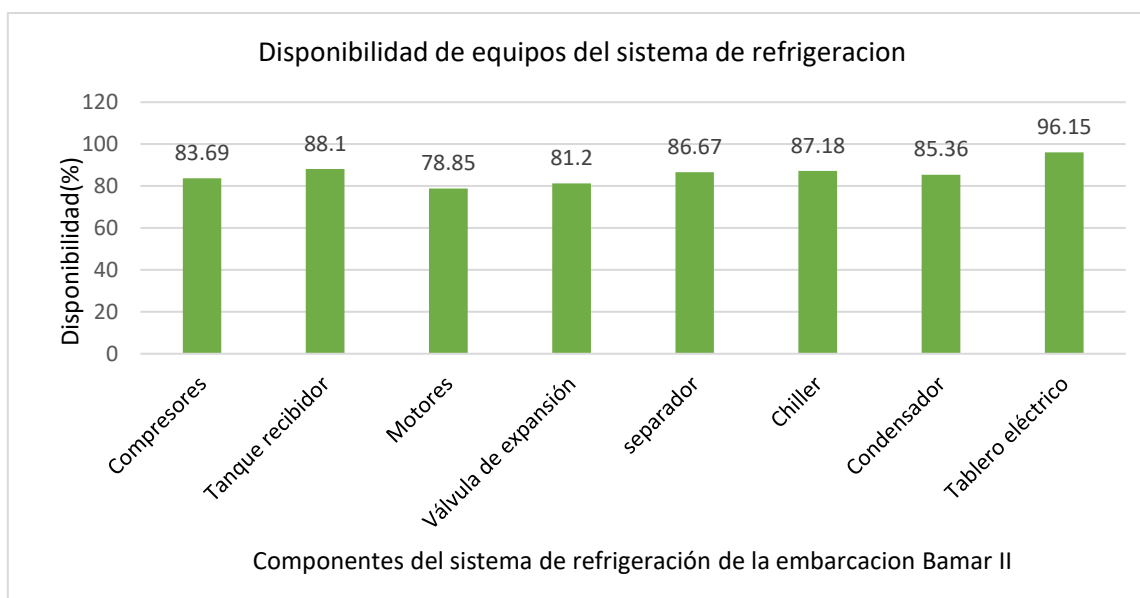
$$R(t) = 82\%$$

4.4 RESUMEN DE DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

Tabla 16

Confiabilidad y disponibilidad del sistema de refrigeración

Componentes de sistema	Disponibilidad	Confiabilidad
Compresores	83.69	80.64
Tanque recibidor	88.10	85.31
Motores	78.85	75.70
Válvula de expansión	81.20	80.12
separador	86.67	85.05
Chiller	87.18	85.16
Condensador	85.36	84.89
Bombas	81.40	88.40
Tablero eléctrico	96.15	91.06

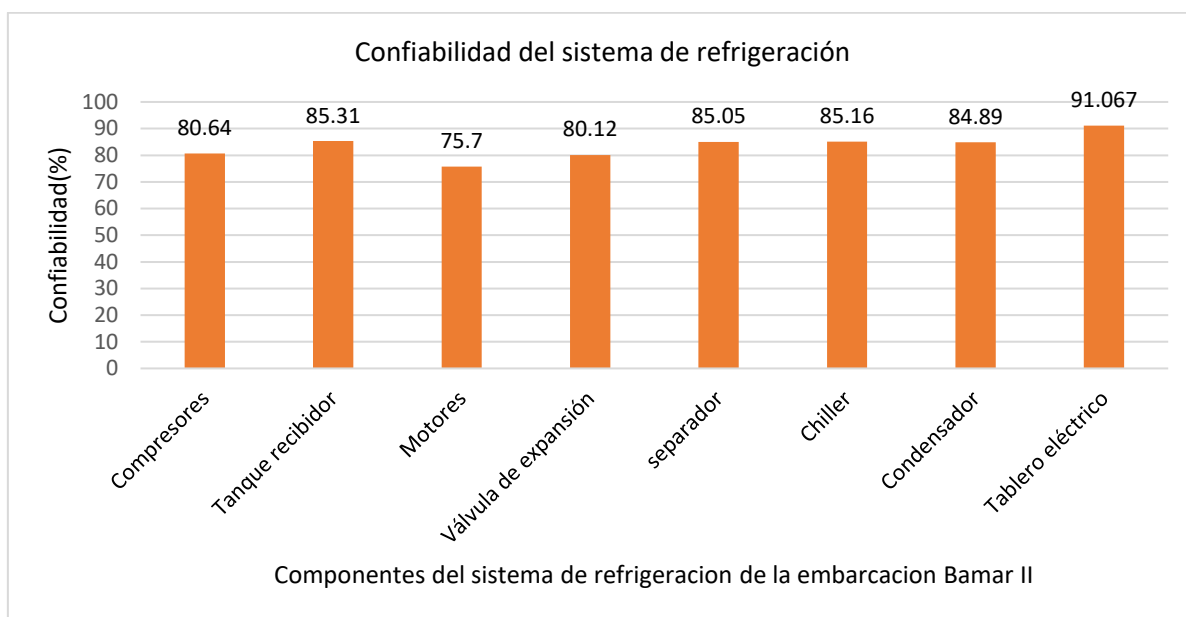


Descripción

La disponibilidad es el indicador que refiere de manera cuantitativa al tiempo en que un sistema funciona a mayor disponibilidad se obtendrá mayor rendimiento sobre los activos sean servicios o producción.

Sin embargo bajo este concepto el subsistema de mayor disponibilidad lo tiene el tablero eléctrico con un valor de 96.15% , esto es debido a que en el sistema se tienen elementos de control como llaves térmicas , diferenciales y accesorios, por otra parte el tanque recibidor obtiene un valor de 88.1 % , luego el sistema chiller que está conformado por 3 de estos, obtiene un valor de 87.18%, además el separador obtiene un valor de 86.67%,

luego los compresores obtienen un valor de 83.69% , la válvula de expansión registra un valor de 81.2 % y los motores con un valor de 78.85%



Descripción:

La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo o subsistema cumpla un servicio específico bajo condiciones de uso determinado en un periodo determinado, es así que en el grafico se observa que la confiabilidad más alta la tiene el sistema de tablero eléctrico con un valor de 91.067% un valor aceptable y el tanque receptor obtiene un valor de 85.31% una medida que está por debajo según los estándares , asimismo el sistema chiller obtiene un valor de 85.16% , luego el separador con un registro de 85.05%, luego el condensador registra un valor de 84.89%, los compresores 80.64%.

4.5 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVOS

Elaboración de la Matriz FODA

ANÁLISIS FODA	
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">-Confiabilidad de compresores baja 80.64%-Confiabilidad de tanque recibidor bajo 85.31%-Confiabilidad de motores 75.70%-Confiabilidad de válvula de expansión 80.12%-Confiabilidad de separador 85.05 %-Confiabilidad de chiller 85.16%-Confiabilidad en el condensador 84.89%-Confiabilidad en tablero eléctrico 91.06%	<ul style="list-style-type: none">-Sistema del separador a nivel critico- Válvula de expansión a nivel crítico.-Motores a nivel critico-Compresores a nivel critico-Condensador a nivel critico
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">-Personal técnico capacitado-Sistema de chiller mantiene baja criticidad	<p>-Partes del sistema de refrigeración no comprometen mayores factores de criticidad, es decir el sistema de chiller tiene prestaciones para interconectarse en caso de que una de estas falle o salgan de servicio temporalmente la cual determina que su nivel de criticidad sea bajo, sin embargo, también el tanque recibidor y el tablero eléctrico presentan estas fortalezas al ser componentes de baja criticidad.</p>

Descripción: del cuadro de matriz Foda se puede deducir que al identificar los 4 factores directos del estado actual del sistema de refrigeración de la embarcación Bamar II.

Debilidades

Estas estas conformadas por el resultado de haber evaluado la confiabilidad del sistema encontrando valores por debajo del indicador estándar de confiabilidad que recomienda un porcentaje superior a 90%, por cuanto el sistema que presenta la confiabilidad más baja son los motores con un valor de 75.10% y el componente de confiabilidad más alta lo tiene el tablero eléctrico.

Amenazas

Está conformada por aquellas posibles acciones que pueden materializarse en evento más críticos que conlleven a consecuencia de fallas y paradas, sin embargo, en este grupo se categorizo al sistema de separación de aceite y refrigerante, luego a la válvula de expansión, los motores, los compresores y finalmente el condensador.

Fortalezas

Partes del sistema de refrigeración no comprometen mayores factores de criticidad, es decir el sistema de chiller tiene prestaciones para interconectarse en caso de que una de estas falle o salgan de servicio temporalmente la cual determina que su nivel de criticidad sea bajo, sin embargo, también el tanque receptor y el tablero eléctrico presentan estas fortalezas al ser componentes de baja criticidad.

Oportunidades

Ventajas y mejoras de los indicadores de operación de cada componente del sistema al mejorar la confiabilidad operativa de los equipos, asimismo la embarcación tiene un sistema de refrigeración relativamente nuevo la que predispone a que sus componentes del sistema al ser intervenidos y reparados tengan buena respuesta al mantenimiento aplicado haciendo posible que la confiabilidad obtenida posterior a las mejoras sea alto.

4.5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A partir de los indicadores de disponibilidad, criticidad y matriz Foda se plantea un plan de acciones preventivas a fin de mejorar estos indicadores.

Tabla 17

Aplicación del mantenimiento preventivo por sistemas

Sistema	SISTEMA DE REFRIGERACION DE EMBARCACION BAMAR II	Frecuencia en horas				
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	10	50	300	600	1200
Sistema de compresores	Presión de succión		x			
	Condición de solenoide tipo A			x		
	Condición de solenoide B			x		
	Descarga de compresor de 8 cilindros				x	
	Condición operativa de presostatos					
	Condición operativa de compresor 3					
	Presión de descargar debajo de 160 PSI		x			
	Presión de succión inferior a 60 PSI		x			
	Presión de descarga muy alta		x			
	Presión de succión muy baja					
	Nivel de carga requerida por el sistema				x	
	Carga de refrigerante			x		
Nivel de ruido			x			
Tanque recibidor	Visor de columna Danfoss LLG desde ingreso sucio					
	Tubería de salida de recibidor 1 1/2"			x		
	Línea de llenado de 1/2 "al recibidor obstruido					
	Línea de llenado en cubierta de 1/2 " obstruida			x		
	Purga del recibidor 3/4 "obstruida					
	Válvula de cierre 3/4 " rápido defectuoso			x		
	Válvula de globo 3/4" defectuoso			x		
Válvula de seguridad 3/4 defectuosa			x			
Sistema de motores	Nivel de ruido					
	Dilusion de aceite	x				
	Aceite en el cárter superior a 60°C		x			
	Dilatación de anillos de lubricación					
	Avería en la válvula de succión					
	Avería en pistón					x
	Golpe de líquido por retorno		x			
	Avería de bomba de aceite por espumas					
	Asientos de bielas desgastadas					
	Aspecto de biela por exceso de calor					x
	Enclavamiento de anillos de compresión					x
Grado de calentamiento de cárter, desconectado			x			
	Presión de entrada variable		x			

Válvula de expansión	falla en diafragma					
	Filtros obstruidos					
	Apertura parcial de la válvula					
	Diferencial de presión de alta a baja mínima					
	Baja presión del bulbo sobre membrana					
	Baja presión de lado de evaporador influye en membrana					
	Resorte vencido					
	Elemento termostático descalibrado					
Separador	Estado de la malla de choque obstruida			x		
	Válvula de retorno de aceite obstruida			x		
	Pérdida de presión en retorno de aceite			x		
	Filtro deshidratador sucio			x		
Chiller	Filtro Parker RSF 1" Obstruido.					
	Caudal de agua bajo		x			
	Línea de líquido de chiller baja presión		x			
	Bay Pass en el chiller 2					
	Bulbo de válvula de expansión mal posicionado			x		
	Serpentín de evaporador sucio					
	Filtro rotativo sucio					
	Válvula de globo Parker 3/4 " roscada, obstruido					
Manómetros descalibrados						
Condensador	Purga de gases condensables obstruido		x			
	Purga de recibidor 3/4" obstruido		x			
	Línea de ingreso 3": válvula de globo obstruido		x			
	Válvula relief Parker sr1 250 PSIx1/2x3/4" vencida					
	Fuga por empaquetadura				x	
	Filtro de condensador sucios y obstruidos					
	Placas de condensador sucios					
Sistema de bombas	Presostato averiado					
	Membrana de hidrosfera perforada					
	Reten vencido					
	Rodamientos enclavados					
	Empaquetaduras vencidas			x		
	Estado o condición de Manómetros			x		
	Sellos de bombas gastados			x		
	Salida de descarga de bomba obstruida			x		
	Temperatura de operación en bombas		x			
tablero de control						

4.6 COSTOS E INVERSIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tabla 18

Acciones y costos de inversión en sistema de compresores

		Condición		Inversión \$
		E.M	R.I	
Sistema de compresores	Presión de succión	x		20
	Condición de solenoide tipo A		x	50
	Condición de solenoide B		x	50
	Descarga de compresor de 8 cilindros	x		60
	Condición operativa de presostatos	x		60
	Condición operativa de compresor 3	x		300
	Presión de descargar debajo de 160 PSI	x		20
	Presión de succión inferior a 60 PSI	x		20
	Presión de descarga muy alta	x		20
	Presión de succión muy baja	x		20
	Nivel de carga requerida por el sistema	x		50
	Carga de refrigerante	x		50
	Nivel de ruido	x		50
Total				770

E.M: Ejecución de mantenimiento

R.I: Reemplazo e instalación

Tabla 19

Acciones y costos de inversión en sistema de tanque recibidor

		Condición		Inversión
		E.M	R.I	\$
Tanque recibidor	Visor de columna Danfoss LLG desde ingreso sucio	x		20
	Tubería de salida de recibidor 1 1/2"	x		20
	Línea de llenado de 1/2 "al recibidor obstruido	x		20
	Línea de llenado en cubierta de 1/2 " obstruida	x		20
	Purga del recibidor 3/4 "obstruida		x	50
	Válvula de cierre 3/4 " rápido defectuoso	x		120
	Válvula de globo 3/4" defectuoso		x	120
	Válvula de seguridad 3/4 defectuosa	x		80
	Total			

Tabla 20

Acciones y costos de inversión en sistema de motores

				\$
		E.M	R.I	
Sistema de motores	Nivel de ruido	x		30
	Dilusion de aceite	x		30
	Aceite en el cárter superior a 60°C	x		30
	Dilatación de anillos de lubricación		x	40
	Válvula de succión		X	80
	Estado funcional del pistón	x		30
	Golpe de líquido por retorno	x		30
	Avería de bomba de aceite por espumas	x		30
	Asientos de bielas desgastadas		x	35
	Aspecto de biela por exceso de calor	x		30
	Enclavamiento de anillos de compresión	x		30
	Grado de calentamiento de cárter, desconectado	x		30
	Total			

Tabla 21

Acciones y costos de inversión en sistema de válvula de expansión

				\$
		E.M	R.I	
Válvula de expansión	Presión de entrada variable	x		30
	falla en diafragma	x		30
	Filtros obstruidos		x	60
	Apertura parcial de la válvula		x	30
	Diferencial de presión de alta a baja mínima	x		30
	Baja presión del bulbo sobre membrana	x		30
	Baja presión de lado de evaporador influye en membrana	x		30
	Resorte vencido		x	40
	Elemento termostático descalibrado		x	100
	Total			

Tabla 22

Acciones y costos de inversión en sistema del separador

Separador		Condición		Inversión
		E.M	R.I	\$
	Estado de la malla de choque obstruida		x	30
	Válvula de retorno de aceite obstruida	x		30
	Pérdida de presión en retorno de aceite	x		30
	Filtro deshidratador sucio		x	50
Total				140

Tabla 23

Acciones y costos de inversión en sistema de chiller

Chiller		Condición		Inversión
		E.M	R.I	\$
	Filtro Parker RSF 1" Obstruido.		x	50
	Caudal de agua bajo	x		20
	Línea de líquido de chiller baja presión	x		25
	Bay Pass en el chiller 2		x	40
	Bulbo de válvula de expansión mal posicionado	x		20
	Serpentín de evaporador sucio	x		20
	Filtro rotativo sucio			50
	Válvula de globo Parker 3/4 " roscada, obstruido	x		20
	Manómetros descalibrados		x	40
Total				258

Tabla 24

Acciones y costos de inversión en sistema de condensador

Condensador		Condición		Inversión
		E.M	R.I	\$
	Purga de gases condensables obstruido		x	300
	Purga de recibidor 3/4" obstruido	x		50
	Línea de ingreso 3": válvula de globo obstruido		x	120
	Válvula relief Parker sr1 250 PSIx1/2x3/4" vencida		x	60
	Fuga por empaquetadura		x	25
	Filtro de condensador sucios y obstruidos		x	50
	Placas de condensador sucios	x		25
Total				630

Tabla 25

Acciones y costos de inversión en sistema de bombas

	Condición		Inversión
	E.M	R.I	
Sistema de bombas			
Presostato averiado		x	80
Membrana de hidrosfera perforada		x	20
Reten vencido		x	10
Rodamientos enclavados	x		20
Empaquetaduras vencidas		x	35
Estado o condición de Manómetros	x		20
Sellos de bombas gastados		x	30
Salida de descarga de bomba obstruida	x		20
Temperatura de operación en bombas	x		20
Total			255

Tabla 26

Acciones y costos de inversión en tablero electrico

			Inversión
	E.M	R.I	\$
Tablero de control			
Llave termomagnética general 30 A		x	35
Interruptor diferencial	x		20
Barra de puesta a tierra	x		20
Estructura de gabinete	x		20
Total			95

Total de inversión por subsistemas

Tabla 27

Resumen de costos de inversión para mantenimiento

Subsistemas	Inversión (\$)
Compresores	770
Tanque recibidor	450
Motores	425
Válvula expansión	380
Separador	140
Chiller	258
Condensador	630
Bombas	255
Tablero control	95
Total	3403

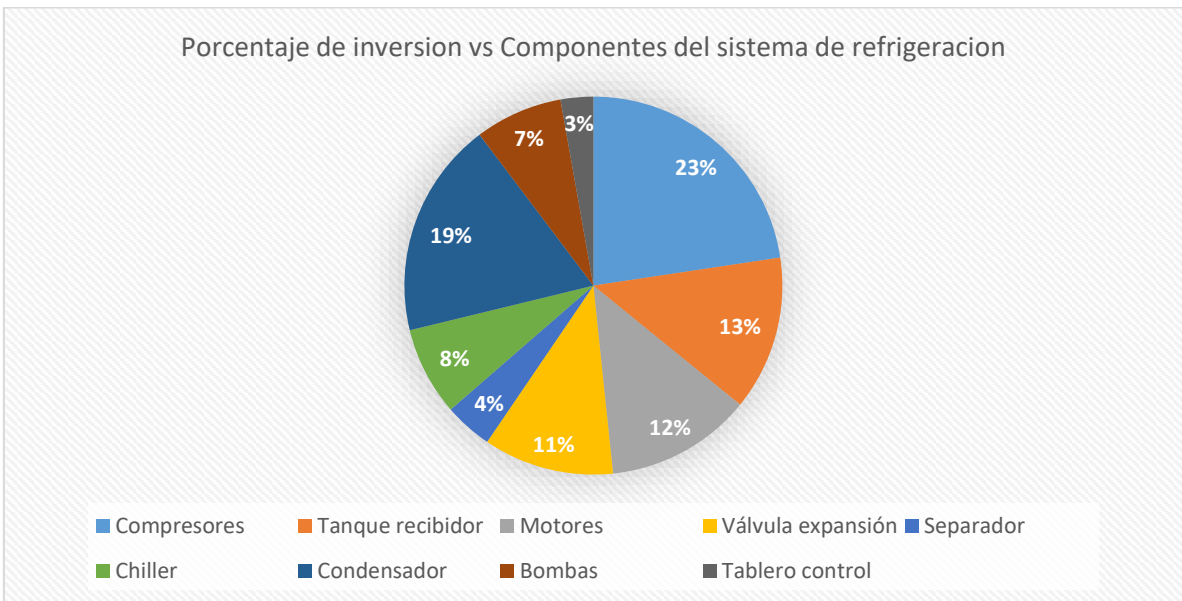
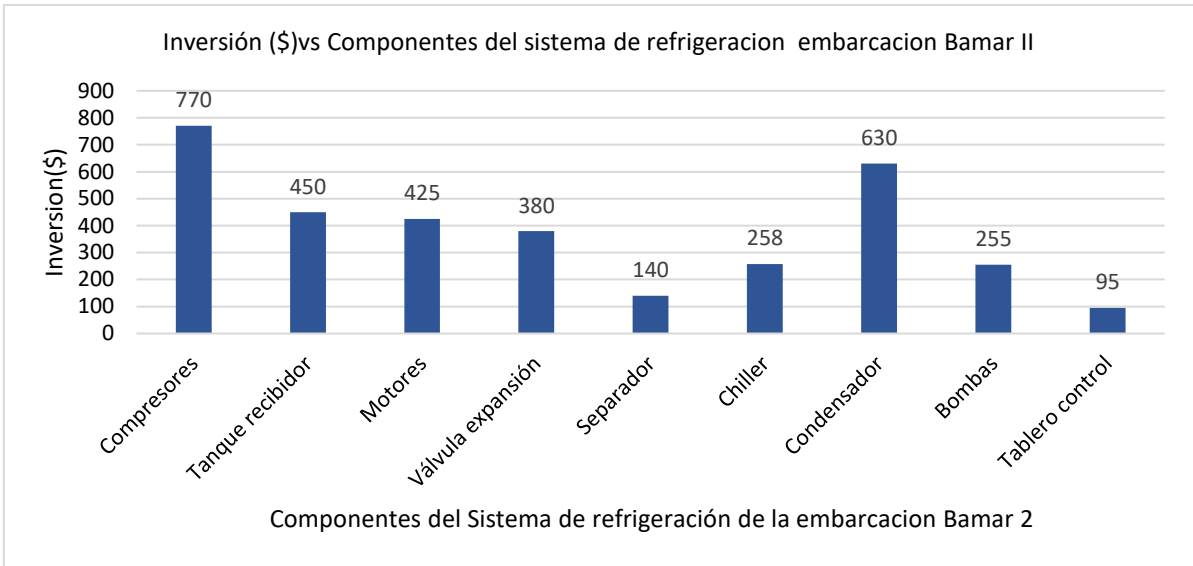


Tabla 28

Datos de sistema de reporte posterior al mantenimiento

Sistema	TPR	TEF	Cantidad de Fallas
Compresores	64	450	9
Tanque recibidor	46	480	7
Motores	96	510	12
Válvula de expansión	81	450	9
Separador	50	450	4
Chiller	40	460	6
Condensador	60	550	7
Bombas	60	460	6
Tablero eléctrico	10	650	3

4.7 CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD POSTERIOR AL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE COMPRESORES

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

e) Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{450 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{450 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{64 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{64 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 109.77 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f) Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{109.77 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 12.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g) Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{85.79 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{85.79 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 12.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 88\%$$

h) Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{85.55} = 0.01168$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 109.77 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 881.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.01168 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 881.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 91\%$$

DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE TANQUE RECIBIDOR

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{480 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{400 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 823.32 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{46 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{54 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 78.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Cálculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{823.32 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{7} = 117.61 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{78.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{7} = 11.26 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{117.61 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{117.61 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 11.26 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 89 \%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{117.61} = 0.00850$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 78.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 823.32 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 902.18 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.00850 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 823.32 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 92\%$$

DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE LOS MOTORES

$$D(t) = \left(\frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}\right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$\text{TEF} = \frac{510 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{510 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 874.785 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TPR} = \frac{96 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{96 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 164.665 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$\text{TMEF} = \frac{\text{TEF}}{F} = \frac{874.785 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{12} = 72.89 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TMPR} = \frac{\text{TPR}}{F} = \frac{164.665 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{12} = 13.72 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{72.89 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{72.89 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 13.72 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 82 \%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{72.89} = 0.0137$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 164.665 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 874.785 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 1039.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.0312 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 891.92 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 90\%$$

DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE VALVULA DE EXPANSION

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{380 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{380 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{88 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{88 \text{ horas}}{0.583\text{año}} = 150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{18} = 8.38 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{36.21 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 8.38 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 89\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{36.21} = 0.02761$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 150.94 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 651.80 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 802.74 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02761 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 802.74 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 93\%$$

DISPONIBILIDAD DEL SEPARADOR

$$D(t) = \left(\frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}\right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$\text{TEF} = \frac{390 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{390 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TPR} = \frac{60 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{60 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$\text{TMEF} = \frac{\text{TEF}}{F} = \frac{668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TMPR} = \frac{\text{TPR}}{F} = \frac{102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 7.35 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{47.78 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 7.35 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 89\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{47.68} = 0.02097$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 102.91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 668.953 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02097 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 771.86 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 92\%$$

DISPONIBILIDAD DE LOS CHILLERS

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{340 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{340 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{50 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{50 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Cálculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 6.12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{41.65 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 6.12 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 88\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{41.65} = 0.02400$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 85.76 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 583.19 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.02400 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 668.95 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 93\%$$

DISPONIBILIDAD DEL CONDENSADOR

$$D(t) = \left(\frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}\right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$\text{TEF} = \frac{420 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{420 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TPR} = \frac{72 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{72 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$\text{TMEF} = \frac{\text{TEF}}{F} = \frac{720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$\text{TMPR} = \frac{\text{TPR}}{F} = \frac{123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{14} = 8.82 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{51.45 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 8.82 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 89\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{51.45} = 0.0194$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 123.49 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 843.9 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.0194 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 843.9 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 92\%$$

DISPONIBILIDAD DE BOMBAS

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{420 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{350 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{96 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{72 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{10} = 72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{10} = 16.46 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{72.04 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 16.46 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 92\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{72.04} = 0.01388$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 164.67 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 720.41 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 885.08 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.01388 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 885.08 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100}\right) * 100\%}$$

$$R(t) = 94\%$$

DISPONIBILIDAD DEL TABLERO ELECTRICO

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}\right) * 100\%$$

e. Calculamos el TEF y el TPR

$$TEF = \frac{500 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{500 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TPR = \frac{20 \text{ horas}}{\text{año}} = \frac{20 \text{ horas}}{0.583 \text{ año}} = 34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

f. Calculo el TMEF y TMPR

$$TMEF = \frac{TEF}{F} = \frac{857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

$$TMPR = \frac{TPR}{F} = \frac{34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{9} = 3.81 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

g. Calculando la disponibilidad

$$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\%$$

$$D(t) = \left(\frac{95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{95.29 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 3.81 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} \right) * 100\%$$

$$D(t) = 97\%$$

h. Cálculo de la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

Calculando

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{95.29} = 0.01049$$

Calculando el tiempo de operación

$$t = TPR + TEF = 34.30 \frac{\text{horas}}{\text{año}} + 857.63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 891.93 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Calculando la confiabilidad

$$R(t) = e^{-\frac{\lambda(t)}{100} * 100\%}$$

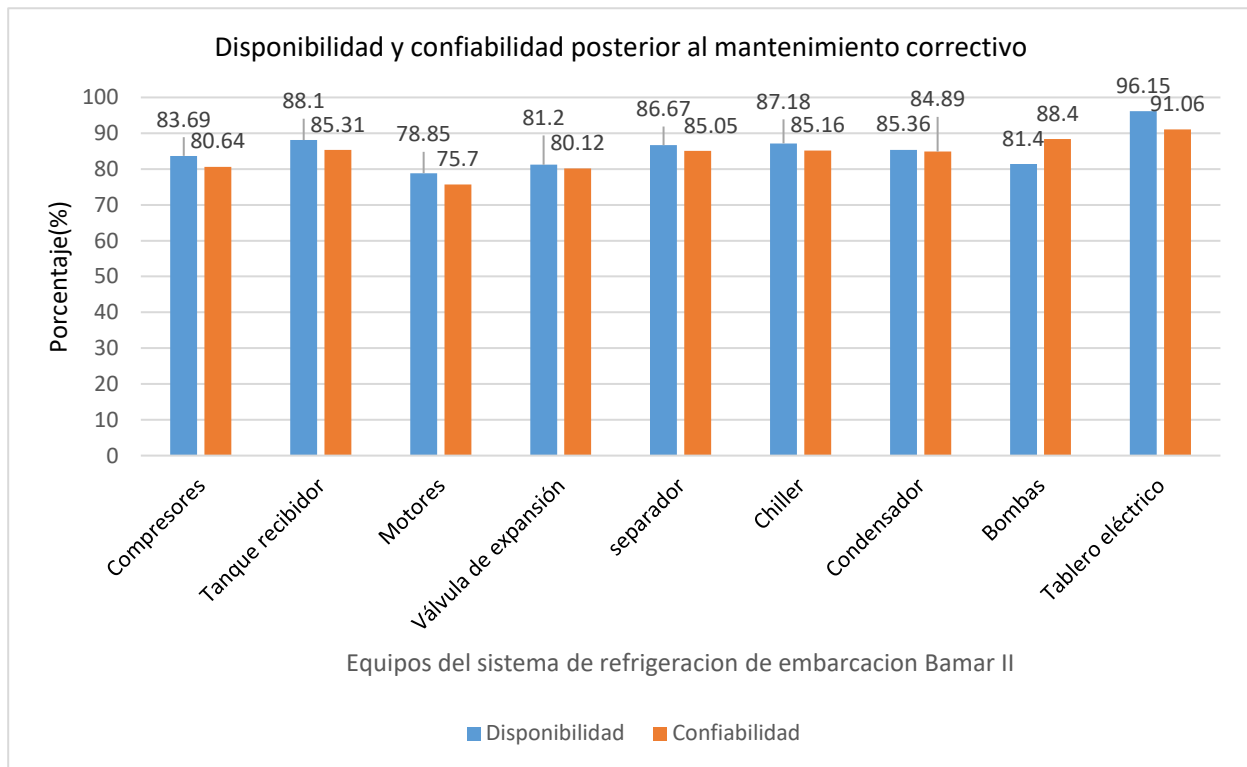
$$R(t) = e^{-\left(\frac{0.01049 \frac{\text{años}}{\text{hora}} * 891.93 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{100} \right) * 100\%}$$

$$R(t) = 98\%$$

Tabla 29

Resumen de disponibilidad y confiabilidad posterior al mantenimiento

Componentes de sistema	Disponibilidad	Confiabilidad
Compresores	88	91
Tanque recibidor	89	92
Motores	82	90
Válvula de expansión	89	93
separador	89	92
Chiller	88	93
Condensador	89	92
Bombas	92	94
Tablero eléctrico	97	98



4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

La embarcación Bamar II tiene una capacidad de bodega de 607 Toneladas, por lo cual se considera que, de su capacidad de captura, la cuarta parte se transforma en harina de pescado en el proceso, por lo cual se obtendría:

$$\text{Costo general} = 151.75 \text{ Toneladas} * \frac{\text{USD } 1800}{\text{Tonelada}} = \text{USD } 273150$$

Se asume que la ganancia por tonelada de harina de pescado procesado es 500 USD, entonces se tendrá.

$$\text{Ganancia} = \text{USD } 273150 - \text{USD } 500 \times 151,75 \text{ Ton}$$

$$\text{Ganancia} = 197275 \text{ USD}$$

Inversión en el proceso de mantenimiento

Del anexo 1, se tiene la lista de equipos y servicios a solicitar consolidando un costo total de USD 311,361.84 que representaría el valor de $A=311,361.84$ USD, el desembolso o inversión inicial.

Considerando los valores

A: inversión o desembolso inicial

Q_i : Flujo de caja neto

k: interés

N: Numero de periodos

Cálculo del Valor actual neto

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{Q_i}{(1+k)^i} - A = 0$$

Reemplazando

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{USD\ 20\ 000}{(1 + 0.12)^n} - 100\ 000 = 49388.87$$

Cálculo de la TIR

$$TIR = \sum_{n=1}^N \frac{Q_i}{(1 + i)^n} = 0$$





















$$TIR = \sum_{n=1}^{20} \frac{US20\ 000}{(1 + i)^n} = 0$$

$$TIR = 19.42\%$$

Inversión inicial: €

Tipo de interés: %

Flujos de caja:

Año 1:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 2:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 3:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 4:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 5:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 6:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 7:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 8:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 9:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 10:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 11:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 12:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 13:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 14:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 15:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 16:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 17:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 18:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 19:	<input type="text" value="20000"/>	€	
Año 20:	<input type="text" value="20000"/>	€	

[Añadir año](#)

5. DISCUSIONES

- En primer orden se debe atender los problemas de vibración y sonido anómalos en el compresor, a fin de intervenir los anillos de compresión y de lubricación , en segundo lugar la situación de fuga o pérdida de hermeticidad por desgastes de empaquetaduras en el separador de aceite , en tercer lugar de prioridad se tienen las fallas en el condensador ocasionados por sedimentos en el refrigerante y fugas, asimismo en cuarto lugar el problema para atender lo prioriza la bomba atendiendo específicamente a empaquetaduras y depósitos que ocasionan obstrucciones por filtros deteriorados u obstruido, que influyen en la variación de presión en el circuito , luego en quinto lugar se debe atender a los problemas detectados en la válvula de expansión por falla del elemento termostático, luego en la sexta prioridad de atención a fallas de empaquetaduras en el separador de aceite y acumulaciones impurezas por desgaste, en séptimo lugar se debe atender las fallas de válvulas de expansión ocasionados por defecto en el elemento termostático y la membrana de separador de cuerpo y su muelle y resorte, en octavo orden de prioridad se debe atender a la parte expuesta por deterior de tanque receptor de líquido y por último las fallas en el tablero eléctrico de control.
- Según lo descrito por Castro Pérez, E. R. (2019). En su tesis, Análisis de confiabilidad como herramienta para mejorar la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 toneladas de la pesquera EXALMAR SAA, tuvo como objetivo general determinar de qué manera la confiabilidad contribuye en la mejora de la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 Tonelada de la Pesquera Exalmar. Los resultados indicaron que el análisis aplicado a los equipos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 toneladas concluyó que el Motor Principal y el Winche de Fricción obtuvieron la puntuación promedio de 18.45 y 17.10 respectivamente considerándolos como equipos críticos, además la disponibilidad del Motor Principal y el Winche de Fricción asciende a 99.5% y 99.14% respectivamente lo que significa que ambos equipos presentan una alta disponibilidad. Asimismo, los tiempos medios de reparación (TMDR) de

los equipos críticos de las embarcaciones, son pequeños, comparados con el tiempo medio entre fallas (TMEF) esto nos da como resultado una alta probabilidad de disponibilidad de los equipos, sin embargo, al comparar sus resultados con los que se obtuvieron en el presente informe, la disponibilidad encontrada para los componentes del sistema de refrigeración es alto equivalente al 0.99% o 99%.

- Según Carranza Blas, J. J., Minaya Mollo, V. M., & Romero Santa Cruz, W. E. (2019). En su tesis Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de un motor cummins 6ct 8.3 220 hp en la e/p "Marielena I" de la empresa pesquera López Minaya SA. Los resultados obtenidos indican que el análisis de criticidad en el motor 6ct 8.3 Hp en cuanto a sus accesorios críticos se define a 2 que son: el refrigerante compleat e/g premiuxx5 gal-msds y el filtro de combustible, además que el motor 6ct 8.3 220Hp y su posterior análisis de criticidad en los repuestos a dar el mantenimiento preventivo se obtienen una disponibilidad de 90.2%, siendo esta mayor a 6.2 % que la encontrada, por lo que de esta manera satisface la planeación de la Hipótesis I la cual señala que planteada el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de un motor cummins 6ct 8.3 220 Hp en la e/p "Marielena I" de la empresa pesquera López-Minaya S.A., asimismo se realizó la inversión para el año 2019 teniendo como resultado de U\$ 6,546.60 y un costo de operación y mantenimiento de US\$14,801.70 como único costo para dicho año, también se encontró que el VAN es US\$ 6,057.34 teniendo además una TIR de 14% el cual nos indica que es mayor que la tasa de descuento de 5% .Sin embargo en los resultados obtenidos en la presente investigación se puede detallar que la disponibilidad promedio de los componentes del sistema esta alrededor del 99% con una inversión de USD 311,361.84, obteniéndose un VAN de 1162171.58 USD con una TIR de 63.35%.

- Según, Arana Lira, M (2015), en su tesis “Diseño y mantenimiento de equipos y sistema de refrigeración RSW para embarcaciones pesqueras”, establece como objetivo dar a conocer la importancia que tiene el proceso de refrigeración en las embarcaciones pesqueras y en especial el diseño, mantenimiento, ventajas sobre la materia prima. El resultado de su trabajo informa sobre los principios de refrigeración, así como el sistema RSW su diseño y equipos además de considerar el estudio del efecto de la refrigeración sobre la conservación de la materia prima, además concluye que la planificación para el diseño es importante ya que se debe realizar en base a las características de la embarcación, además de mantener la limpieza de bodegas.
- Según Gonzales Guzmán, J(2016) en su tesis ”Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.”, implementar un plan de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción , la metodología de trabajo se sostiene en las siguientes actividades: la primera abarca las acciones y decisiones a tomar para el plan a seguir , la segunda etapa se basa sobre los fundamento teórico del mantenimiento, la tercera parte en la operacionalización de datos, los resultados obtenidos se basan en un programa de mantenimiento preventivo que garantiza la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento y el incremento de capacidad de los equipos para funcionar en un aumento de demanda. En cuanto a producción de ladrillos del tipo estándar se alcanzó 410, 557 millares por semana, y con meta planteada 459,824 millares lo que da por diferencia 49,266 millares por semana, dependiendo del tipo de ladrillo producido lográndose un aumento de producción de 12%.
- Rendón Marín, A. (2017) en su tesis “Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos de fríos”, tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento para sistema de refrigeración industrial y cuartos de frio , la metodología aplicada para el trabajo consistió en la evaluación del mantenimiento por la SENA y la UTO(unidad técnica ozono , aplicando también métodos de mantenimiento correctivo, predictivo, analítico consistente en el análisis de Pareto , mantenimiento continuo y el productivo total (TPM), los

resultados demostraron que se puede reducir los eventos de falla hasta en 14% garantizando un margen de confiabilidad operativa de 93%.

- Valdés Atencio, J,(2009) en su tesis "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast", tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast", la metodología de investigación es inductiva, Los resultados de su trabajo informa que es indispensable que Remaplast aplique todas las actividades de mantenimiento establecidas en el plan para los equipos ya que la ejecución de estas actividades de mantenimiento garantizan el buen funcionamiento de los equipos y al realizar solamente acciones correctivas, traen fallas en la eficiencia del proceso productivo, lo que a su vez refleja el incremento de costos y el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

6. CONCLUSIONES

- Se identificaron las fallas y se diagnosticaron el estado actual de los componentes del sistema de refrigeración detallándose que en los compresores se obtienen 6 zonas o bloques de eventos inmediatos para resolver, para el tanque receptor se obtienen 5 zonas críticas, para el motor se identifican 3 zonas o bloques de eventos críticos, para la válvula de expansión se obtienen 3 zonas o bloques críticos, para el chiller se obtiene 4 zonas o bloques de eventos, asimismo para el condensador se obtienen 3 zonas o bloques de eventos críticos , para la bomba se obtienen 3 zonas o bloques de alta criticidad .
- Se documento el plan de mantenimiento correctivo y preventivo en base a la información obtenida del diagrama de Pareto a razón de haber analizado los componentes más críticos del sistema de refrigeración para ser atendidos.
- Se estableció los indicadores técnicos referidos al plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad obteniéndose que para el sistema de refrigeración posterior a la aplicación del plan de mantenimiento correctivo señala que hubo una mejora de la confiabilidad operativa de los compresores des 80.64% hasta 91%, del tanque receptor mejoro desde 85.31% a 92% , para ellos motores mejoro desde 75.70% hasta 90% , para la válvula de expansión hubo mejoras desde 80.12% hasta 93% para los chiller mejoró desde 85.16% hasta 92%, asimismo para el condensador mejoro desde 84.89% hasta 93% , para las bombas desde 88.40% hasta 94% y para el tablero eléctrico desde 91.06% hasta

7. RECOMENDACIONES

- Priorizar la atención de reparación y mantenimiento según el orden jerárquico de eventos de falla que indica el diagrama de Pareto, asimismo contemplar la ejecución de los mantenimientos programados en el tiempo previsto.
- Mejorar el plan de mantenimiento actual centrado en la prevención a fin de obtener mayor confiabilidad operativa de los componentes críticos en servicios.
- Actualizar y mantener al acoso visible los diagramas de flujo y señalizaciones de peligro en el área de operación del sistema de refrigeración, así como mantener en permanentes orden y limpieza los ambientes y pasillos donde circulan técnicos y operadores de la embarcación.
- Establecer un programa de capacitación centrado en la confiabilidad operativa del sistema de refrigeración considerando que pocas embarcaciones de la empresa cuentan con sistema RSW para refrigerar las bodegas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga et al. (2017). Importancia de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa para la Educación. *EDUCATECONCIENCIA*, 16(17), 163-174.

Castro Pérez, E. R. (2019). Análisis de confiabilidad como herramienta para mejorar la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos de las embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 100 toneladas de la pesquera EXALMAR SAA.

Carranza et al. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de un motor cummins 6ct 8.3 220 hp en la e/p “marielena i” de la empresa pesquera López Minaya SA.

Camposano (2018). Texto Gestión de mantenimiento de embarcaciones pesqueras artesanales.

Chayan (2021). Diseño de sistema de refrigeración por compresión para la embarcación de pesca artesanal “Joseph” distrito San José, Lambayeque.

Callirgos (2021). Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área de elaboración de la empresa Agropucalá SAA.

Gonzales (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer SAC.

Rendón (2014). Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos.

Valdés y San Martín (2009). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

Delgado et al. (2021). El Diagrama De Ishikawa Como Herramienta De Calidad En La Educación: Una Revisión De Los Últimos 7 Años. Tomado de http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMAISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf.

Garrido (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de santos.

Méndez (2015). Identificación, medición y valoración de riesgos del área de formulación de la Compañía Dupocsa (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional.).

Soto (2016). Identificar la criticidad de equipos para mejorar el circuito molienda en la planta concentradora Cía. Minera Antamina.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de materiales y equipos de servicio

Texto breve operación	Solicitud de pedido	Pos.solicitud pedido	Precio	Moneda
OLG COMPRESOR VILTER SOLIC SENSOR		0	0.00	PEN
MC_PO4_ALINEAMIENTO UPH AUXILIAR	10258833	10	6,187.82	PEN
PO4_TABLERO ELECTRICO_FALLA ELECTRICA		0	0.00	PEN
MC_STE_REVISION SISTEMA CTRL CARGA COMP1	10256768	10	2,500.00	PEN
SEB BBA CONDENSO SOLIC INSPECC MTOR ELEC		0	0.00	PEN
MAJ LINEA DE CHILLER #1CODO DE 5" PICADO		0	0.00	PEN
MC_MAJ_REPARACION BOMBA 4 DEMING CRANE	10255796	10	3,250.00	PEN
MC DJU CAMBIO DE PLC HIM	10255773	10	3,500.00	PEN
MC DJU CAMBIO DE SENSORES Y CONEXION DEL	10255773	20	3,500.00	PEN
MC ALE CAMBIO DE TABLERO DE CONTROL	10255774	10	1,850.00	PEN
MC_GRA_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC PO4 SERV FABRIC PIÑON MOTRIZ CAJA 3B	10251336	10	4,600.80	PEN
DJU_CAMBIO_VALVULA_MARIPO 5" _BODEGA 2		0	0.00	PEN
MC_DAN_CAMBI VALV BODEGA LATERAL ESTRIBO		0	0.00	PEN
PO4_REQUI_CAMBIO_CARTRIDGE_TOMFUERZA_RSW		0	0.00	PEN
MC_DAN MAQUINADO ACOPLAM BOMB MOTOR COND	10249686	10	440.00	PEN
MC_SEB_CORRECCION DE PROGRAMACION DE HMI	10248159	20	1,980.00	PEN
MC_PAT_BOMBA RSW CAMB SELLO/ ALINEAMIENT	10248055	10	950.00	PEN
MC_ALE_CAMBIO RETEN CAJA 3B PASE ACEITE	10247291	10	1,895.00	PEN
MC OLG_REVISION ARRANQUE COMPR 2	10247248	10	2,800.00	PEN
MC PO4_DESMONTAJE EVALUACION CAJA 3B	10247245	10	2,243.00	PEN
MC PO4 REPARACION CAJA 3B	10247245	20	6,688.64	PEN
MC PO4 REPARACION TOMAFUERZA SP314	10247245	30	9,088.54	PEN
MC_ALE_EFR_REFR_SUMINIST REFRIG _CHI_22_		0	0.00	PEN
ALE_FUGA AGUA TAPA CHILLER 1		0	0.00	PEN
DJU_REVISION AUTOMATISMO TABLERO CONT	10246340	10	2,300.00	PEN
MC_DJU_REEMPLAZO VALVULA T/ WAFER 6"	10246336	10	280.00	PEN
MC_STE_REFR_SUMINIST REFRIG _CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_DAN_REFR_SUMINIST REFRIG _CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_DJU_REFR_SUMINIST REFRIG _CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_CON_REFR_SUMINIST REFRIG _CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_MAJ_REFR_SUMINIST REFRIGE CHI-22-2		0	0.00	PEN
MC_PO4_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_DJU_SELLAR FUGA REFRIGERANT CONDENS	10244428	10	2,200.00	PEN
MC_OLG_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_2		0	0.00	PEN
MC_STE_SIST RSW_ MODIF TUBERIA NH3 *INSP	10233711	10	10,000.00	PEN
MC_STE_TABLERO RSW_INSPECCION	10233711	20	1,600.00	PEN
MC CON REPARACION COMP AMONIACO VILTER *	10233713	10	4,900.00	PEN
GRA_TUBERIAS_CAMBIO DE T SIST. DE RSW		0	0.00	PEN
CAMBIO DE SENSORES AGUA LINEA RSW		0	0.00	PEN
MC_GRA_TUBERIAS_C/TUBERIA PERS-MOLLENDO	10226969	10	3,600.00	PEN
PO4_BBA CONDENSO_CARCAZA ROTA		0	0.00	PEN
MC_PO4 REPARACION BOMBA HIDROSTAL	10220940	10	3,800.00	PEN
GRA_TUBERIAS_SOLDEO DE TUBERIA DE RSW		0	0.00	PEN
MC_GRA_TUBERIAS_SOLDEO TUB. PERS-MOLLEND	10226968	10	3,600.00	PEN
PO4 BOMBA RSW ER FUGA DE AGUA		0	0.00	PEN
MC GRA CAMBIO CONTROLADOR PLANTA RSW	10215386	10	6,000.00	PEN
MC GRA INSTALACION CONTROLADOR PTA FRIO	10215386	20	2,000.00	PEN
MC GRA CAMBIO VALV WAFER SYSTEMA RSW	10211894	10	1,815.00	PEN
MC GRA APOYO CAMB VALV SERVPTO	10211894	20	3,600.00	PEN
PAT_TUBERIA RSW_LINEA SUCCION PICADA		0	0.00	PEN
MC_PO4 INSPECCION CAJA TOMAF AUXILIAR	10207806	10	1,360.00	PEN
GRA_TUBERIA_ENTRAD CHILLER_LINEA RAJADA		0	0.00	PEN
MC_OLG CAMB VALV CHECK 6"	10207114	10	1,800.00	PEN
MC_OLG CAMB SWITCH CONTRL REFRIG CHILLER		0	0.00	PEN
MC STEF REEMPLAZO DE BOMBA DE CONDENS	10205462	10	1,500.00	PEN

MC OLG CAMB VALV WAFER BODEGA ESTRIB	10204454	10	560.00	PEN
MC OLG CAMB SELLO MECANIC BOMBA CONDENS	10204397	10	1,500.00	PEN
MC_PO4 CAMB CARTRIGDE BOMBA T6ED SER PTO	10207857	10	705.00	PEN
MC GRA REPARACION BOMBA HIDROSTAL	10203683	10	3,800.00	PEN
MC GRA REPARACION BOMBA HIDROSTAL	10201520	10	3,800.00	PEN
MC GRA CAMBIO DE BOMBA CONDENS	10201520	20	1,500.00	PEN
DAN CAMBI VALV TIPO WAFER SISTEM RSW	10201510	10	840.00	PEN
MC_CON_MOTOR ELECT N2_CAMB TERMINAL BORN		0	0.00	PEN
MC DAN CAMBI VALV TIPO WAFER SISTEM RSW	10200419	20	1,680.00	PEN
PO4_CHILLER_SE SOLI CAMBIO DE MANOMETROS		0	0.00	PEN
PO4_CAMBIO CONFIG HMI PLANTA RSW		0	0.00	PEN
MC PO4 CAMBIO CONFIG HMI PLANTA RSW	10196860	10	3,600.00	PEN
GRA_SIST TUB RSW_FUGA DE AGUA		0	0.00	PEN
MC PO4 SOLDEO TAPA CONDENSADOR Y OTROS *	10233714	10	10,000.00	PEN
SEB_BBA HIDROCARBURO_PINONES RAYADOS		0	0.00	PEN
MC SEB BOMBA HIDR ROTAN [COD.030-008274]	10215439	10	3,952.40	PEN
MC MAJ REEMPLAZO BOMBA CONDENS BR 02	10193185	10	1,900.00	PEN
MAJ_BBA CONDENS 1_FUGA AGUA X CARCAZA		0	0.00	PEN
MC_GRA_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
MC_OLG_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
MC_PO4_REFR_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
CON_CIRCUITO RSW_FUGA DE AMONIACO		0	0.00	PEN
MC CON_SELLAR FUGA TK AMONIACO SERV PTO	10194842	10	2,310.00	PEN
DAN_BBA RSW #3_SONIDO ANOMALO		0	0.00	PEN
DAN_BOMBA RSW_EXCESIVA VIBRACION		0	0.00	PEN
DAN_DESMO/MONTJ/ALINEAM/BOMBA RSW	10190096	10	1,900.00	PEN
MC_DAN_REPARACION BOMBA RSW	10190096	20	3,800.00	PEN
		0	0.00	PEN
MAJ_TUBERIA RSW_PRESENTA PICADURA		0	0.00	PEN
MC_MAJ_CAMBIO DE PLC, HMI, MODULOS	10248157	20	2,500.00	PEN
OLG_COMPRESOR RSW_NO DA SEÑAL		0	0.00	PEN
MC_OLG_REV_ARRANC_COMP_1	10190064	10	1,800.00	PEN
DAN_SIST RSW_FUGA REFRIGERANTE		0	0.00	PEN
MC_DAN_FUGA_REFR_SEPARAD_ACEIT_SERV_PTO	10192050	10	2,310.00	PEN
OLG_CHILLER ER_DESCALIBRADO		0	0.00	PEN
MC_OLG_CORREC_TEMP_CHI_ER Desconexión de	10188886	10	2,500.00	PEN
SEB_BBA AGUA SERVIDAS_MOTOR ELEC QUEMADO		0	0.00	PEN
MC_SEB_REP_ELECTBOMB_AGUA_SERV	10189003	10	2,200.00	PEN
CON_TK RECIBIDOR_FUGA REFRIGERANTE		0	0.00	PEN
DJU_COMPRESOR #1_FUGA REFRIGERANTE		0	0.00	PEN
MC_DJU_REPARACION BOMBA RSW	10238152	30	5,500.00	PEN
MC_DJU_MONTAJ/ALINEM/DSMONTAJ BBA	10238152	40	7,000.00	PEN
MC_OLG_SUMINIST_MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
STE_SIST TUBERIAS_C/ VALVULA 6" PEGADA		0	0.00	PEN
REPAR_VAL_COMP_6_125LB	10185783	10	609.90	PEN
MC_STE_INSP_COMP 2 VILTER POPA	10200630	10	6,081.48	PEN
ALE_BOMBA RSW ER_INST ABRAZADERA UBOLT		0	0.00	PEN
STE_COMPRESOR RSW_VERIFICAC ALINEAMIEN		0	0.00	PEN
GRA_COMPRESOR 1_FUGA DE ACEITE		0	0.00	PEN
DAN_SISTEMA RSW_FUGA AGUA VALV TUBER		0	0.00	PEN
MC_DAN_CAMB_VALV_T/WAFER_SIST_RSW	10185779	10	840.00	PEN
PAT_BBA VERTIFLO_FUGA DE AGUA POR SELLO		0	0.00	PEN
MC_PAT_REP_FUGA AGUA_BB_CTR	10182383	10	1,500.00	PEN
STE_COMP # 2_VALVULA EXPASION NO OPERA		0	0.00	PEN
MC_STE_COMP_VALV EXPAS NO OPERA_SERV_PTO	10192051	10	2,640.00	PEN
MC_STE_INSPECCION_COMPRESORES	10192051	20	6,136.56	PEN
GRA_COMPRESOR RSW 1_FUGA REFRIGERANTE		0	0.00	PEN
STE_CHILLER_SENSOR DE T° FALSA LECT_BABO		0	0.00	PEN
MC_STE_CORREC_T°CHILLER	10182456	10	2,500.00	PEN
DJU_BBA #8_NO TIENE °P DE BOMBEO		0	0.00	PEN
MC_DJU_REV_BB_RSW_8	10179833	10	600.00	PEN

DJU_BBA #6_FUGA DE AGUA POR SELLO MECANI		0	0.00	PEN
MC_DJU_CAMB_SELL_BB_RSW_6	10179885	10	2,000.00	PEN
PAT_SISTEMA RSW_VALVULA ROTA		0	0.00	PEN
MC_PAT_CAMB_VAL_T/MARIP_POR ROTUR	10177762	10	560.00	PEN
MC_ALESS_SUMINIST_MSTERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
ALE_TABLERO ELECTRICO_REVIS SIST ALARMAS		0	0.00	PEN
ALESS_CORRECCION ALARMAS	10177807	10	3,700.00	PEN
MC_STEF_SUMINIST_MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
ALE_COMPR FRIO II_OSCILACION BBA °P ACEI		0	0.00	PEN
MC_ALE_CAMB_FILT_BB_COMPR 2_SERV_PTO	10183980	10	2,640.00	PEN
MC_MAJ_SUMINIST MATERIALES_CHI_22_1		0	0.00	PEN
GRA_CHILLER BR_FALLA SENSOR DE FLUJO		0	0.00	PEN
MC_GRA_REV_SENS_FLUJ_CHIL_BABR_SERV_PTO	10183977	10	2,310.00	PEN
CON_MT CONDENSO_CALIENTA CARCAZA		0	0.00	PEN
REPARACION MOTOR ELECT_CONDENS	10177615	10	2,650.00	PEN
DESMONT/MONT/ALINEAM/REV SIST ARRQ MOTOR	10177615	20	2,950.00	PEN
ALE_CHILLER CNTRO_FUGA AGUA VALV MARIP 6		0	0.00	PEN
CA STE MC SISTEMA ELECTRICO PLANTA FRIO	10151179	10	800.00	PEN
CA STE MC TANQUE DE SUCCION		0	0.00	PEN
CA STE MC SISTEMA DE AMONIACO	10138230	10	6,000.00	PEN
CA STE MC COM ACCESORIOS DE AMONIACO	10138230	20	17,932.80	PEN
CA STE MC CAMBIO DE COMPONENTES	10138230	30	1,950.00	PEN
MC CONDENSADOR ISOTHERM [COD.030-008204]	10136150	10	600.00	PEN
MC SEPARADOR DE ACEITE [COD.030-000093]	10136151	10	600.00	PEN
MC SEPARADOR DE ACEITE [COD.030-000094]	10136152	10	600.00	PEN
MC CHILLER ISOTHERM [COD.030-002326]	10136147	10	600.00	PEN
CA SELLADO CHILLER 2 [COD.030-002326]	10136147	20	1,000.00	PEN
CAMBIO DE VALVULA DE AMONIACO		0	0.00	PEN
MC CHILLER ISOTHERM [COD.030-002328]	10136148	10	600.00	PEN
CAMBIO DE VALVULA DE AMONIACO		0	0.00	PEN
MC CHILLER ISOTHERM [COD.030-002327]	10136149	10	600.00	PEN
CAMBIO DE VALVULA DE AMONIACO		0	0.00	PEN
CA STE COMPRESOR 1 [COD.030-000089]	10138171	10	3,500.00	PEN
ALINEAMIENTO MOTOR ELEC [COD.030-000089]	10138171	20	600.00	PEN
CA STE COMPRESOR 2 [COD.030-000091]	10138173	10	3,500.00	PEN
ALINEAMIENTO MOTOR ELEC [COD.030-000091]	10138173	20	600.00	PEN
PO4_BBA CENTRO_RECALENTAMIENTO RODAMIEN		0	0.00	PEN
MC_PO4_BBA CENTRO_RECALENTAMIENTO RODAM	10123365	10	3,800.00	PEN
GRA_SIST RSW_TUB PICAD DESC CHILL BR		0	0.00	PEN
MC_GRA_SIST RSW_TUB PICAD DESC CHILL BR	10121546	10	1,700.00	PEN
STE_SIST RSW_CONTAMINACION PESCA C/ NH3		0	0.00	PEN
PO4_COMPRESOR #1_CAMBIO DE NIPLE SEPARAD		0	0.00	PEN
SEB_BBA CONDENSO_CANAL E IMPULSOR DESGAS		0	0.00	PEN
SEB_INSPECC DE BBA CONDENSO	10119582	10	1,400.00	PEN
SEB_CAMBIO DE BOMBA VERTIFLO	10119582	20	1,300.00	PEN
MC_SEB_EVALUACION FALLA TABLERO CONTROL	10119582	30	1,600.00	PEN
SEB_BBA RSW_BAJO FLUJO DE AGUA		0	0.00	PEN
SEB_REPARAC DE BOMBA RSW	10119573	10	4,244.90	PEN
SEB_DESM/MONT/PRUEB BBA RSW	10119573	20	1,900.00	PEN
ALE_CONDENSO_CAMBIO DE VALV DE 5"		0	0.00	PEN
OLG_CHLLER #2_SENSORES NO DAN LECTURA		0	0.00	PEN
MC_OLG_EQUIPO TABLERO CONTROL RSW	10246369	10	1,600.00	PEN
MC_OLG_INSPECCION PLANTA RSW	10246369	20	1,600.00	PEN
PAT_BOMBA RSW_3_FUGA DE AGUA		0	0.00	PEN
MC_PAT_BOMBA RSW_3_FUGA DE AGUA	10114798	10	1,850.00	PEN
DAN_SIST. RECIRCULAC_MATERIALES		0	0.00	PEN
PAT_COMPRESOR FRIO # 1_BAJA PRESION SUCC		0	0.00	PEN
MC_COMPRESOR FRIO # 1_BAJA PRESION SUCC	10114715	10	1,800.00	PEN
MC_PAT_COMPRESOR VILTER_INSPECCION	10114715	30	2,000.00	PEN
PO4_BOMBA RSW CENTRO_BOTA DEMASIADO AGUA		0	0.00	PEN
MC_BOMBA RSW CENTRO_BOTA DEMASIADO AGUA	10114691	10	1,800.00	PEN

STE_COMPRESOR # 1_CORTO CIRCUITO		0	0.00	PEN
MC_STE_INSPECCION TABLERO CONTROL RSW	10246367	10	1,600.00	PEN
OLG_SIST TUBERIA_CAMBIO DE VALV 6"		0	0.00	PEN
GRA_TUBER_SUCC_BB ESTRB_CORROIDAS		0	0.00	PEN
GRA_CAMB_TUB_SUCC_BB ESTRB	10111962	10	2,800.00	PEN
PAT_ELIMINAR FUGA AGUA TAPA LATERA		0	0.00	PEN
PAT_CORRECCION, SOLDEO TAPA LATERAL	10111837	10	750.00	PEN
PAT_REVI_SENSORES BODEGA		0	0.00	PEN
PAT_CALBRA_SENSPRES BODEGA	10113293	10	1,600.00	PEN
MC_MAJ_CAMB_VALV_MARI_BB_CONDES		0	0.00	PEN
MC_MAJ_CAMB_VALV_MARI_6"	10111762	10	460.00	PEN
ALESS_CAMB_VALV_PASE_AGUA		0	0.00	PEN
MC_ALESS_REEMP_VALV_T/MARIPOS	10110324	10	920.00	PEN
ALESS_CARRET_DESCARG_BB_COND_CORROIDO		0	0.00	PEN
MC_ALESS_CONFEC CARRET_BB_CONDEN	10110327	10	900.00	PEN
CONS_VALV_MARIPOS_NO CIERRAN		0	0.00	PEN
MC_CONS_CAMB_VALV_T/ MARIPO_LINE_SUCCION	10110330	10	920.00	PEN
POIV_SIST_RSW_CAMBIO VALVULAS		0	0.00	PEN
MC_POIV_CAMBIO_VALV_MARIPOSA	10110129	10	920.00	PEN
POIV_SIST_RSW_CAMBIO BOMBA CENTRO		0	0.00	PEN
MC_POIV_DESMOT_MONT_ALINEA_BB_CENTR	10110156	10	1,600.00	PEN
SEBAS_REVISION ACTUADORES ELECT BODEGA		0	0.00	PEN
MC_SEBAS_REV_ACTUADORES_BODEG	10110378	10	3,475.00	PEN
STEF_CAMB_VALV_RSW Y CHECK	10110157	10	950.00	PEN
MC_STEF_CAMB_VALV_RSW		0	0.00	PEN
DAN_SIST_RSW_CAMBIO VALVULAS		0	0.00	PEN
DAN_SIST_RSW_CAMB VALV T/MARIPO_COMPUERT	10110099	10	2,025.00	PEN
DAN_CONDENSO_CAMBIO MT ELECTRICO CONDENS	10110096	10	1,435.00	PEN
DAN_CHILLER_CAMBIO DE VALV.INYECC		0	0.00	PEN
OLG_PLANTA RSW_INSPECC PLANTA RSW		0	0.00	PEN
CAMBIO DE CONTROL NIVEL REFRIGERAN DE	10110210	10	3,200.00	PEN
OLG_COMPRESOR #1_PROGRAM CONTROL CAP	10110167	10	2,500.00	PEN
OLG_CHILLER # 3_C/CONTROLES NIVEL AMONIA		0	0.00	PEN
OLG_SIST_RSW_CAMBIO VALVULAS CHECK	10110178	10	705.00	PEN
SEB_ELECTRICO RSW_DESPERFECTO CONTACTOR		0	0.00	PEN
MC_SEB_CORREC_ARRANQ_BOMB ESTRB_SERV PTO	10108980	10	1,600.00	PEN
ALE_ELECTRICO RSW_VERIFIC MICRORELAY TAB		0	0.00	PEN
MC_ALESS_VERIF_RELAY_TAB_CONTR_SERV PTO	10110162	10	2,310.00	PEN
OLG_CHILLER_CAMBIO DE FLUJOMETRO		0	0.00	PEN
PAT_ELECTRICO RSW_REV CONS AMP MOT ELECT		0	0.00	PEN
MC_PAT_REV AMP MOT ELECT_COND_SERV PTO	10110161	10	2,310.00	PEN
PO4_TOMAF AUX_REVISION CARTRIDGE DENINSO		0	0.00	PEN
DAN_SIST_RSW_ELEVA AMPERAJE BBA CONDENSO		0	0.00	PEN
MC_DAN_REV_MOTOR_BB_CONDENSO 1_SERV PTO	10108979	10	2,000.00	PEN
MC_ALESS_REFR_SUMINIST MATERI_CHI_21_2		0	0.00	PEN
DJU_BOMBA 4 RSW_SOBRECARGA		0	0.00	PEN
DESMON/MANIOBR/MONTAJ/ ALINEA/MOTOR 4	10099689	10	2,000.00	PEN
REPARAC/REBOBINA/MOTOR ELECTRICO	10099689	20	2,300.00	PEN
CON_SIST. RSW_SOLDEO TUBERIA BDGA PA ER	10030068	10	800.00	PEN
PO4_TOMAFUERZA_RECALENAMIENTO CLUTCH		0	0.00	PEN
Total			311,361.84	

Anexo 2. Registro de magnitud de averías en componentes del sistema

		Leve	Medio	Alto
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FALLAS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II	Compresor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Motores	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SEPARADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	CONDENSADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BOMBA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	TANQUE RECIBIDOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	VALVULA DE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	CHILLER	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	TABLERO DE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Héctor Domingo Benites Villegas

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Departamento Académico	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa. Asesor / Unidad de Investigación revisora del trabajo de Investigación intitulado:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019

Del estudiante / docente: Br. Luis Enrique Loyola Serrano/Br. Juan José Távora Fiestas
De la escuela / departamento académico: Ingeniería en Energía

Constato que la investigación presentada tiene un porcentaje de similitud del 20 % el cual se verifica con el reporte de originalidad de la aplicación Turnitin adjunto.

Quién suscribe la presente, declaro el haber analizado dicho reporte y concluyo que las coincidencias detectadas no se conforman como plagio. A mi claro saber y entender, la investigación cumple con las normas de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 14 de marzo de 2023

Firma:

Nombres y Apellidos del Asesor/Presidente UI: Héctor Domingo Benites Villegas.

DNI: 17821639



DECLARACION JURADA DE AUTORIA

Yo, Luis Enrique Loyola Serrano / Juan José Távara Fiestas

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:						
Departamento Académico:	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado:		

Programa: Tesis de pregrado para titulación profesional

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019

presentado en 93 folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 14 de marzo de 2023

Firma:

01 Nombres y Apellidos: Luis Enrique Loyola Serrano / Juan José Távara Fiestas

DNI: 74043139/ DNI. 72942069

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD OPERATIVA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA EMBARCACIÓN BAMAR II, EMPRESA PESQUERA HAYDUK-2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	virtual.urbe.edu Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	1%
6	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	1%

9	repositorio.cuc.edu.co Fuente de Internet	1 %
10	www1.monografias.com Fuente de Internet	1 %
11	cursuri.aula21.ro Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
13	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	angelmendizabal.com Fuente de Internet	<1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
16	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unimagdalena.edu.co Fuente de Internet	<1 %
19	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
20	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.ulatina.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
24	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.utl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
29	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
31	repositorio.tec.mx Fuente de Internet	<1 %

32

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

33

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo