

**Diseño De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para Equipos Industriales De Uso Hospitalario En La  
Subred Integrada De Servicios De Salud Centro Oriente E.S.E. Bogotá.**

Freddy Enrique Aguilar Castro - 115851

Jhon Andrés Rodríguez Cárdenas – 127096

Director

Msc Carlos Linares Valentín

Tutor institucional

Esp Oscar Alfredo Vizcaino Moreno

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrados

Universidad Ecci – Bogotá

2023

## **Agradecimientos.**

Queremos agradecer en primer lugar a Dios por brindar la vida y haber permitido ingresar, desarrollar y aprender nuevos conocimientos en esta especialización de gerencia de mantenimiento, se agradece a los profesores del postgrado, los cuales dieron las bases para iniciar el proceso y todo el apoyo para finalizar con éxito cada uno de los retos propuestos de cada materia, especialmente se extienden los agradecimientos a los compañeros de clase que de una u otra forma compartieron su conocimiento, experiencia y colaboración para enriquecer nuestra perspectiva en todo el ámbito profesional.

## **Introducción**

Para que la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. tenga una mejor continuidad en la atención de sus usuarios y un excelente mantenimiento costo-beneficio, este último el principal objetivo de cualquier empresa no ajena a esta realidad, la Subred C.O tiene en su infraestructura equipos industriales de uso hospitalario que permiten prestar un servicio de calidad, actualmente no cuenta con un plan de mantenimiento enfocado a sus equipos industriales, lo cual no permite una trazabilidad de los mantenimientos requeridos por parte del proveedor que los ejecuta, no solo debe realizar mantenimiento a sus instalaciones y equipos industriales para asegurar su operación continua y competencia, también debe cumplir con los requisitos del Reglamento de Autorización de Servicios de Salud, con sus respectivos soportes de ejecución y cronogramas.

Al estar autorizado a prestar servicios médicos en Colombia, deben contar con los planes de mantenimiento tanto de infraestructura como de equipo industrial, la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. debe enfocarse en el cumplimiento de los estándares y buscar brindar confiabilidad a los servicios que se prestan en las diferentes áreas asistenciales, de acuerdo con el servicio que prestan los equipos industriales de uso hospitalario de forma directa o indirecta.

A medida que este plan de mantenimiento se desarrolla, se pretende resaltar la importancia del mantenimiento de los equipos industriales de los centros hospitalarios, conformar un plan de mantenimiento que vaya más allá de la seguridad del paciente, basados en la gerencia de mantenimiento con el fin de gestionar con eficiencia los activos, recursos financieros y desarrollando el talento humano de la Subred C.O.

Este trabajo se centra en el diseño de planes de mantenimiento de equipos industriales de uso hospitalario, propuesto cuando se diagnóstica su carencia en la documentación y requisitos para intervención de estos mismos, la trazabilidad de lo realizado por el proveedor que ejecuta y los términos y condiciones técnicas requeridas en las adjudicaciones de los contratos de mantenimientos preventivos y correctivos. Para la prestación de servicios de salud de los usuarios; el objetivo con estos equipos es mantener lo suficiente una operación segura, en algunos casos independiente del valor económico. La buena operación, el estado y funcionamiento continuo de estos dispositivos, depende del diagnóstico oportuno, planear e intervenir a tiempo.

Con la creación de este plan de mantenimiento, desde las etapas de análisis causa raíz, adaptación de plan de mantenimiento a cada equipo, implementación y seguimiento al mismo, se busca una mejora continua para mantener funcionales los equipos industriales por medio de las intervenciones; se propone lograr este objetivo combinando diferentes estrategias de mantenimiento para la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E, como mantenimiento preventivo, análisis RCA, metodología ABC basados en aspectos de confiabilidad y gráfica de Pareto para identificar las causas a intervenir y de esta forma evitar las fallas.

## Tabla de Contenido.

Agradecimientos.....	2
Introducción.....	3
Tabla de Contenido.....	5
Lista de tablas.....	8
Lista de figuras.....	11
Resumen.....	1
Abstract.....	2
1 Título de la Investigación.....	4
1.1 Problema de investigación.....	5
1.1.1 Descripción del problema.....	5
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	8
1.4.1 Delimitación.....	10
1.4.2 Limitaciones.....	11
2 Marco referencial.....	12

2.1	Estado del arte .....	12
2.1.1	Estado del arte Internacional .....	12
2.1.2	Estado del arte nacional.....	17
2.2	Marco teórico .....	21
2.2.1	Mantenimiento y desarrollo histórico.....	21
2.2.2	Definición de mantenimiento .....	22
2.2.3	Tipos de mantenimiento .....	22
2.2.4	Definición de procesos y servicios de un centro de atención de servicios de salud.	25
2.2.5	Clasificación general del equipamiento hospitalario.....	27
2.2.6	Equipamiento médico.....	28
2.3	Marco legal.....	31
3	Marco metodológico de la investigación.....	33
3.1	Recolección de la información .....	39
3.1.1	Población y muestra. ....	39
3.2	Técnica de recolección de datos.....	39
4	Desarrollo .....	42
4.1	Técnica: .....	42
5	Consideraciones éticas resolución ética 8430.....	45
5.1	Procedimiento 1: Taxonomía de los equipos industriales de acuerdo a la norma ISO 14224 de la subred integrada de salud centro oriente E.S.E Bogotá .....	47

5.2	Procedimiento 2: Análisis de causa raíz (RCA) de fallas en los equipos industriales con clasificación por medio de la metodología criticidad ABC bajo aspectos de impacto de fallas en la confiabilidad de los equipos Iso 55001 .....	74
5.3	Procedimiento 3: Adaptación de actividades de mantenimiento preventivo .....	125
5.4	Análisis de la información.....	149
5.5	Resultados .....	150
5.6	Análisis Financiero.....	151
6	Conclusiones.....	156
7	Recomendaciones .....	158
8	Bibliografía .....	160

## Lista de tablas.

Tabla 1. Sistemas y subsistemas clasificados como críticos.....	29
Tabla 2 Sistema instalaciones normales.....	30
Tabla 3. Descripción de las actividades a desarrollar .....	35
Tabla 4 Diagrama de Gantt .....	36
Tabla 5. Recursos Humanos.....	39
Tabla 6. Recursos Institucionales.....	40
Tabla 7. Gasto de Equipo.....	41
Tabla 8. Presupuesto .....	41
Tabla 9. Taxonomía y subdivisión aire acondicionado.....	47
Tabla 10. Taxonomía y subdivisión ascensor - montacargas.....	50
Tabla 11. Taxonomía y subdivisión bomba de vacío.....	53
Tabla 12. Taxonomía y subdivisión Caldera .....	55
Tabla 13. Taxonomía y subdivisión cuartos fríos .....	57
Tabla 14. Taxonomía y subdivisión extractor e inyector.....	59
Tabla 15. Taxonomía y subdivisión sistema de presión .....	63
Tabla 16. Taxonomía y subdivisión planta eléctrica.....	67
Tabla 17. Taxonomía y subdivisión UPS.....	69
Tabla 18. Taxonomía y subdivisión compresor .....	72
Tabla 19. RCA aire acondicionado .....	74
Tabla 20. RCA ascensor.....	76
Tabla 21. RCA bomba de vacío .....	78
Tabla 22. RCA caldera.....	79



Tabla 23. RCA cuarto frio.....	81
Tabla 24. RCA extractor e inyector .....	83
Tabla 25. RCA sistema de presión.....	85
Tabla 26. RCA planta eléctrica .....	87
Tabla 27. RCA UPS .....	89
Tabla 28. RCA compresor .....	90
Tabla 29. Aspecto de confiabilidad de la ISO 55001 .....	92
Tabla 30. Análisis de criticidad ABC .....	93
Tabla 31. Criticidad aire acondicionado .....	94
Tabla 32. Criticidad ascensor.....	95
Tabla 33. Criticidad bomba de vacío .....	97
Tabla 34. Criticidad caldera .....	98
Tabla 35. Criticidad cuarto frio.....	100
Tabla 36. Criticidad extractores e inyectores.....	102
Tabla 37. Criticidad sistema de presión .....	103
Tabla 38. Criticidad planta eléctrica .....	105
Tabla 39. Criticidad UPS .....	106
Tabla 40. Criticidad compresor.....	107
Tabla 41. Identificación de actividades aire acondicionado .....	126
Tabla 42. Plan de mantenimiento aire acondicionado .....	127
Tabla 43. Identificación actividades compresor .....	129
Tabla 44. Plan de mantenimiento compresor.....	129
Tabla 45. Identificación actividades de UPS .....	130

Tabla 46. Plan de mantenimiento UPS .....	131
Tabla 47. Identificación actividades planta eléctrica .....	132
Tabla 48. Plan de mantenimiento planta eléctrica .....	133
Tabla 49. Identificación de actividades sistema de presión .....	135
Tabla 50. Plan de mantenimiento sistema de presión .....	136
Tabla 51. Identificación de actividades extractor e inyector .....	138
Tabla 52. Plan de mantenimiento extractor e inyector.....	139
Tabla 53. Identificación de actividades ascensor.....	140
Tabla 54. Plan de mantenimiento ascensor .....	141
Tabla 55. Identificación de actividades bomba de vacío .....	142
Tabla 56. Plan de mantenimiento bomba de vacío .....	143
Tabla 57. Identificación de actividades caldera .....	144
Tabla 58. Plan de mantenimiento caldera .....	146
Tabla 59. Identificación actividades cuarto frío.....	147
Tabla 60. Plan de mantenimiento cuarto frío .....	148
Tabla 61. Ingreso en facturación Hospital santa clara .....	153
Tabla 62. Costo paradas no programadas .....	154
Tabla 63. Costo de mantenimiento preventivo equipo industrial .....	154

## Lista de figuras.

figura 1. Aire acondicionado	50
figura 2. Ascensor	52
figura 3. Bomba de vacío	54
figura 4. Caldera	56
figura 5. Cuarto frío	58
figura 6. Extractor e inyector	62
figura 7. Sistema de presión	67
figura 8. Planta eléctrica	69
figura 9. UPS	72
figura 10. Compresor	73
figura 11. Causas aire acondicionado	109
figura 12. Causas ascensor	110
figura 13. Causas bomba de vacío	111
figura 14. Causas caldera	113
figura 15. Causas cuarto frío	114
figura 16. Causas extractor e inyector	115
figura 17. Causas sistema de presión	118
figura 18. Causas planta eléctrica	120
figura 19. Causas UPS	122
figura 20. Causas compresor	124

## **Resumen**

A continuación, el proyecto tiene como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente. Para lograrlo, se propone identificar los equipos, describir las fallas a través del análisis RCA, aplicar la estrategia de mantenimiento preventivo basado en el resultado del análisis RCA, las actividades del manual del fabricante y el histórico de la gestión del conocimiento.

Este plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad asegurar la disponibilidad y el funcionamiento de los equipos, lo que puede mejorar la calidad del servicio prestados a los usuarios y colaboradores, por medio de un enfoque preventivo puede reducir el riesgo de fallas, mantener la vida útil de los equipos y evitar los altos costos por mantenimiento correctivo y/o reactivos. Por lo tanto, el proyecto tiene una gran importancia para la entidad con un impacto significativo en la eficiencia y calidad de los servicios prestados en la parte asistencial y administrativa.

### **Abstract.**

Next, the project aims to design a preventive maintenance plan for industrial equipment for hospital use in the integrated health services subnetwork center east. To achieve this, it is proposed to identify the equipment, describe the failures through the RCA analysis, apply the strategy preventive maintenance and design a maintenance plan based on the activities of the manufacturer's manual and historical knowledge management.

The purpose of this preventive maintenance plan is to ensure the availability and operation of the equipment, which can improve the quality of service provided to users and collaborators, through a preventive approach it can reduce the risk of failures, maintain the useful life equipment and avoid high costs for corrective maintenance and/or reactivities. Therefore, the project is of great importance for the entity with a significant impact on the efficiency and quality of the services provided in the assistance and administrative part.

### **Palabras clave**

Plan de mantenimiento, mantenimiento preventivo, equipos industriales, criticidad de fallas, análisis de causa raíz, aspectos de confiabilidad, gestión de activos, taxonomía de equipos, impacto de fallas, actividades de mantenimiento.

## **1 Título de la Investigación**

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. Bogotá.

## **1.1 Problema de investigación**

### ***1.1.1 Descripción del problema.***

En la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E, se realizó la búsqueda del plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales, no obstante, surge la necesidad de desarrollarlo garantizando que sea adecuado y estandarizado en el entorno hospitalario. La experiencia labora ha evidenciado que estos equipos son críticos para la atención de los usuarios y el desarrollo de las actividades ininterrumpidas de los colaboradores y su mal funcionamiento o fallas pueden afectar la calidad de la atención médica y la seguridad de los pacientes. Los fabricantes en los documentos que consolidan las recomendaciones han señalado que la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado puede conducir a un mayor riesgo de fallas en los equipos, lo que a su vez puede resultar en tiempos de inactividad prolongados, retrasos en la atención médica, aumento de los costos de reparación y reemplazo de equipos de manera anticipada, igualmente disminución de la satisfacción del usuario y colaboradores.



## **1.2 Formulación del problema.**

¿Cuál es el plan de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento de los equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente, considerando las necesidades y características específicas del entorno hospitalario, así como la normativa y estándares aplicables en el sector de la salud?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

1. Identificar los equipos industriales de acuerdo a la norma ISO 14224 taxonomía de equipos para conocer el estado y la función del equipo dentro de la entidad.
2. Analizar las fallas de los equipos industriales a través de un análisis causa raíz y metodología de criticidad ABC basados en aspectos de confiabilidad de los impactos de las fallas ISO 55001.
3. Analizar bajo la metodología RCA, criticidad ABC y el retorno a la inversión dada en la reducción de costos del proyecto.

## 1.4 Justificación

Este proyecto es realizado con la finalidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos para los equipos industriales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. según (Sacristán, 2014) hace mención: Un plan de mantenimiento preventivo óptimo nos permite comprender que este tiene unos límites en los cuales no mejoramos la fiabilidad más que si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones sobre los sistemas. Por tanto, un plan de mantenimiento preventivo (PMP) va a definir la estrategia del mantenimiento más pertinente que aplicar sobre un equipo, frente a las consecuencias de no aplicarlo. Al realizar el estudio, vamos a encontrar los fallos juzgados como críticos. Este plan de mantenimiento permite obtener una información de calidad, estandarizada y centralizada sobre los equipos que se encuentran en los centros de salud, adicional por medio de este plan de mantenimiento se obtiene una estandarización de todas las actividades específicas requeridas para garantizar la adecuada ejecución del mantenimiento preventivo realizado a cada equipo industrial por el contratista, de esta forma se garantiza imparcialidad y transparencia en la adjudicación de los contratos y por ende un mantenimiento adecuado para el funcionamiento óptimo de los equipos industriales. Entre el año 2020 y 2023 la Subred se presentó una variación considerable de costos en un rango del 20 hasta el 50% entre proveedores, a la hora de realizar la invitación a cotizar de manera abierta en la plataforma del secop II, lo anterior se da con base a que algunas empresas proponen un plan de mantenimiento con diferencias en el número actividades.

Según (Ardila, 2021) en el informe de gestión 2021 de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente, expresa el sector salud de la capital, se encuentra conformado por la Secretaría Distrital de Salud y las entidades adscritas, entre las cuales se encuentra Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E, es una Entidad Pública de categoría

especial, descentralizada del Orden Distrital, con autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrita a la Secretaria Distrital de Salud y parte integrante del Sistema General de Seguridad Social en Salud, que tiene por objetivo principal prestar servicios de salud esencial, orientando sus acciones a la promoción de la salud, la prevención, curación y rehabilitación de la enfermedad, la docencia e investigación; con una política de calidad enfocada en el mejoramiento continuo de sus procesos, en la atención al cliente y la satisfacción de los usuarios en sus expectativas en materia de salud.

La entidad presta atención a la población de las localidades de Candelaria, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Antonio Nariño y los Mártires, para un total de 1.152.822 beneficiarios de los servicios de salud que presta la Subred de forma continua las 24 horas del día, por lo tanto, es indispensable que los equipos industriales de la subred centro oriente, cumpla un adecuado plan de mantenimiento preventivo que brinde garantías en el respaldo de la prestación de los servicios de salud y en las actividades ininterrumpidas de sus colaboradores.

En estas localidades se ubican unidades de servicios de salud los cuales brindan servicios de: Medicina general, odontología general, vacunación, programas de promoción y detección temprana, enfermería, a la igual odontología especializada centralizada (ortodoncia, odontopediatria) toma de muestra laboratorio clínico, optometría. También cuenta con Centros de Atención prioritaria en Salud los cuales brindan adicional: 3 especialidades básicas de pediatría, medicina interna y ginecobstetricia, toma de muestra de laboratorio clínico, servicio farmacéutico. Por ultimo unidades medica hospitalaria especializada en cardiología, anestesiología, optometría, ortopedia, traumatología, patología, psicología, radiología, toxicología, medicina física, rehabilitación, infectología, cirugía general, oftalmología, parto, cesarías y manejo crítico neonatal, entre otros servicios, todos los anteriores servicios de salud

tienen un consolidado de producción asistencial promedio anual de 3.678.608, estos cuentan con el respaldo y servicio de los equipos industriales hospitalarios; Aires acondicionados, extractores e inyectores, plantas eléctricas y Ups, Calderas y calderines, motobombas y sistemas contraincendios, bombas de vacío y compresores aire, ascensores camilleros y de montacarga, evidenciando la importancia de un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales de uso hospitalario.

La Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. Por ser una entidad pública del estado debe rendir cuentas a los entes de control y sistema de habilitación, esto con el fin de evitar hallazgo y/o sanciones por no contar con documentación administrativa que soporte las actividades que se ejecutan, los equipos industriales deben contar con un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos que brinde información clara y precisa, de su estado y buen funcionamiento, las auditorias que requieran esta información accedería a ella de manera inmediata.

El plan de mantenimiento preventivo es de fácil acceso a todos los actores que intervienen en la revisión, seguimiento, auditoria y ejecución de los mantenimientos preventivos de los equipos, pretende unificar los procedimientos y sentar las bases para guiar en la intervención a los equipos.

#### ***1.4.1 Delimitación***

Esta investigación se llevará a cabo en los equipos industriales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E, ubicada en la ciudad de Bogotá D.C.

### **1.4.2 Limitaciones**

Adquisición de equipos industriales con nuevas tecnologías o implementación de esta en los equipos actuales.

## 2 Marco referencial

### 2.1 Estado del arte

#### 2.1.1 *Estado del arte Internacional*

**Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia**, en el año 2018 en la universidad cesar vallejo de Perú, los ingenieros Alba Rosales Franklin Yonel y Chinchay Guerrero William Edgardo, en su tesis elaboran un "Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos, unidad de cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia - Huaraz" utilizó el método deductivo y se basó en una investigación pre experimental y longitudinal. La población de estudio incluyó 20 equipos médicos de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del hospital de la provincia de Huaraz. La investigación identificó que el hospital no contaba con un plan de mantenimiento preventivo propio para garantizar la disponibilidad permanente de los equipos. Se desarrolló y se implementó un plan de mantenimiento preventivo que aumentó la disponibilidad de los equipos médicos hasta un 94%. Se utilizó la prueba de hipótesis estadística T-Student y se obtuvieron resultados menores a 0.05, lo que permitió concluir que el plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de los equipos biomédicos. La investigación diseñó un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad inicial de los equipos biomédicos, mediante la ejecución a nivel de los dispositivos médicos del hospital. El alcance del estudio se basó en la identificación del estado inicial de los equipos biomédicos, la evaluación situacional actual y la implementación del plan de mantenimiento preventivo. La investigación puede ser útil para guiar el desarrollo del mantenimiento en hospitales que cuentan o no con Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) (Yonel & Edgardo, 2018) .La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles de un

plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos y máquinas de las instalaciones generales del hospital del instituto ecuatoriano de seguridad social (iess) del cantón santo domingo**, en el año 2014 en la universidad técnica Estatal de Quevedo unidad de estudios a distancia de Ecuador, el ingeniero Luis Alejandro Cuaical Recalde en su tesis "Diseñar un plan de mantenimiento preventivo planificado para prever las fallas de los equipos y máquinas de las instalaciones generales del Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) del cantón Santo Domingo" se centró en los aspectos técnicos del mantenimiento a implementarse en las instalaciones generales del hospital. El diagnóstico reveló que el 80% de los equipos y máquinas de las instalaciones generales son críticos para el funcionamiento normal del hospital y que la falta de herramientas adecuadas, un control de inventario de repuestos inadecuado, la ausencia de formatos de control y la falta de seguimiento son algunos de los principales factores que afectan el mantenimiento. En consecuencia, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo planificado basado en las actividades y frecuencia de mantenimiento propuestas en el estudio. (Recalde, 2015) La investigación aporta al desarrollo un plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos y máquinas de las instalaciones generales, los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos**, en el año 2019 en la universidad Internacional Iberoamericana – UNINI (México), los profesionales Marcial Alfredo Yam Cervantes, Ramón de Jesús Pali Casanova, José del Carmen Zavala Loría en su artículo presenta un sistema de información de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo relacionado con los datos obtenidos a partir de una Matriz de Criticidad cuyos parámetros fueron



basados en el historial de intervenciones de mantenimiento y la observación visual y auditiva de los equipos tales como: Básculas mecánicas, Malacates, Tolvas y Esterilizadores. El análisis de Criticidad determinó tendencias de mantenimiento preventivo y predictivo para los pares “Básculas mecánicas, Malacates” y “Tolvas, Esterilizadores”, respectivamente, estableciéndose de esta manera un sistema de planeación de mantenimiento preventivo para Tolvas y Esterilizadores mediante el diseño, elaboración y alimentación de datos al sistema de información que anticipa el control previsivo sobre las acciones del departamento de mantenimiento y producción. Estas acciones generan beneficios tales como la disponibilidad y seguridad de la planta de equipos, mejora en la calidad de los productos, un mejor registro con capacidad de información de primera mano sobre las condiciones de la maquinaria, una buena capacidad en cantidad y calidad de actividades de mantenimiento, optimización en el manejo de partes de reparación, mejoras del diseño de equipos, lo cual conduce a reducción de costos por mantenimiento. (Cervantes, Casanova, & Loría, 2019). El artículo aporta al desarrollo de esta propuesta detalles en la aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos, los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos**, en el año 2019 en el Instituto Politécnico Nacional de México, los profesionales Omar Campos López, Guilibaldo Tolentino Eslava, Miguel Toledo Velázquez, René Tolentino Eslava en su artículo “Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos” El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es una metodología ampliamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento de equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la

satisfacción del usuario o propietario. Actualmente existen varias metodologías de RCM, sin embargo, la esencia de esta metodología está contenida en la norma SAE JA1011. En este trabajo se propone una metodología RCM aumentada, que además de incluir los pasos que señala la norma SAE JA1011, incluye algunos pasos adicionales que facilitan la aplicación. La metodología propuesta se obtuvo después de analizar las normas SAE JA1011 y SAE JA1012 para RCM, la metodología de análisis de modos de falla y efectos (FMEA por sus siglas en inglés) de la norma SAE J1739, la norma ISO 14224, la base de datos OREDA y algunos casos de estudio. Se obtuvo una metodología de RCM aumentada que incluye pasos adicionales tales como: recopilación de información, utilización de la norma ISO 14224 para uniformizar la información del equipo, utilización de bases de datos como OREDA para las causas de falla y la evaluación de efectos de falla para definir los números de prioridad de riesgo (NPR) y jerarquizar las fallas. Se presenta y analiza de forma breve un caso de aplicación de la metodología propuesta (López & Guilibaldo Tolentino Eslava, 2019). El artículo aporta al desarrollo de esta propuesta detalles en metodologías de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Implementación de un plan de Mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso Productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA alimentos S.A**, en el año 2016 en la universidad privada del norte de lima Perú, el profesional Edgar García Mallqui en su tesis “Implementación de un plan de Mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso Productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA alimentos s.a.” su objetivo principal es mejorar la confiabilidad de los equipos en la planta de producción de UESFALIA Alimentos S.A a través de la elaboración e implementación de un programa de Sistema de Gestión de Mantenimiento

Preventivo en función a la criticidad. Este proyecto se enfoca en la gestión del mantenimiento aplicando estrategias y orientación a costo/efectividad. La industria alimenticia exige una alta calidad y confiabilidad en sus productos, y el mantenimiento adecuado de los equipos de producción es fundamental para garantizar esto.

La tesis muestra la aplicación del mantenimiento preventivo en los equipos críticos de una fábrica de alimentos, identificada a través del uso de herramientas de decisión implementadas con la participación de las diferentes áreas de la empresa. Se eligieron equipos críticos de planta para determinar el tipo de mantenimiento adecuado para una planta de proceso, considerando su contexto operacional actual y utilizando procedimientos estandarizados bajo normas técnicas.

La implementación del proyecto implica la planeación para reducir las paradas intempestivas y obtener una alta efectividad de la empresa, teniendo en cuenta que las acciones deben ejecutarse en periodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. Para la implementación del proyecto se ha visto conveniente hacer el análisis de indicadores de mantenimiento. En resumen, la tesis presenta una propuesta de mejora que beneficie la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la imagen empresarial de UESFALIA Alimentos S.A. (Mallqui, 2016). La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles en la implementación de un plan de Mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

### **2.1.2 Estado del arte nacional**

**Diseño de un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de equipos industriales y redes hospitalarias**, en el año 2011 en la universidad autónoma de occidente de Santiago de Cali, el ingeniero Juan Camilo Sánchez Bravo en su tesis “Diseño de un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de equipos industriales y redes hospitalarias” propone un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de equipos y redes hospitalarias, partiendo de varias fuentes de información técnica, de las cuales se seleccionan y adaptan los procedimientos de acuerdo a las necesidades. Una vez establecido los procedimientos para cada sistema y red hospitalaria incluidos en el manual, se elaboraron listas de chequeo que permitieran el control de la aplicación de los procedimientos propuestos en el manual. A demás se realiza el cronograma de planeación anual para el mantenimiento de cada sistema. Una vez finalizado el proceso completo de diseño, se implementa un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de equipos industriales y redes hospitalarias. La aplicación de este manual permitirá el adecuado proceso de gestión de mantenimiento, logrando mejorar la calidad de los servicios prestados en las instituciones de salud, optimizando los procesos de los sistemas ingenieros y redes hospitalarias. (Bravo, 2011) La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles para el desarrollo de actividades de mantenimiento preventivo de los equipos industriales, los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Manual de mantenimiento para equipos industriales de centros de atención hospitalarios, basado en la eficiencia energética y la confiabilidad de operación de servicios**, en el año 2016 en la universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, el ingeniero Jairo Palacio Suárez en su tesis “Manual de mantenimiento para equipos industriales de centros de atención

hospitalarios, basado en la eficiencia energética y la confiabilidad de operación de servicios” la cual presenta una metodología para elaborar un manual de mantenimiento de equipos industriales en un centro de atención hospitalario, enfocado en la seguridad, confiabilidad y eficiencia energética. En la primera sección del manual se documenta la reglamentación técnica que orienta el funcionamiento de un centro de salud, así como las clasificaciones y exigencias de los equipos necesarios para la prestación de servicios. Además, se hace referencia a los controles e indicadores que por norma deben existir en un centro de atención hospitalaria.

Posteriormente, se define la estructura para la elaboración y ejecución de un plan de mantenimiento en un centro de atención en salud, teniendo en cuenta la exigencia legal de contar con este documento y procedimiento para la autorización de operación. En este sentido, se propone una metodología de implementación de mantenimiento centrado en la eficiencia energética, con exigencias en todas las etapas de planeación, implementación y seguimiento para asegurar la confiabilidad en la prestación del servicio y no afectar la variable de seguridad del paciente.

Finalmente, el manual plantea estrategias para la selección y evaluación de variables de funcionamiento críticas, a fin de tenerlas en cuenta en la elaboración y estructura del plan de mantenimiento. La confiabilidad en la operación y el seguimiento a lo planeado, con las respectivas acciones de mejora, forman parte integral de la ejecución y registro del plan de mantenimiento en el centro hospitalario. (Suárez, 2016) . La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles para Diseño de un plan de mantenimiento basado eficiencia energética y la confiabilidad de operación de servicios, los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Análisis de las condiciones de mantenimiento para la repotenciación de equipos industriales en la clínica Medilaser S.A,** en el año 2018 en la universidad Cooperativa de Colombia de Neiva, el ingeniero Víctor Alfonso Toledo Orrego en su tesis “Análisis de las condiciones de mantenimiento para la repotenciación de equipos industriales en la clínica Medilaser S.A” se creó un cronograma de mantenimiento que nos explican cuáles son los tipos de mantenimientos que se debe realizar a cada equipo industrial. Además, es un apoyo para la clínica Medilaser S.A, ya que brinda información clave que ayuda a tener un orden de los mantenimientos que se deben hacer periódicamente, las funciones que debe desempeñar el personal de mantenimiento al operar un equipo y las herramientas necesarias para que el proceso se realice correctamente. Pero también se creó una serie de hojas de vida que nos explica la edad correspondiente de cada equipo y cuáles son sus funcionalidades, aparte de esto se tiene unas tablas de inventario que nos permite tener información precisa de los mismos, como cuales equipos se encuentra en funcionamiento en la clínica, su modelo, serie, placa y ubicación. Además de esto se tiene una serie de protocolos que se les debe hacer a ellos cuando se les va realizar el respectivo mantenimiento. Por último, se realizó una matriz de obsolescencia para repotenciación de los equipos industriales de la clínica Medilaser S.A, ya que le permite conocer el estado actual y cuales están próximos para ser sustituidos. Si se llega a cumplir toda esta serie de mantenimiento a estos equipos se empezará a ver resultados excelentes ya que se logrará tener un funcionamiento excelente de estos equipos y se les brindará un buen servicio a los clientes. (Orrego, 2018) La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles para la elaboración de un análisis de condiciones de mantenimiento para la repotenciación de equipos industriales los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales del hospital universitario Clínica San Rafael**, en el año 2021 en la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, el ingeniero Ismael Peña Montejo en su tesis “implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales del hospital universitario Clínica San Rafael” describe la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el Hospital Universitario Clínica San Rafael (HUCSR) como solución a las necesidades evidenciadas en su funcionamiento. El plan se desarrolla a partir de la teoría y técnica obtenida de autores especializados y se aplica a la realidad del hospital. Se identifica un área piloto y se extiende a todas las áreas del hospital debido a la necesidad de intervención inmediata en los equipos. Se establece un plan de mantenimiento con sus respectivas actividades, periodicidades y base de recolección de información. Los resultados son evidentes, se reducen paradas y fallas inesperadas, se pueden prever fallas y se puede destinar un presupuesto para la adquisición de elementos requeridos. El plan de mantenimiento genera beneficios económicos y de funcionamiento organizacional. (Montejo, 2021) La investigación aporta al desarrollo de esta propuesta detalles en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

**Propuesta para mejorar el plan de mantenimiento de equipos biomédicos en la clínica de especialistas la dorada**, en el año 2013 en la Escuela Colombiana De Carreras Industriales de Bogotá D.C, los ingenieros Jaime Eduardo Gíl García y Leonardo Iván Guerrero Álvarez en su tesis “Propuesta para mejorar el plan de mantenimiento de equipos biomédicos en la clínica de especialistas la dorada” es una propuesta de mejora realizada al Plan de Mantenimiento existente en la Clínica de Especialistas la Dorada, con el fin de garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que utiliza la tecnología biomédica. Se propone

inicialmente la revisión del inventario del equipamiento biomédico, determinando el nivel de riesgo, y el nivel de prioridad para cada equipo biomédico. Para cada procedimiento se propone implementar un diseño llamado lista de chequeo donde se expresan los resultados de cada mantenimiento o actividad realizada. El propósito es reflejar de forma rápida, clara y eficiente el estado actual de los equipos biomédicos después de haberles realizado la inspección y el mantenimiento. Para realizar esta propuesta de mejora al Plan de Mantenimiento se tuvo en cuenta la planificación anual del mantenimiento, elaborando los procedimientos de mantenimiento como tablas de frecuencia (cronograma), formatos para el plan anual de mantenimiento, ordenes de trabajo (Garcia & Álvarez, 2013) La investigación aporta al desarrollo de una propuesta para mejorar el plan de mantenimiento de equipos biomédicos los cuales serán tenidos en cuenta por los autores.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 *Mantenimiento y desarrollo histórico***

Durante los últimos 20 años, el mantenimiento ha experimentado cambios significativos en comparación con cualquier otra disciplina. La creciente cantidad y diversidad de activos físicos, tales como edificios, equipamiento y otros elementos a nivel mundial, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento, y un enfoque cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades, son algunos de los factores que han contribuido a estos cambios. Además, el mantenimiento está respondiendo a expectativas cambiantes, como la evaluación del impacto de las fallas de los equipos en la seguridad y el medio ambiente, la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la necesidad de mantener altos niveles de disponibilidad de la planta y controlar los costos. Estos cambios están presionando las



habilidades y actitudes de todos los profesionales del mantenimiento. Los gerentes buscan un nuevo enfoque para el mantenimiento que les permita sintetizar los nuevos desarrollos en un modelo coherente y evaluar y aplicar el mejor modelo para satisfacer las necesidades de su empresa. Desde la década de 1930, se ha observado una evolución en el mantenimiento a través de las generaciones. (Mallqui, 2016)

### ***2.2.2 Definición de mantenimiento***

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que se llevan a cabo para mantener o restaurar un equipo o sistema a un estado que le permite realizar sus funciones designadas. Se considera un factor importante en la calidad del producto y puede ser utilizado como estrategia para lograr una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción pueden generar una excesiva en el producto y, por lo tanto, una producción defectuosa. Para producir con alta calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, lo cual se logra mediante acciones oportunas de mantenimiento. El mantenimiento puede ser visto como un sistema que trabaja en paralelo con los sistemas de producción. La producción de productos terminados es la salida principal, pero la falla del equipo también es una salida secundaria que genera una demanda de mantenimiento. Esta demanda es tomada como entrada por el sistema de mantenimiento, el cual agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones para producir un equipo en condiciones óptimas que ofrece una capacidad de producción satisfactoria. (Mallqui, 2016)

### ***2.2.3 Tipos de mantenimiento***

De acuerdo a (Recalde, 2015) se puede clasificar en los siguientes tipos de mantenimiento:

- ✓ **Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento es correctivo cuando la falla o pérdida de rendimiento de un equipo ya se ha producido, y se interviene para restablecer la condición deseada de operación.
- ✓ **Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo consiste en realizar ciertas reparaciones y cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempo o según ciertos criterios, prefijados para reducir la probabilidad de falla o de pérdida de rendimiento en un equipo.
- ✓ **Mantenimiento predictivo:** El mantenimiento predictivo está basado en el conocimiento del estado de un equipo por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección temprana de los síntomas de la falla.
- ✓ **Mantenimiento de modificación:** Modificación significa que el trabajo a desarrollarse en el equipo cambiara sus características físicas, buscando lograr o mantener su función original.
- ✓ **Mantenimiento autónomo:** Tiene que ver con la involucración del personal de operadores con las labores de mantenimiento manteniendo las condiciones básicas del equipo limpieza, lubricación y ajuste. (Recalde, 2015)

Los objetivos del mantenimiento preventivo pueden resumirse en la consecución de tres logros críticos y esenciales para la buena economía empresarial en el área de mantenimiento.

1. Garantizar el máximo rendimiento de la maquinaria productiva mediante una alta eficiencia funcional, confiabilidad operativa y seguridad industrial.

2. Minimizar el desgaste y la depreciación de los equipos de producción para proteger la inversión realizada en los mismos.
3. Realizar las funciones anteriores de la manera más económica y eficiente posible, brindando un servicio de calidad. (Recalde, 2015)

De acuerdo a (Recalde, 2015) las ventajas del mantenimiento preventivo son:

➤ **Ventajas operativas del mantenimiento preventivo**

Las Ventajas Operativas que se derivan de la aplicación del Sistema de Mantenimiento Preventivo, son:

1. Reducción del número de averías en servicio.
2. Reducción consecuente de emergencia por rotura.
3. Mayor disponibilidad de actividad máquina.
4. Mayor índice de confiabilidad en servicio.
5. Mayor grado de calidad de la producción.
6. Reducción de horas extras del personal de Mantenimiento.
7. Reducción de los materiales requeridos y tiempo – tareas correctivas vs tiempos - tareas preventivos.
8. Ampliación del límite de vida útil de los equipos.
9. Eliminación de la necesidad del equipo de reserva.
10. Mayor grado de Seguridad Industrial.
11. Logro de una programación estable de trabajos de Mantenimiento.
12. Armonía en la relación con el área de Producción.

➤ **Ventajas económicas del mantenimiento preventivo**

Las Ventajas Económicas del Mantenimiento Preventivo se derivan en gran medida de las Ventajas Operativas antes señaladas:

1. Reducción del lucro cesante.
2. Reducción de inversiones para renovación del equipo productivo.
3. Reducción del costo de reparaciones en mano de obra y materiales.
4. Menor cantidad de productos rechazados por Control de Calidad.
5. Identificación de partes de máquina o máquinas con elevado costo.
6. Reducción de costos de producción.
7. Establecimiento de la Clínica de Costos.

➤ **Desventajas del mantenimiento preventivo:**

1. Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
2. Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
3. Los trabajos rutinarios cuando se prolonga en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan. (Recalde, 2015)

#### ***2.2.4 Definición de procesos y servicios de un centro de atención de servicios de salud.***

Según (Suárez, 2016) un centro de atención hospitalaria cumple con los requisitos del sistema obligatorio de garantía de calidad en salud, según lo establecido por el Ministerio de

Salud y Protección Social en 2014. Estos centros se clasifican en diferentes niveles de complejidad y servicios ofrecidos al usuario, definidos de la siguiente manera por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social:

**Nivel I:** Atendido por médicos generales, personal auxiliar, paramédicos y otros profesionales de la salud.

**Nivel II:** Incluye interconsultas, remisiones y asesoramiento de personal especializado.

**Nivel III:** Atendido por médicos especialistas, con la participación de médicos generales.

**Nivel IV:** Destinado a patologías catastróficas.

Los centros de salud se agrupan en servicios, siguiendo la metodología de evaluación establecida en la resolución 2003 de 2014, emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social:

**Consulta externa:** Centros de atención que no requieren hospitalización ni hospedaje para los pacientes o sus familiares.

**Urgencias:** Servicios o atenciones que, en algunas ocasiones, requieren la estadía de los pacientes y sus familiares.

**Apoyo diagnóstico y complementación terapéutica:** Este servicio puede ser utilizado tanto por pacientes hospitalizados como por usuarios de consulta externa.

**Internación:** Incluye todos los servicios o procesos que requieren que el paciente y su familia permanezcan en las instalaciones durante más de un día.

**Quirúrgicos:** Incluye todos los procesos que requieren intervención física interna en el paciente.

**Transporte asistencial:** Se refiere al proceso de trasladar a los pacientes de un centro asistencial a otro.

**Otros servicios:** En esta categoría se engloban los servicios necesarios para garantizar un óptimo funcionamiento del centro de salud, como alimentación, lavandería, limpieza, vigilancia, mantenimiento y esterilización.

Es de vital importancia clasificar las áreas y servicios como una metodología de apoyo para realizar un seguimiento efectivo a las unidades o centros de consumo. (Suárez, 2016)

### ***2.2.5 Clasificación general del equipamiento hospitalario***

Se presenta una categorización global de los equipos, la cual permite organizar cada tipo de instalación y equipamiento. La siguiente es la clasificación general:

#### ***2.2.5.1 Instalaciones generales***

Estas son las instalaciones que proveen o cubren todas las áreas del hospital: suministro eléctrico, suministro de gases, climatización principal, suministro de agua, sistemas contra incendios, plantas de tratamiento de agua fría y caliente, sistemas de transporte de personas, muestras y mercancías. (Recalde, 2015)

#### ***2.2.5.2 Instalaciones específicas***

Estas son las instalaciones que tienen un alcance específico, principalmente en áreas críticas: centrales de esterilización, sistemas de seguridad eléctrica en quirófanos, instalaciones de

climatización en áreas estériles, planta de producción de agua tratada para diálisis y sistemas de comunicación en áreas de hospitalización. (Recalde, 2015)

### **2.2.6 Equipamiento médico**

Se toman en cuenta los dispositivos que, según los suministros que utilizan, desempeñan un papel directo en el cuidado del paciente y son operados por personal capacitado y autorizado. Se clasifican según las áreas funcionales con el fin de mejorar el análisis del comportamiento de dichos equipos, tanto en términos de mantenimiento como de producción o asistencia. (Recalde, 2015)

#### **2.2.6.1 Clasificación de las instalaciones de un complejo hospitalario**

Con el fin de establecer una clasificación estructurada de las instalaciones, se adopta el concepto de sistema, que se refiere a un conjunto organizado de instalaciones, recursos humanos, procedimientos y conocimientos que están cuidadosamente estructurados. Este enfoque permite comprender tanto el inicio como el resultado final del sistema, así como la posibilidad de evaluarlo para mejoras y control posterior. Se definen aspectos como el alcance, los recursos y los responsables, así como el inicio y la finalización del sistema, pudiendo estar interrelacionados con otros sistemas y subdivididos en subsistemas que, a su vez, están relacionados entre sí. Los sistemas y subsistemas se han categorizado en tres niveles: críticos, importantes y normales. (Recalde, 2015)

#### **Instalaciones críticas**

Se clasifican como instalaciones críticas aquellas que, en caso de experimentar un fallo, representan un riesgo significativo para la actividad del hospital. Se han identificado 25 sistemas relacionados con estas instalaciones críticas, que incluyen el suministro de agua, suministro de combustibles, suministro eléctrico, suministro de gases medicinales y sistemas contra incendios. La tabla 1 proporciona una descripción de los sistemas y subsistemas clasificados como críticos en las instalaciones del hospital. (Recalde, 2015)

*Tabla 1. Sistemas y subsistemas clasificados como críticos*

<b>Sistema</b>	<b>Subsistema</b>	<b>Alcance</b>	<b>Servicios Implicados</b>
Suministro de agua	Abastecimiento de agua potable	Provisión de agua potable	Servicios de atención médica, higiene hospitalaria
Suministro de energía	Suministro eléctrico	Generación y distribución de electricidad	Alimentación de equipos médicos, industriales computo, iluminación, climatización.
Suministro de aire medicinal	Generación y distribución de aire medicinal	Suministro de aire comprimido y gases medicinales	Suministro de gases utilizados en procedimientos médicos.
Suministro de combustible	Almacenamiento y distribución de combustibles	Suministro de combustibles (gasolina, diesel, gas)	Generación de energía de respaldo, funcionamiento de calderas, suministro de gas en procedimientos de cocina.
Suministro de gases medicinales	Generación y distribución de gases medicinales	Suministro de oxígeno, óxido nitroso, entre otros	Terapia respiratoria, anestesia, procedimientos médicos
Sistemas contra incendios	Detección y extinción de incendios	Prevención y respuesta ante incendios	Protección de vidas humanas y bienes materiales
Climatización	Control de temperatura y humedad	Mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas	Confort del personal y pacientes, preservación de medicamentos y equipos biomédicos y de conectividad.
Tratamiento de aguas residuales	Procesamiento y eliminación de aguas residuales	Manejo adecuado de desechos líquidos	Eliminación segura de aguas residuales hospitalarias



Gestión de residuos médicos	Clasificación, almacenamiento y eliminación de residuos médicos	Manejo adecuado de desechos sólidos	Eliminación segura de residuos médicos y biocontaminantes
Seguridad y control de accesos	Vigilancia y control de ingreso a áreas restringidas	Protección de instalaciones y seguridad del personal	Prevención de robos, salvaguardia de equipos y datos sensibles

Fuente: Autor

### **Instalaciones importantes**

Las instalaciones importantes en un complejo hospitalario son aquellas que, aunque no detengan por completo la actividad del hospital, generan una disminución significativa en su funcionamiento, lo cual puede tener repercusiones económicas, de imagen y legales. (Recalde, 2015)

### **Instalaciones normales**

Las instalaciones normales se refieren a aquellas que forman parte de las actividades de mantenimiento habituales, lo que significa que cualquier problema que surja en ellas se puede solucionar sin necesidad de detener ninguna actividad importante. En esta categoría se engloban todas las instalaciones no mencionadas anteriormente, y se puede realizar una subclasificación con diferentes niveles de importancia según sea necesario. (Recalde, 2015)

*Tabla 2 Sistema instalaciones normales*

<b>Instalación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Relevancia para la Actividad</b>	<b>Niveles de Importancia</b>
Climatización	Control de la temperatura y ventilación en áreas del hospital	Contribuye al confort y bienestar de pacientes y personal	Baja, Media, Alta

Iluminación	Suministro de iluminación adecuada en todas las áreas	Proporciona condiciones óptimas para la realización de tareas	Baja, Media, Alta
Redes de comunicación	Infraestructura de telecomunicaciones para la transmisión de datos	Permite la comunicación interna y externa del hospital	Baja, Media, Alta
Mobiliario y equipamiento	Suministro y mantenimiento de mobiliario y equipos médicos	Garantiza la funcionalidad y comodidad en áreas de atención	Baja, Media, Alta
Mantenimiento de jardines y áreas verdes	Cuidado y mantenimiento de espacios exteriores	Contribuye al bienestar y entorno agradable para pacientes y visitantes	Baja, Media, Alta
Sistema de gestión de inventario	Control y abastecimiento de suministros médicos	Asegura la disponibilidad de suministros necesarios	Baja, Media, Alta
Sistema de gestión de personal	Planificación y gestión de recursos humanos	Asegura la disponibilidad de personal adecuado en cada área	Baja, Media, Alta
Control de plagas	Prevención y eliminación de plagas en el hospital	Garantiza un ambiente limpio y seguro	Baja, Media, Alta
Sistema de gestión de calidad	Implementación de procesos de control y mejora continua	Asegura estándares de calidad en la atención médica	Baja, Media, Alta
Gestión de registros médicos	Almacenamiento y organización de historias clínicas	Asegura la integridad y confidencialidad de los registros médicos	Baja, Media, Alta
Servicios de limpieza	Mantenimiento de la limpieza y desinfección del hospital	Prevención de infecciones y preservación de la higiene	Baja, Media, Alta

Fuente: Autor

### 2.3 Marco legal

En Colombia, la legislación y regulaciones relacionadas con el mantenimiento de la infraestructura y dotación hospitalaria son fundamentales para garantizar la calidad de los servicios de salud. Estas normativas establecen los requisitos y lineamientos que deben seguir las instituciones prestadoras de servicios de salud en cuanto a activar recursos, inspección, vigilancia y control, así como la acreditación de las instalaciones. El objetivo es asegurar que los hospitales

y centros de salud cumplan con los estándares necesarios para brindar atención de calidad a la población.

- ✓ **Ley 100 de 1993** establece en el artículo 189 que las IPS públicas y privadas, que suscriban contratos con la nación o con entidades territoriales que superan el 30% de sus ingresos totales deben destinar el mínimo del 5% de su presupuesto total a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y dotación hospitalaria.
- ✓ **Decreto 1769 de 1994** se establecen reglamentaciones en cuanto a la inspección, vigilancia y control en la asignación y ejecución de los recursos destinados al mantenimiento hospitalario y en la elaboración y aplicación de los planes de mantenimiento hospitalario en las instituciones prestadoras de servicios de salud hospitalarios.
- ✓ **Resolución 3100 del 2019**, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de prestadores y habilitación de Servicios de Salud, teniendo en cuenta para este caso los estándares referentes a Infraestructura.
- ✓ **Manual de Acreditación en Salud Ambulatorio y Hospitalario de Colombia**, el manual de estándares para la acreditación de instituciones prestadoras de servicios de salud presenta los lineamientos que guiarán el proceso de acreditación para las instituciones hospitalarias y ambulatorias, que dentro del grupo de estándares para la Gerencia del Ambiente Físico. (Riaño, 2020)

### **3 Marco metodológico de la investigación.**

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE en Bogotá. Este estudio se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo tipo descriptivo y se fundamenta en el paradigma positivista.

El mantenimiento preventivo de los equipos industriales utilizados en entornos hospitalarios es de vital importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los mismos, así como la seguridad de los usuarios y colaboradores. Un plan de mantenimiento efectivo puede contribuir significativamente a reducir los tiempos de inactividad no planificados y los costos asociados a la reparación o reemplazo de equipos averiados como demandas por daños y perjuicio.

El enfoque cuantitativo tipo descriptivo se mantendrá en este estudio para recopilar y analizar datos objetivos y medibles relacionados con los equipos industriales y su mantenimiento preventivo. Se realizará un levantamiento de información detallada sobre los diferentes equipos utilizados en los hospitales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE, así como los procedimientos y frecuencias de mantenimiento actuales.

Además, se llevará a cabo un análisis cuantitativo de los costos asociados al mantenimiento preventivo de los equipos industriales, con el fin de identificar oportunidades de mejora en términos de eficiencia y reducción de gastos. Se recopilarán datos sobre los tiempos de inactividad y se realizarán comparaciones entre el mantenimiento preventivo y costo de

operatividad de las unidades de salud para evaluar su impacto en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

El paradigma positivista, por su parte, proporciona el marco teórico para este estudio, ya que busca establecer relaciones causales entre las variables y obtener resultados objetivos y generalizables. Se utilizarán métodos y técnicas, como la recopilación sistemática de datos, con el fin de obtener conclusiones basadas en evidencias encontradas.

Según Smith (2010), reconocido autor en el ámbito del marco metodológico sacando de (Paitán, Dueñas, Vilela, & Delgado, 2018), afirma que “el enfoque cuantitativo descriptivo permite obtener datos precisos y objetivos sobre el estado actual de una situación o fenómeno”, lo que resulta fundamental para el diseño de estrategias efectivas de mantenimiento preventivo. Su enfoque metodológico nos brindará herramientas para recolectar datos cuantitativos que respalden nuestras conclusiones y recomendaciones.

En conclusión, este trabajo de grado tiene como propósito diseñar un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE en Bogotá. Para lograrlo, se adoptará un enfoque cuantitativo tipo descriptivo, mediante la recopilación y análisis de datos objetivos, y se utilizará el paradigma positivista, que busca establecer relaciones causales y obtener resultados basados en evidencias empíricas.

## Fases del Estudio

Tabla 3. Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo general	Objetivos Específicos	Actividades
Diseñar un plan de mantenimiento preventivo con procedimientos para los equipos industriales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE	Identificar los equipos industriales de acuerdo a la norma ISO 14224 taxonomía de equipos para conocer el estado y la función del equipo dentro de la entidad.	<p>Realizar un inventario de todos los equipos industriales presentes en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE siguiendo la norma ISO 14224 y apoyados del formato AP-RF-FT088</p> <p>Realizar un análisis detallado de cada equipo industrial identificado para determinar su estado y función dentro de la entidad.</p>
	Analizar las fallas de los equipos industriales a través de un análisis causa raíz y metodología de criticidad ABC basados en aspectos de confiabilidad de los impactos de las fallas ISO 55001.costos, operación y consecuencias de falla.	<p>Documentar la información recopilada en un registro centralizado de equipos industriales.</p> <p>Realice un estudio de Análisis de Causa Raíz (RCA) para identificar las principales fallas de los equipos industriales.</p> <p>Evaluar los costos asociados a las fallas, los costos de operación y las consecuencias de las fallas en términos de paralización de servicios y riesgos para los pacientes.</p> <p>Comparar los resultados del RCA y los costos asociados para establecer prioridades en el mantenimiento preventivo.</p>

<p>Analizar bajo la metodología RCA, criticidad ABC y el retorno a la inversión dada en la reducción de costos del proyecto.</p>	<p>Revisar los manuales del fabricante de los equipos industriales para identificar las actividades recomendadas de mantenimiento preventivo.</p> <p>Adaptar las actividades del manual del fabricante a las necesidades y características de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE.</p> <p>Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que incluya las actividades específicas, las frecuencias de ejecución y los recursos necesarios.</p> <p>Documentar los procedimientos para cada actividad de mantenimiento preventivo.</p>
--	---

Fuente: Autor

Tabla 4 Diagrama de Gantt

DESARROLLO DE PROYECTO	MESES															
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>DISEÑO DE UN PLAN DE MATENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS INDUSTRIALES</b>																
<b>1. EQUIPO INDUSTRIALES</b>																
<b>1.1 TAXONOMIA DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES</b>																
<b>1.1.1 Inventario de equipos industrial</b>																
1.1.1.1 Realizar un inventario de todos los equipos industriales presentes en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE																
1.1.1.2 Clasificar los equipos en los niveles taxonómicos de uso/localización																

---

1.1.1.3 Clasificar los equipos en los niveles subdivisión

**1.1.2 Actualización de imágenes de los equipos industriales**

1.1.2.1 Tomar registro fotográfico de cada tipo equipo

**1.1.3 Información en registro centralizado de equipos industriales**

1.1.3.1 Consolidar la información de inventario y registro fotográfico en formato AP-RF-FT-088

**2. ANÁLISIS RCA DE EQUIPOS INDUSTRIALES**

**2.1 FALLAS DE EQUIPOS INDUSTRIALES**

2.1.1 Aplicar metodología RCA

**2.2 COSTOS Y CONSECUENCIAS**

2.2.1 Evaluar los costos asociados a las falla por operación y consecuencias

**2.3 DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS INDUSTRIALES**

2.3.1 Comparar el RCA y los costos asociados para establecer prioridades en el mantenimiento preventivo

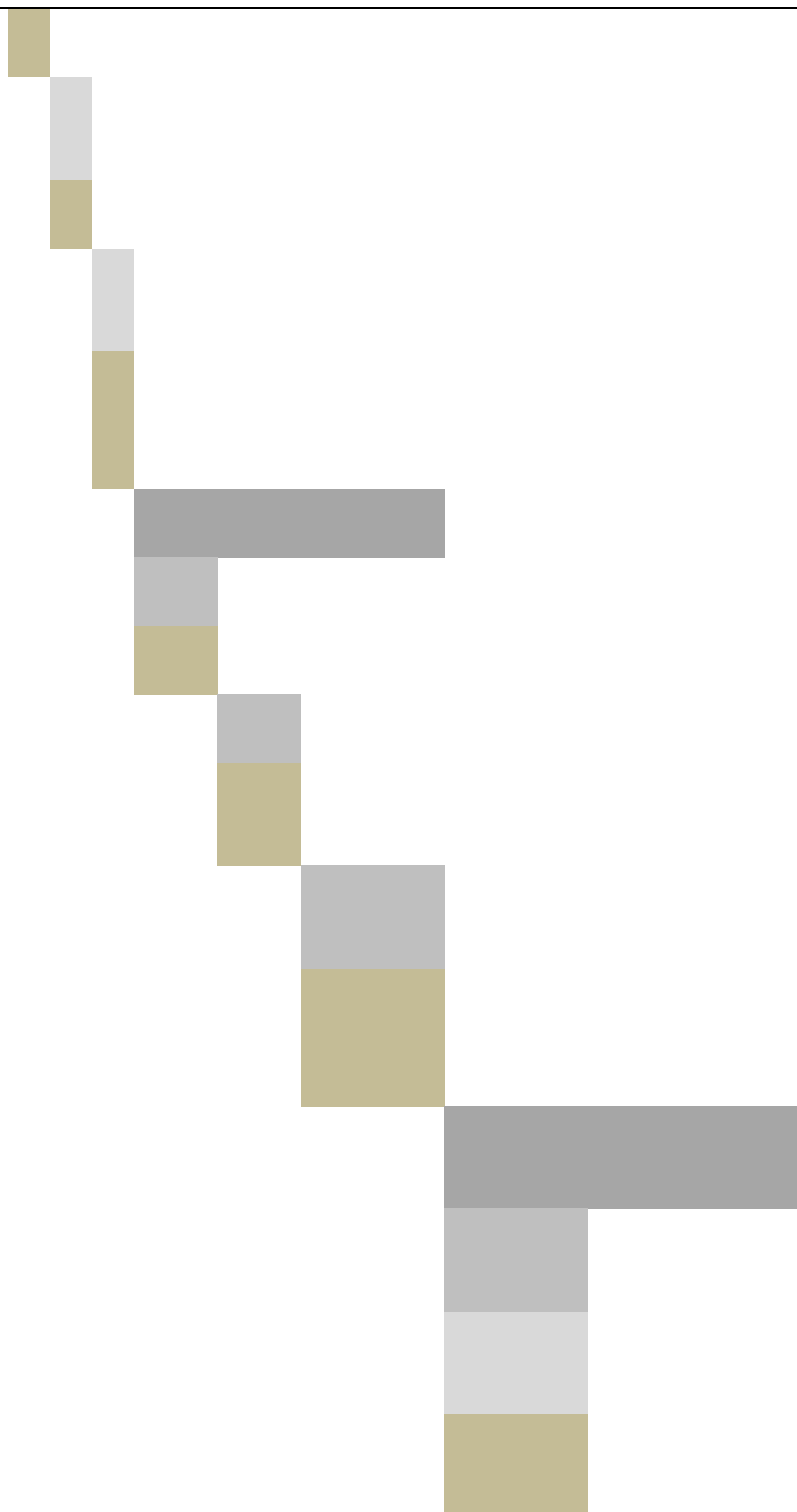
**3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**3.1 MATRIZ CAUSA-EFECTO DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES**

**3.1.1. Tabla de actividades para mantenimiento preventivo**

3.1.1.1. Verificar los manuales de fabricante de los equipos industriales

---





---

3.1.1.2. Adaptar las actividades del manual del fabricante a las necesidades de la subred

## **3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS INDUSTRIALES**

### **3.2.1 Plan de mantenimiento preventivo con las actividades especificar, frecuencias y recursos.**

3.2.1.1 Diseñar un plan de mantenimiento preventivo incluyendo las actividades específicas, frecuencias de ejecución y recursos necesarios.

### **3.2.2 Sustentación del plan de mantenimiento preventivo de equipos industriales**

3.2.2.1 Sustentar a la universidad ECCI el plan de mantenimiento preventivo propuesto

3.2.2.2 Entregar trabajo de grado finalizado a la universidad ECCI.

3.2.2.3 Entregar trabajo de grado finalizado a la Subred centro oriente

Fuente: Autor

### 3.1 Recolección de la información

#### 3.1.1 Población y muestra.

La investigación utilizara los equipos industriales de uso hospitalario de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. Bogotá.

### 3.2 Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos, se tuvo en cuenta la técnica de observación directa del participante, asesoría por parte de la entidad de salud con el tutor asignado, apoyo por parte del director de proyecto y documentación de base de datos certificada.

## Presupuesto

### Recursos Humanos

*Tabla 5. Recursos Humanos*

Investigadores	Función dentro del proyecto	\$/h	Horas a la semana	Numero de meses	Fuentes			Total
					Estudiante	Univer sidad ECCI	Externa	
Jhon Rodríguez	Estudiante	\$20.000	10	4	X	-	-	800.000
Freddy Aguilar	Estudiante	\$20.000	10	4	X	-	-	800.000

Carlos Valentín	Director	\$30.000	4	4	-	-	X	480.000
Oscar Vizcaíno	Tutor institucional	\$30.000	4	4	-	X	-	480.000
								2.560.000

Fuente: Autor

### Recursos Institucionales

*Tabla 6. Recursos Institucionales*

FUENTES							
Ítem	justificación	Costo unitario	Cantidad	estudiante	Universidad ECCI	externa	Total
Biblioteca y repositorio	Investigación, libros, entre otros.	\$ 80.000	10	-	x	-	\$800.000
							\$800.000

Fuente: Autor

## Recurso Material

Tabla 7. Gasto de Equipo

Ítem	justificación	Costo unitario	cantidad	estudiante	Fuentes		Total
					Universidad ECCI	Externa	
Compu tador portátil	Redacción	\$ 1.100.000	1	x	-	-	\$1.100.000
							\$1.100.000

Fuente: Autor

## Recursos Financiero

Tabla 8. Presupuesto

Rubros	Fuentes						Total
	Estudiante		Universidad ECCI		Externa		
	Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
Personal		X		X		X	\$2.560.000
Institucionales		X		X			\$ 800.000
Equipos		X		X			\$ 1.100.000
Otros	X				X		\$ 500.000
							\$ 4.959.500

Fuente: Autor

## 4 Desarrollo

### 4.1 Técnica:

En el desarrollo de este trabajo de grado, se emplearán cinco técnicas clave para diseñar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos industriales de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE. Según (Sacristán, 2014) nos habla sobre las técnicas para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo las cuales se tomaron para la ejecución del trabajo de grado, esta técnicas incluyen: El análisis detallado de cada equipo, la creación de un registro centralizado de equipos industriales, la realización de un análisis de causa raíz (RCA), la adaptación de actividades del manual del fabricante y la priorización en el mantenimiento preventivo. A través de la aplicación de estas técnicas, se buscará garantizar un mantenimiento eficiente y confiable de los equipos, maximizando su funcionamiento y contribuyendo a la prestación de servicios de salud de calidad.

1. **Análisis detallado de cada equipo industrial:** Esta técnica implica realizar un análisis exhaustivo de cada equipo industrial identificado en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE. Se examina en detalle sus características técnicas, funcionalidad, estado actual y posibles problemas. Este análisis permite obtener información precisa sobre cada equipo, su desempeño y necesidades de mantenimiento, sirviendo como base para el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

2. **Registro centralizado de equipos industriales:** Esta técnica consiste en recopilar y documentar toda la información obtenida sobre los equipos industriales en un registro centralizado. Se incluye detalles como la identificación de cada equipo, su ubicación, fecha de adquisición, modelo, referencia, variables técnicas y componentes. El registro centralizado facilitará la gestión y seguimiento de los equipos, permitiendo un acceso rápido a la información relevante.
3. **Análisis de Causa Raíz (RCA):** Esta técnica se utiliza para identificar y comprender las causas fundamentales de las fallas en los equipos industriales. A través de la metodología A, B, C. Bajo los criterios de confiabilidad de un activo, se investiga las causas subyacentes de las fallas. El RCA permitirá determinar las principales causas raíz de los problemas, lo que facilitará la toma de decisiones para establecer medidas de prevención y mejorar la confiabilidad de los equipos.
4. **Adaptación de actividades del manual del fabricante:** En esta técnica, se revisarán los manuales del fabricante de los equipos industriales para identificar las actividades recomendadas de mantenimiento preventivo. Luego, se adaptarán estas actividades a las necesidades y características específicas de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE. Esto asegurará que el plan de mantenimiento sea adecuado y personalizado para los equipos utilizados en la entidad.

5. **Priorización en el mantenimiento preventivo:** Esta técnica implica comparar los resultados del análisis de fallas, los costos asociados y los riesgos potenciales para establecer prioridades en el mantenimiento preventivo. Se evaluará la criticidad de la causa de falla de cada equipo y se determinará la frecuencia. Con el fin de realizar la creación de las actividades estandarizadas para cada equipo industrial

## **5 Consideraciones éticas resolución ética 8430**

Conforme a la resolución ética 8430 y en el contexto del trabajo de grado sobre el mantenimiento preventivo de equipos industriales en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE Bogotá, el compromiso de respetar las consideraciones éticas que aseguren la integridad, la imparcialidad, la protección de los datos y el cumplimiento de las normas éticas y normativas.

### **Garantizar el Uso Adecuado en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro**

#### **Oriente:**

Los investigadores, asegura de que todas las investigaciones y propuestas estén en línea con las normativas y directrices establecidas por la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente E.S.E. Esto significa que el plan de mantenimiento preventivo que el diseño debe ser coherente con las prácticas específicas de la subred y cumplir con los estándares de calidad y seguridad en la atención médica.

#### **Evitar Conflictos de Intereses:**

Se reconoce la importancia de mantener la objetividad y la integridad del trabajo. Por lo tanto, se comprometen en evitar cualquier conflicto de intereses que pueda influir en la imparcialidad de mis resultados y conclusiones. Si surge alguna relación financiera, profesional o personal que pueda generar sesgos, se declarara de manera transparente y la gestionaré de manera ética.



**Evaluación por el Comité de Ética en Investigación:**

Entendiendo la relevancia de someter el proyecto de investigación a la evaluación ética del Comité de Ética en Investigación de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente. Esta evaluación garantizará que el enfoque cumpla con los estándares éticos y las protecciones de investigación, la confidencialidad de los datos y la validez del trabajo.

**Confidencialidad y Protección de Datos:**

Dado que el proyecto involucra información de equipos industriales en un entorno hospitalario, se comprometen a mantener la confidencialidad y la protección de los datos en todo momento. Se manejará con precaución cualquier dato sensible, como detalles técnicos o información financiera, siguiendo las normas de privacidad y seguridad de la información vigente.

**Transparencia y Comunicación:**

Es fundamental para los investigadores comunicar de manera transparente y honesta los resultados y la conclusión del trabajo. Se presentará de forma clara y comprensible todos los aspectos relevantes, desde los métodos utilizados hasta los resultados obtenidos y las limitaciones del estudio. La comunicación transparente contribuirá al avance del conocimiento y a la toma de decisiones informadas en el ámbito de la salud.

## 5.1 Procedimiento 1: Taxonomía de los equipos industriales de acuerdo a la norma ISO 14224 de la subred integrada de salud centro oriente E.S.E Bogotá

Se realiza un levantamiento de la cantidad de equipos industriales que se encuentran operativos y prestando servicios a la subred, para luego aplicar la taxonomía o clasificación de equipos de acuerdo a la norma ISO 14224, a continuación, se presenta la taxonomía obtenida por tipos de equipo:

Tabla 9. Taxonomía y subdivisión aire acondicionado

Uso/Localización						
Ítem	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Enfriamiento Oficina	Sistemas	60.000 BTU
2	Salud	Infraestructura	Primera de mayo	Enfriamiento Equipo	Rack de sistemas	36.000 BTU
3	Salud	Infraestructura	San José Obrero	Enfriamiento Equipo	Rack de comunicaciones	68.200 BTU
4	Salud	Infraestructura	San José Obrero	Enfriamiento Equipo	Rack de comunicaciones	68.200 BTU
5	Salud	Infraestructura	San José Obrero	Enfriamiento Equipo	Rack de comunicaciones	18.000 BTU
6	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Enfriamiento Oficina	Coordinación	9.000 BTU
7	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Enfriamiento Equipo	Cuarto UPS	18.000 BTU
8	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Enfriamiento Equipo	Rack de comunicaciones	9.000 BTU
9	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Enfriamiento Asistencial	Cuarto de rayos X	24.000 BTU
10	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Enfriamiento Oficina	Auditorio	48.000 BTU

11	Salud	Infraestructura	Perseverancia	Enfriamiento Equipo	Rack de sistema	36.000 BTU
12	Salud	Infraestructura	Perseverancia	Enfriamiento Equipo	Rack de sistema	24.000 BTU
13	Salud	Infraestructura	Samper Mendoza	Enfriamiento Equipo	Rack de sistema	18.000 BTU
14	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	TAC 1	36.000 BTU
15	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	TAC 2	36.000 BTU
16	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Esterilización	9.0000 BTU
17	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 1 cirugía	18.000 BTU
18	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 2 cirugía	18.000 BTU
19	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 3 cirugía	18.000 BTU
20	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 4 cirugía	18.000 BTU
21	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 5 cirugía	18.000 BTU
22	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 6 cirugía	18.000 BTU
23	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Sala 7 cirugía	18.000 BTU
24	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Equipo	URMA	18.000 BTU
25	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Equipo	Rack santa Inés	24.000 BTU
26	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Hemodinamia	36.000 BTU
27	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Hemodinamia	18.000 BTU
28	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Asistencial	Farmacia cirugía	18.000 BTU
29	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Equipo	Planta de aire	36.000 BTU
30	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Oficina	Sistemas	68.200 BTU
31	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Enfriamiento Oficina	Sistemas	68.200 BTU
32	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Asistencial	ALA B	22.000 BTU

33	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Asistencial	ALA B	22.000 BTU
34	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Equipo	Cuarto UPS segundo piso	24.000 BTU
35	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Asistencial	Laboratorio	18.000 BTU
36	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Asistencial	Laboratorio	18.000 BTU
37	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Enfriamiento Asistencial	Laboratorio	24.000 BTU
38	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Enfriamiento Asistencial	Rayos X	36.000 BTU
39	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Enfriamiento Asistencial	Farmacia	18.000 BTU

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenible
AIRE ACONDICIONADO	Unidad de condensación	Ventilador
		Bobina de enfriamiento
	Evaporador	Bandeja de drenaje
		Conductos de aire
	Termostato	Sensor de temperatura
		Pantalla de visualización
	Filtro de aire	Controles de ajuste
		Marco
	Válvulas de expansión	Medios filtrantes
		Válvulas termostáticas Válvulas electrónicas
	Líneas de refrigerante	Tuberías de refrigerante
		Codos de unión Aislamiento térmico
	Compresor	Motor eléctrico
	Condensador	Bobinas de condensación
Carcasa		

Fuente: Autor

figura 1. Aire acondicionado



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 10. Taxonomía y subdivisión ascensor - montacargas

Ítem	Uso/Localización					
	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 1000 kg
2	Salud	Infraestructura	Unidad de Salud Perseverancia	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 1000 kg
3	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Carga	Lavandería	Capacidad: 500 kilos
4	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Personas	Pediatría	Capacidad: 8 personas Carga: 1000 kg
5	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Personas	Uci 1	Capacidad: 8 personas Carga: 750 kg
6	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 640 Kg
7	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Personas	Esterilización	Capacidad: 10 personas Carga: 350 Kg
8	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Personas	Esterilización	Capacidad: 10 personas Carga: 350 Kg
9	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Carga	Camillero	Capacidad: 10 personas Carga: 800 Kg

10	Salud	Infraestructura	Unidad de Salud Chircales	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 640 Kg
11	Salud	Infraestructura	Unidad de Salud Diana Turbay	Personas	Camillero	Capacidad: 10 personas Carga: 750 kg
12	Salud	Infraestructura	Unidad de Salud Diana Turbay	Carga	Camillero	Carga: 750 kg
13	Salud	Infraestructura	Sede Antonio Nariño	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 640 kg
14	Salud	Infraestructura	Sede Libertadores	Personas	Camillero	Capacidad: 8 personas Carga: 640 kg
15	Salud	Infraestructura	Sede Materno Infantil	Personas	Camillero	Capacidad: 12 personas Carga: 1000 kg
16	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Personas	Camillero	Capacidad: 14 personas Carga: 1050 Kg
17	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Personas	Camillero	Capacidad: 14 personas Carga: 1050 Kg

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenible
<b>ASCENSOR-MONTACARGA</b>	Caja del ascensor	Piso de la cabina
		Paredes
		Techo
		Amortiguación
		Ventilación
	Sistema de tracción	Motor
		Poleas
		Cables de acero
	Guía del elevador	Contrapeso
		Rieles
Carriles		
Zapatillas		
Sistema de frenos	Dispositivos de seguridad	Freno Mecánico
		Freno electromecánico

	Limitador de velocidad Limitador de parada
Puertas y Cerramientos	Puertas de la cabina Puerta de emergencia Cerramientos interiores Sensores de detección
Sistema de control	Panel de control Controlador de frecuencia Sensores de posición Dispositivos de comunicación Indicadores de posición Botoneras
Sistema eléctrico apoyo	Iluminación Sistemas de audio Ventilación Sistema de seguridad adicional

Fuente: Autor

figura 2. Ascensor



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 11. Taxonomía y subdivisión bomba de vacío

Ítem	Industria	Categoría del negocio	Uso/Localización			Capacidad
			Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	
1	Salud	Infraestructura	(Hospital San Blas)	Asistencial	Cuarto de máquinas	10 HP
2	Salud	Infraestructura	(Hospital San Blas)	Asistencial	Cuarto de máquinas	10 HP
3	Salud	Infraestructura	(Hospital Santa Clara)	Asistencial	Cuarto de máquinas	10 HP
4	Salud	Infraestructura	(Hospital Santa Clara)	Asistencial	Cuarto de máquinas	10 HP
5	Salud	Infraestructura	(Hospital Jorge Eliecer)	Asistencial	Cuarto de mantenimiento	3 HP
6	Salud	Infraestructura	(Unidad de salud Diana Turbay)	Asistencial	Sótano	2 HP
7	Salud	Infraestructura	(Unidad de salud Diana Turbay)	Asistencial	Sótano	2 HP

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenible
<b>BOMBA DE VACIO</b>	Cuerpo de la Bomba	Rotor
		Estator
		Cámara de trabajo
	Sistema de sellado	Camisa de agua
		Sellos mecánicos
		Sellos hidrodinámicos
Sistema de lubricación	Juntas tóricas	
	Aceite	
	Filtro de aceite	
	Refrigerante	
		Intercambiador de calor



---

	Estator
	Rotor
	Eje
	Carcasa
	Válvulas
	Manómetros
	Conectores
	Regulador de presión

---

Fuente: Autor

*figura 3. Bomba de vacío*



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 12. Taxonomía y subdivisión Caldera

Uso/Localización						
Ítem	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Asistencial	Cuarto de calderas	60 BHP
2	Salud	Infraestructura	Hospital santa clara	Asistencial-Cocina	Cuarto de calderas	50 BHP
3	Salud	Infraestructura	Hospital santa clara	Asistencial-Cocina	Cuarto de calderas	100 BHP
4	Salud	Infraestructura	Hospital santa clara	Asistencial	Cuarto de calderas	20 BHP
5	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Asistencial	Cuarto de calderas	10 BHP
6	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Asistencial	Cuarto de calderas	40 BHP
7	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Asistencial	Cuarto de calderas	40 BHP

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenable
<b>CALDERAS</b>	Cámara de Combustión	Quemador
		Rejilla de combustión
	Sistema de combustión	Intercambiador de calor
		Válvula de gas
		Inyector de combustible
		Bomba de aceite
		Ventilador de combustión
		Termostato
	Sistema de control	Control de presión
		Control de llama
		Sistema de seguridad
	Sistema de agua	Válvula de llenado
		Manómetro
		Válvula de seguridad
		Purgador de aire
	Sistema de ventilación	Chimenea
Ventilador de extracción		
Conductos de ventilación		

---

Sistema eléctrico	Interruptor principal
	Fusibles
	Relés
	Contactores
Aislamiento térmico	Cubierta de aislamiento
	Sellado de puertas y ventanas
Accesorios	Indicador de nivel de agua
	Indicador de temperatura
	Indicador de presión

---

Fuente: Autor

*figura 4. Caldera*



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 13. Taxonomía y subdivisión cuartos fríos

Uso/Localización Cuarto Frio						
Ítem	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Servicios de alimentos	Cuartos Fríos	1/2 HP
2	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Servicios de alimentos	Cuartos Fríos	1/2 HP
3	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Servicios de alimentos	Cuartos Fríos	1/2 HP
4	Salud	Infraestructura	Hospital Santa clara	Servicios de alimentos	Cuartos Fríos	1/2 HP
5	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Servicios de alimentos	Cuarto frio	1 HP
6	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Servicios de alimentos	Cuarto frio	1 HP
7	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Sala de paz	Morgue	1/2 HP
8	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Sala de paz	Morgue	1/2 HP
9	Salud	Infraestructura	Hospital Santa clara	Sala de paz	Morgue	1/2 HP
10	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Sala de paz	Morgue	1/2 HP

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenible
<b>CUARTO FRIO</b>	Estructura	Paneles aislantes
		Perfiles y clips
	Puertas	Correderas-Abatibles
		Sistema Cierre hermético
		Aislamiento térmico
	Sistema de refrigeración	Evaporador
		Compresor
		Condensador
		Válvulas de expansión y controladores
		Filtros
	Iluminación	Luces LED de bajo consumo
		Iluminación de emergencia
		Termostatos

Sistema de control de temperatura	Sensores de temperatura y humedad
	Sistema de control automatizado
Suelo	Material resistente y de fácil limpieza
	Sistema de drenaje
Estanterías	Materiales resistentes y de fácil limpieza
	Diseño ergonómico para facilitar el acceso a los productos
Accesorios	Alarmas de temperatura y humedad
	Sensores de humedad
	Válvulas de drenaje
	Extintores de incendios

Fuente: Autor

*figura 5. Cuarto frio*



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 14. Taxonomía y subdivisión extractor e inyector

Uso/Localización						
	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Central esterilización	Extracción e inyección	1.5 HP
2	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI entrada	Extracción e inyección	1.5 HP
3	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI salida	Extracción e inyección	1.5 HP
4	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Urgencias	Extracción e inyección	1.5 HP
5	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Central de aires salida	Extracción e inyección	2.2 HP
6	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Farmacia	Extracción e inyección	1.5 HP
7	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI1	Extracción e inyección	1.5 HP
8	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI2	Extracción e inyección	1.5 HP
9	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI3	Extracción e inyección	1.5 HP
10	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI4	Extracción e inyección	1.5 HP
11	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI5	Extracción e inyección	1.5 HP
12	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	UCI6	Extracción e inyección	1.5 HP
13	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Aislado 1	Extracción e inyección	1.5 HP
14	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Aislado 2	Extracción e inyección	1.5 HP
15	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer	Terraza	Extracción e inyección	1.5 HP
16	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI pediatría	Extracción e inyección	7 HP
17	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI adultos	Extracción e inyección	7 HP
18	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Salas de cirugía	Extracción e inyección	7 HP
19	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cocina	Extracción e inyección	7 HP

20	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Hemodinamia	Extracción e inyección	7 HP
21	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San pablo habitación 5	Extracción e inyección	1 HP
22	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San pablo habitación 6	Extracción e inyección	1 HP
23	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San pablo habitación 7	Extracción e inyección	1 HP
24	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San pablo habitación 2	Extracción e inyección	1 HP
25	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San pablo habitación 3	Extracción e inyección	1 HP
26	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Central de urgencia	Extracción e inyección	1 HP
27	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Jardín urgencia	Extracción e inyección	3 HP
28	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / cirugía extractor	Extracción e inyección	3 HP
29	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / partos extractor	Extracción e inyección	3 HP
30	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / Lab. clínico inyector	Extracción e inyección	3 HP
31	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / cirugía inyector	Extracción e inyección	3 HP
32	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / partos inyector	Extracción e inyección	3 HP
33	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza segundo piso / farmacia inyector	Extracción e inyección	1 HP
34	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza segundo piso / morgue inyector	Extracción e inyección	1.5 HP
35	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza segundo piso / farmacia extractor	Extracción e inyección	1.5 HP
36	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza segundo piso / morgue extractor	Extracción e inyección	1 HP

37	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza UCI neonatal extractor	Extracción e inyección	1 HP
38	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza UCI neonatal inyector	Extracción e inyección	1 HP
39	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza segundo piso / morgue extractor	Extracción e inyección	1 HP
40	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Terraza cuarto piso / lab.clínico extractor	Extracción e inyección	3 HP
41	Salud	Infraestructura	Materno Infantil	Tercer piso	Extracción e inyección	1 HP
42	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	6450 CFM
43	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	1500 CFM
44	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	1000 CFM
45	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	650 CFM
46	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	400 CFM
47	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	3600 CFM
48	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	2020 CFM
49	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	1720 CFM
50	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	6800 CFM
51	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	6550 CFM
52	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	6250 CFM
53	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Terraza	Extracción e inyección	6250 CFM

Equipo	Subequipo	Componente o Ítem Mantenable
<b>EXTRACTOR- INYECTOR</b>	Ventilador	Motor
		Aspas o hélices
	Filtro de aire	Medios filtrantes
		Carcasa o marco
	Conductos	Conductos de extracción



	Conductos de inyección
Rejillas de ventilación	Rejillas de extracción
	Rejillas de inyección
Humidificador o deshumidificador	Tanque o recipiente
	Elemento de humidificación o deshumidificación
Termostato	Sensor de temperatura
	Controlador de temperatura
Controlador de velocidad	Controlador de velocidad
Válvulas de regulación	Válvulas de compuerta
	Válvulas de mariposa
Difusores	Difusores de extracción
	Difusores de inyección
Sensor de calidad de aire	Sensor de CO2
	Sensor de partículas o polvo
	Sensor de humedad
	Sensor de temperatura

Fuente: Autor

*figura 6. Extractor e inyector*



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 15. Taxonomía y subdivisión sistema de presión

Uso/Localización						
	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Cuarto de bombas	Sistema de presión	12 caballos de fuerza
2	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Cuarto de bombas	Sistema de presión	12 caballos de fuerza
3	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Cuarto de bombas	Sistema de presión	12 caballos de fuerza
4	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Hospital día	Sistema de presión	3 caballos de fuerza
5	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Hospital día	Sistema de presión	3 caballos de fuerza
6	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Cuarto de bombas	Contraincendios	5 caballos de fuerza
7	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Cuarto de bombas	Contraincendios	28 caballos de fuerza
8	Salud	Infraestructura	Unidad de salud primera de mayo	Terraza	Sistema de presión	1 caballo de fuerza
9	Salud	Infraestructura	Unidad de salud Olaya	Sótano	Sistema de presión	5 caballos de fuerza
10	Salud	Infraestructura	Unidad de salud Chircales	Entrada principal	Sistema de presión	5 caballos de fuerza
11	Salud	Infraestructura	Unidad de salud Chircales	Entrada principal	Sistema de presión	5 caballos de fuerza
12	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Sótano	Sistema de presión	7.5 caballos de fuerza
13	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Sótano	Sistema de presión	7.5 caballos de fuerza
14	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Sótano	Sistema de presión	7.5 caballos de fuerza

15	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Sótano	Contraincendios	25 caballos de fuerza
16	Salud	Infraestructura	Hospital Jorge Eliecer	Sótano	Contraincendios	5 caballos de fuerza
17	Salud	Infraestructura	Perseverancia	Parqueadero	Sistema de presión	3 caballos de fuerza
18	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto de bombas	Sistema de presión	6 caballos de fuerza
19	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto auxiliar	Sistema de presión	7.5 caballos de fuerza
20	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto UCI	Sistema de presión	5 caballos de fuerza
21	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto consulta externa	Sistema de presión	5 caballos de fuerza
22	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Terraza UCI	Sistema de presión	1.2 caballos de fuerza
23	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto UCI	Contraincendios	3/4 caballos de fuerza
24	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Cuarto UCI	Contraincendios	18.5 caballos de fuerza
25	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Cuarto de bombas	Sistema de presión	25 caballos de fuerza
26	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Cuarto de bombas	Sistema de presión	25 caballos de fuerza
27	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Cuarto de bombas	Contraincendios	5 caballos de fuerza
28	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Cuarto de bombas	Contraincendios	25 caballos de fuerza
29	Salud	Infraestructura	Materno Infantil	Sótano	Contraincendios	5 caballos de fuerza
30	Salud	Infraestructura	Antonio Nariño	Cuarto de bombas	Contraincendios	11 caballos de fuerza
31	Salud	Infraestructura	Antonio Nariño	Sótano	Contraincendios	25 caballos de fuerza
32	Salud	Infraestructura	Antonio Nariño	Sótano	Contraincendios	2 caballos de fuerza

33	Salud	Infraestructura	Libertadores	Cuarto de bombas	Contraincendios	11 caballos de fuerza
34	Salud	Infraestructura	Libertadores	Sótano	Contraincendios	25 caballos de fuerza
35	Salud	Infraestructura	Libertadores	Sótano	Contraincendios	2 caballos de fuerza
36	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Sótano	Contraincendios	3 caballos de fuerza
37	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Sótano	Contraincendios	50 caballos de fuerza

Equipo	Componente	Subcomponente
<b>MOTOBOMBA- CONTRAINCENDIO</b>		Carcasa
		Estator
		Motor eléctrico
		Rotor
		Bobinas
		Cojinetes
		Bomba
		Impulsor
		Carcasa
		Eje
		Sello
		Voluta
		Panel de control
		Botones
Indicadores		
Interruptor	Conexiones	
Cableado	Cables	

---

	Conectores
	Aislantes
	Fusibles
	Transductor de presión
	Conexiones
	Carcasa
Sensor de presión	Mecanismo interno
	Válvula de alivio
	Interruptor de flujo
Dispositivo de seguridad	Sensor de nivel
	Dispositivo de apagado automático
	Válvula de retención
	Filtro de succión
	Filtro de descarga
Sistema de filtración	Malla de filtrado
	Válvula de purga
	Carcasa del filtro
	Terminales
	Conectores
Conexiones eléctricas	Cajas de empalmes
	Cables de conexión
	Fusibles y disyuntores

---

Fuente: Autor

figura 7. Sistema de presión



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 16. Taxonomía y subdivisión planta eléctrica

Uso/Localización						
	Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad
1	Salud	Infraestructura	San Blas	Hospital	Eléctrico	256 kVA
2	Salud	Infraestructura	Antonio Nariño	Unidad de Salud	Eléctrico	75 kVA
3	Salud	Infraestructura	Libertadores	Unidad de Salud	Eléctrico	75 kVA
4	Salud	Infraestructura	Alpes	Unidad de Salud	Eléctrico	50 kVA
5	Salud	Infraestructura	Bello Horizonte	Unidad de Salud	Eléctrico	100 kVA
6	Salud	Infraestructura	Primera de Mayo	Unidad de Salud	Eléctrico	100 kVA
7	Salud	Infraestructura	Chircales	Unidad de Salud	Eléctrico	75 kVA
8	Salud	Infraestructura	Olaya	Unidad de Salud	Eléctrico	125 kVA
9	Salud	Infraestructura	San José Obrero	Unidad de Salud	Eléctrico	113 kVA
10	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer Gaitán	Unidad de Salud	Eléctrico	400 kVA
11	Salud	Infraestructura	Perseverancia	Unidad de Salud	Eléctrico	47,5 kVA
12	Salud	Infraestructura	Centro Oriente Adm 34	Unidad de Salud	Eléctrico	35 kVA
13	Salud	Infraestructura	Samper Mendoza	Unidad de Salud	Eléctrico	58 kVA
14	Salud	Infraestructura	Las Cruces	Unidad de Salud	Eléctrico	13.6 kVA

15	Salud	Infraestructura	Los Laches	Unidad de Salud	Eléctrico	13.6 kVA
16	Salud	Infraestructura	Santa Clara	Hospital	Eléctrico	170 kVA
17	Salud	Infraestructura	Santa Clara	Hospital	Eléctrico	148 kVA
18	Salud	Infraestructura	Santa Clara	Hospital	Eléctrico	125 kVA
19	Salud	Infraestructura	La Victoria	Hospital	Eléctrico	445 kVA
20	Salud	Infraestructura	Materno Infantil	Instituto	Eléctrico	350 kVA
21	Salud	Infraestructura	Candelaria	Unidad de Salud	Eléctrico	5 kVA
22	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Unidad de Salud	Eléctrico	250 kVA

<b>Equipo</b>	<b>Subequipo</b>	<b>Componente o Ítem Mantenable</b>
<b>PLANTA ELECTRICA</b>	Motor	Cilindros
		Sistema de combustible-Inyección
		Radiador
		Ventilador
		Tubo de escape
		Silenciador
		Sistema de lubricación
	Generador	Alternador
		Eje del generador
		Sistema de arranque
		Sistema de regulación de voltaje
		Conexiones eléctricas
	Tablero de control	Interruptores de circuito
		Interruptor de transferencia automático
		Medidores de voltaje, corriente y frecuencia
		Controlador de la planta eléctrica
		Sensores de temperatura y presión
Tanque de combustible	Depósito de combustible	
	Tapa de combustible	
	Manguera de combustible	
	Filtro de combustible	

Fuente: Autor

figura 8. Planta eléctrica



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 17. Taxonomía y subdivisión UPS

<b>Uso/Localización</b>						
	<b>Industria</b>	<b>Categoría del negocio</b>	<b>Instalación</b>	<b>Planta/Unidad</b>	<b>Sección/Sistema</b>	<b>Capacidad</b>
1	Salud	Infraestructura	Alpes	Unidad de Salud	Eléctrico	6 KVA
2	Salud	Infraestructura	Administrativa	Sede	Eléctrico	10 KVA
3	Salud	Infraestructura	Primera de mayo	Unidad de Salud	Eléctrico	10 KVA
4	Salud	Infraestructura	Chircales	Unidad de Salud	Eléctrico	10 kVA
5	Salud	Infraestructura	San José Obrero	Unidad de Salud	Eléctrico	30 kVA
6	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer Gaitán	Unidad de Salud	Eléctrico	70 kVA
7	Salud	Infraestructura	Jorge Eliecer Gaitán	Unidad de Salud	Eléctrico	20 kVA



8	Salud	Infraestructura	Perseverancia	Unidad de Salud	Eléctrico	12 kVA
9	Salud	Infraestructura	Administrativa 34	Sede	Eléctrico	18 kVA
10	Salud	Infraestructura	Samper Mendoza	Unidad de Salud	Eléctrico	10 kVA
11	Salud	Infraestructura	Las Cruces	Unidad de Salud	Eléctrico	6 kVA
12	Salud	Infraestructura	Los Laches	Unidad de Salud	Eléctrico	6 kVA
13	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI 1	Eléctrico	30 KVA
14	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI pediatría	Eléctrico	10 KVA
15	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Rotonda	Eléctrico	15 KVA
16	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Urgencias pediatría	Eléctrico	20 KVA
17	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Facturación	Eléctrico	10 KVA
18	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI 3	Eléctrico	15 KVA
19	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	UCI 4	Eléctrico	20 KVA
20	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Santa Inés	Eléctrico	60 KVA
21	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Sistemas	Eléctrico	30 KVA
22	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Almacén	Eléctrico	60 KVA
23	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	San Pablo	Eléctrico	20 KVA
24	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Oficina biomédica	Eléctrico	10 Kva
25	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Ala B	Eléctrico	60 kVA
26	Salud	Infraestructura	Hospital Victoria	Rack patología	Eléctrico	10 kVA
27	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Rack de sistemas	Eléctrico	30 kVA
28	Salud	Infraestructura	Diana Turbay	Unidad de Salud	Eléctrico	20 kVA
29	Salud	Infraestructura	Libertadores	Unidad de Salud	Eléctrico	10 kVA
30	Salud	Infraestructura	Antonio Nariño	Unidad de Salud	Eléctrico	10 kVA

<b>Equipo</b>	<b>Subequipo</b>	<b>Componente o Ítem Mantenible</b>
<b>UPS</b>	Batería	Celdas de batería

---

	Cables de conexión
	Fusibles de protección
	Gabinetes de batería
	Monitor de batería
	Rectificador
	Controlador de carga
	Convertidor DC-AC
	Transformador
Inversor	Ventilador de enfriamiento
	Monitor de voltaje
	Fusibles de protección
	Circuitos de control
	Transformador
	Regulador de voltaje
Estabilizador de voltaje	Filtro de ruido
	Fusibles de protección
	Indicador LED de estado
	Circuitos de control
	Pantalla LCD
	Botones de control
	Interfaz de comunicación
Tablero de control	Puertos USB
	Tarjeta de red
	Sensores de temperatura y humedad
	Circuitos de control

---

Fuente: Autor

figura 9. UPS



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 18. Taxonomía y subdivisión compresor

Uso/Localización						
Industria	Categoría del negocio	Instalación	Planta/Unidad	Sección/Sistema	Capacidad	
1	Salud	Infraestructura	Hospital San Blas	Ubicación cuarto calderas	Neumático	10 HP
2	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Ubicación cuarto criogénico	Neumático	5HP
3	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Ubicación calderas	Neumático	5 HP
4	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Ubicación Carpintería	Neumático	2 HP
5	Salud	Infraestructura	Hospital Santa Clara	Broncoscopia y gastroenterología	Neumático	5 HP
6	Salud	Infraestructura	Hospital victoria	Cuarto de motobombas	Neumático	3 HP
Equipo		Subequipo		Componente o Ítem Mantenible		
COMPRESOR		Motor		Cilindros		

	Sistema de combustible-inyección
	Radiador
	Ventilador
	Sistema de arranque
Compresor	Cabezal
	Pistones
	Cilindros
	Válvulas de admisión y escape
	Conexiones de entrada y salida
	Interruptor de presión
Tanque de aire	Depósito de aire
	Válvula de seguridad
	Válvula de drenaje
	Manómetro
	Conexiones de entrada y salida

Fuente: Autor

*figura 10. Compresor*



Fuente: *Elaboración propia*

Las tablas obtenidas por equipo en la taxonomía realizada; permite conocer e identificar de forma práctica la cantidad de equipos por tipo, por industria, por categoría, instalación, planta/unidad, sección/sistema y capacidad, esto brinda una clara información actualizada y punto de partida de la información sobre los mantenimientos a ejecutar a cada equipo, continua con una tabla en conjunto que incluye al equipo, Subequipo y componente Mantenable, de esta forma se clasifica individualmente de que está compuesto en términos generales cada tipo de equipo y por ende que actividad de mantenimiento preventivo proponer.

## **5.2 Procedimiento 2: Análisis de causa raíz (RCA) de fallas en los equipos industriales con clasificación por medio de la metodología criticidad ABC bajo aspectos de impacto de fallas en la confiabilidad de los equipos Iso 55001**

Se estructura un Análisis de Causa Raíz (RCA) para identificar las principales fallas y causas que generan estas fallas, partiendo de la premisa de que si intervenimos las causas en el mantenimiento preventivo evitamos las fallas, a continuación, se obtiene este análisis por tipo de equipo:

*Tabla 19. RCA aire acondicionado*

EQUIPO	Falla	Causa
Aire Acondicionado	No enfría	Falta de limpieza
Aire Acondicionado	No enfría	Obstrucciones en los filtros de aire
Aire Acondicionado	No enfría	Fuga de refrigerante
Aire Acondicionado	No enfría	Problema en la válvula de expansión
Aire Acondicionado	No enfría	Problema en el motor del ventilador
Aire Acondicionado	No enfría	Problema en el compresor

Aire Acondicionado	No enfría	Problema en el termostato
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Falta de lubricación
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Problemas en los soportes del equipo
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Problemas en el motor del ventilador
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Desalineación de las partes móviles
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Problema en el compresor
Aire Acondicionado	Ruidos excesivos	Obstrucciones en los filtros de aire
Aire Acondicionado	Malos olores	Falta de limpieza
Aire Acondicionado	Malos olores	Problemas en los filtros de aire
Aire Acondicionado	Malos olores	Problemas en el drenaje del condensado
Aire Acondicionado	Malos olores	Problemas en el evaporador
Aire Acondicionado	Malos olores	Acumulación de suciedad en el interior del equipo
Aire Acondicionado	Malos olores	Presencia de moho o bacterias
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Problemas en el drenaje del condensado
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Problemas en el evaporador
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Baja temperatura exterior
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Alta humedad en el ambiente
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Falta de Limpieza
Aire Acondicionado	Condensación excesiva	Obstrucciones en los filtros de aire
Aire Acondicionado	Bomba de drenaje	Falta de limpieza
Aire Acondicionado	Bomba de drenaje	Obstrucciones en la bomba
Aire Acondicionado	Bomba de drenaje	Problemas en el motor de la bomba
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Problemas en el termostato
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Falta de Limpieza
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Problemas en el interruptor de encendido
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Obstrucciones en los filtros de aire
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Problema en el compresor
Aire Acondicionado	Funcionamiento regular	Baja carga de refrigerante
Aire Acondicionado	Alimentación eléctrica	Voltaje incorrecto
Aire Acondicionado	Alimentación eléctrica	Problemas en el interruptor de circuito
Aire Acondicionado	Alimentación eléctrica	Problemas en el cableado eléctrico
Aire Acondicionado	Alimentación eléctrica	Problemas en los contactos eléctricos
Aire Acondicionado	Alimentación eléctrica	Interrupciones de energía
Aire Acondicionado	Placa electrónica	Sobrecarga eléctrica

Aire Acondicionado	Placa electrónica	Problemas en los componentes electrónicos
Aire Acondicionado	Placa electrónica	Falta de limpieza
Aire Acondicionado	Válvulas de servicio	Fugas en las válvulas de servicio
Aire Acondicionado	Válvulas de servicio	Problemas en la apertura y cierre de las válvulas
Aire Acondicionado	Válvulas de servicio	Falta de limpieza
Aire Acondicionado	Conductos de aire	Fugas en los conductos
Aire Acondicionado	Conductos de aire	Obstrucciones en los conductos
Aire Acondicionado	Conductos de aire	Falta de Limpieza
Aire Acondicionado	Conductos de aire	Problemas en la distribución de aire

Fuente: Autor

*Tabla 20. RCA ascensor*

EQUIPO	Falla	Causa
Ascensor	Ascensor no se mueve	Fallo en la fuente de alimentación eléctrica.
Ascensor	Ascensor no se mueve	Interrupción del suministro de energía
Ascensor	Ascensor no se mueve	Problemas con los cables de tracción o poleas
Ascensor	Ascensor no se mueve	Avería en el sistema de control
Ascensor	Ascensor no se mueve	Sensor de puerta defectuoso
Ascensor	Ascensor no se mueve	Interruptor de parada de emergencia activado
Ascensor	Ruidos extraños	Desgaste excesivo en los rodamientos
Ascensor	Ruidos extraños	Falta de lubricación en las partes móviles
Ascensor	Ruidos extraños	Cables de tracción sueltos o desgastados
Ascensor	Ruidos extraños	Desalineación de las poleas o contrapesos
Ascensor	Ruidos extraños	Piezas sueltas o mal ajustadas
Ascensor	Puertas que no se abren o cierran	Bloqueo del sensor de puerta
Ascensor	Puertas que no se abren o cierran	Problemas con el sistema de eléctrico apertura/cierre de las puertas
Ascensor	Puertas que no se abren o cierran	Obstrucción en las guías de las puertas
Ascensor	Puertas que no se abren o cierran	Falla en el mecanismo de la puerta
Ascensor	Puertas que no se abren o cierran	Interruptor de seguridad defectuoso
Ascensor	Ascensor se detiene entre pisos	Avería en el sistema de frenado
Ascensor	Ascensor se detiene entre pisos	Sensor de posición descalibrado.
Ascensor	Ascensor se detiene entre pisos	Falla en los cables de tracción o poleas
Ascensor	Ascensor se detiene entre pisos	Problemas en la unidad de control
Ascensor	Ascensor se detiene entre pisos	Interrupción del suministro de energía

Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Tensión incorrecta en la fuente de alimentación eléctrica
Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Problemas en el motor de tracción
Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Desgaste excesivo en los cables de tracción
Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Rozamiento excesivo en las poleas o rodamientos
Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Sistema de control defectuoso
Ascensor	Ascensor se mueve lentamente o con sacudidas	Sobrecarga del ascensor
Ascensor	Ascensor se detiene antes de llegar al piso deseado	Ajuste incorrecto del limitador de velocidad
Ascensor	Ascensor se detiene antes de llegar al piso deseado	Desalineación de las guías de movimiento
Ascensor	Ascensor se detiene antes de llegar al piso deseado	Avería en el sistema de frenado de emergencia
Ascensor	Ascensor se detiene antes de llegar al piso deseado	Falla en los sensores de posición o de nivel
Ascensor	Ascensor se detiene antes de llegar al piso deseado	Bloqueo u obstrucción en las puertas del piso
Ascensor	Ascensor no responde a los comandos	Fallo en el panel de control o en los botones de llamada.
Ascensor	Ascensor no responde a los comandos	Cables de conexión sueltos o dañados.
Ascensor	Ascensor no responde a los comandos	Falla en el sistema de comunicación entre pisos
Ascensor	Ascensor no responde a los comandos	Problemas en la tarjeta de control principal
Ascensor	Ascensor no responde a los comandos	Interrupción del suministro de energía
Ascensor	Ascensor se queda atascado con personas adentro	Falla en el sistema de apertura de puertas
Ascensor	Ascensor se queda atascado con personas adentro	Bloqueo u obstrucción en las guías o los contrapesos
Ascensor	Ascensor se queda atascado con personas adentro	Exceso de carga que supera la capacidad del ascensor
Ascensor	Ascensor se queda atascado con personas adentro	Falla en el sistema de emergencia o en la iluminación.
Ascensor	Ascensor se queda atascado con personas adentro	Mal funcionamiento de los sensores de peso o sobrecarga.
Ascensor	Ascensor se balancea lateralmente	Desalineación de las guías o los contrapesos.
Ascensor	Ascensor se balancea lateralmente	Desgaste excesivo en los rodamientos o las poleas



Ascensor	Ascensor se balancea lateralmente	Falta de lubricación adecuada en las partes móviles.
Ascensor	Ascensor se balancea lateralmente	Fallo en los amortiguadores de vibración.
Ascensor	Ascensor se balancea lateralmente	Desajuste de las tensiones en los cables de tracción.

Fuente: Autor

Tabla 21. RCA bomba de vacío

EQUIPO	Falla	Causa
Bomba de vacío	No enciende	Fusible quemado
Bomba de vacío	No enciende	Interruptor defectuoso
Bomba de vacío	No enciende	Problemas eléctricos en la línea de suministro
Bomba de vacío	Ruido excesivo	Rotor desalineado
Bomba de vacío	Ruido excesivo	Cojinetes desgastados
Bomba de vacío	Ruido excesivo	Fugas de aire en el sistema
Bomba de vacío	Poco o ningún vacío generado	Filtro obstruido
Bomba de vacío	Poco o ningún vacío generado	Válvula de entrada cerrada
Bomba de vacío	Poco o ningún vacío generado	Sellos o juntas deterioradas
Bomba de vacío	Poco o ningún vacío generado	Fugas en el sistema
Bomba de vacío	Poco o ningún vacío generado	Problemas con el motor o el rotor
Bomba de vacío	Sobrecalentamiento	Flujo de aire insuficiente para enfriar la bomba
Bomba de vacío	Sobrecalentamiento	Problemas en el motor o el rotor
Bomba de vacío	Sobrecalentamiento	Filtro obstruido
Bomba de vacío	Vibraciones excesivas	Rotor desequilibrado
Bomba de vacío	Vibraciones excesivas	Cojinetes desgastados
Bomba de vacío	Vibraciones excesivas	Base o montaje inadecuado
Bomba de vacío	Vibraciones excesivas	Falta de lubricación en los cojinetes
Bomba de vacío	Fugas de aceite	Sellos o juntas deterioradas
Bomba de vacío	Fugas de aceite	Sobrecalentamiento del sistema
Bomba de vacío	Fugas de aceite	Presión interna excesiva
Bomba de vacío	Fugas de aceite	Uso de aceite incorrecto
Bomba de vacío	Baja velocidad de bombeo	Filtro obstruido
Bomba de vacío	Baja velocidad de bombeo	Fugas en el sistema
Bomba de vacío	Baja velocidad de bombeo	Problemas con el motor o el rotor
Bomba de vacío	Baja velocidad de bombeo	Tubo de escape bloqueado
Bomba de vacío	Vibración excesiva en la línea de vacío	Fugas en las conexiones de la línea de vacío

Bomba de vacío	Vibración excesiva en la línea de vacío	Tubo de vacío obstruido o doblado
Bomba de vacío	Vibración excesiva en la línea de vacío	Problemas con la válvula de control de vacío
Bomba de vacío	Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Válvula de retención defectuosa
Bomba de vacío	Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Fugas en las juntas o conexiones del sistema de vacío
Bomba de vacío	Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Desgaste o daño en los sellos o empaquetaduras
Bomba de vacío	Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Válvula de entrada o escape desgastada o mal ajustada
Bomba de vacío	Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Filtro de escape obstruido
Bomba de vacío	Sobrecarga eléctrica	Voltaje inadecuado en la línea de suministro
Bomba de vacío	Sobrecarga eléctrica	Problemas en el motor o el controlador
Bomba de vacío	Sobrecarga eléctrica	Fallos en los componentes eléctricos internos

Fuente: Autor

*Tabla 22. RCA caldera*

EQUIPO	Falla	Causa
Caldera	No enciende	Fallo en la alimentación eléctrica
Caldera	No enciende	Problemas en el termostato o en el control de la caldera
Caldera	No enciende	Sensor de llama defectuoso o sucio
Caldera	No enciende	Interruptor de presión o flujo de agua cerrado o defectuoso
Caldera	Pérdida de presión	Fugas en la red de tuberías o radiadores
Caldera	Pérdida de presión	Válvula de llenado o presión de la caldera defectuosa
Caldera	Pérdida de presión	Fallo en el vaso de expansión
Caldera	Pérdida de presión	Purga de aire insuficiente en el sistema
Caldera	Sobrecalentamiento	Circulación de agua deficiente
Caldera	Sobrecalentamiento	Fallo en el termostato o en el control de la caldera
Caldera	Sobrecalentamiento	Flujo de agua obstruido o restringido
Caldera	Sobrecalentamiento	Problemas con la bomba de circulación
Caldera	Ruidos extraños	Acumulación de sedimentos o minerales en la caldera
Caldera	Ruidos extraños	Componentes sueltos o desgastados en la caldera

Caldera	Ruidos extraños	Flujos de agua inadecuados o desequilibrados
Caldera	Ruidos extraños	Aire atrapado en el sistema
Caldera	Llama amarilla o inestable	Entrada de aire insuficiente o bloqueada
Caldera	Llama amarilla o inestable	Boquilla o inyector de gas obstruido o desgastado
Caldera	Llama amarilla o inestable	Ajuste incorrecto de la relación aire-combustible
Caldera	Llama amarilla o inestable	Problemas con el flujo de gas o la presión del gas
Caldera	Fallo en la calefacción	Bomba de circulación defectuosa o bloqueada
Caldera	Fallo en la calefacción	Fallo en el control de temperatura o termostato
Caldera	Fallo en la calefacción	Problemas en el intercambiador de calor o radiadores
Caldera	Fallo en la calefacción	Fallo en el sistema de distribución de calor
Caldera	Fugas de agua	Válvulas o juntas deterioradas o desgastadas
Caldera	Fugas de agua	Tanque o tuberías corroídas o dañadas
Caldera	Fugas de agua	Presión excesiva en el sistema
Caldera	Fugas de agua	Conexiones de tuberías sueltas o mal selladas
Caldera	Humo o hollín	Combustión incompleta debido a falta de aire
Caldera	Humo o hollín	Boquilla o inyector de gas obstruido o desgastado
Caldera	Humo o hollín	Conducto de escape bloqueado o restringido
Caldera	Humo o hollín	Filtro de aire sucio u obstruido
Caldera	Olor a gas	Fugas en las conexiones de gas o en las tuberías
Caldera	Olor a gas	Válvula de gas defectuosa o mal ajustada
Caldera	Olor a gas	Problemas en el regulador de presión de gas
Caldera	Olor a gas	Combustión incompleta o inadecuada
Caldera	Presión alta	Válvula de seguridad defectuosa o mal ajustada
Caldera	Presión alta	Problemas en el regulador de presión
Caldera	Presión alta	Fallo en el vaso de expansión o sobrecarga de agua
Caldera	Presión alta	Entrada de agua excesiva en el sistema
Caldera	Presión baja	Fugas en el sistema de agua o en las conexiones
Caldera	Presión baja	Válvula de llenado defectuosa o mal ajustada
Caldera	Presión baja	Problemas en el vaso de expansión o pérdida de aire
Caldera	Presión baja	Fallo en la bomba de circulación o bloqueo de agua
Caldera	Fallo en encendido	Electrodo de encendido defectuoso o desgastado
Caldera	Fallo en encendido	Problemas en la línea de gas o suministro de gas
Caldera	Fallo en encendido	Sensor de llama sucio o mal calibrado
Caldera	Fallo en encendido	Módulo de encendido o ignición defectuoso
Caldera	Problemas de temperatura	Sonda de temperatura defectuosa o descalibrada
Caldera	Problemas de temperatura	Termostato mal ajustado o defectuoso
Caldera	Problemas de temperatura	Intercambiador de calor obstruido o sucio
Caldera	Problemas de temperatura	Flujo de agua insuficiente o desequilibrado
Caldera	Fallo en la bomba	Motor de la bomba defectuoso o bloqueado
Caldera	Fallo en la bomba	Impulsor de la bomba desgastado o dañado
Caldera	Fallo en la bomba	Problemas eléctricos en la conexión de la bomba

Caldera	Fallo en la bomba	Filtro de la bomba obstruido o sucio
Caldera	Problemas de control	Panel de control defectuoso o mal programado
Caldera	Problemas de control	Fallas en los sensores de presión o temperatura
Caldera	Problemas de control	Cableado o conexiones sueltas o dañadas
Caldera	Problemas de control	Fallas en la placa electrónica o módulo de control
Caldera	Rendimiento bajo	Acumulación de sedimentos o incrustaciones en la caldera
Caldera	Rendimiento bajo	Combustible de mala calidad o incorrecto
Caldera	Rendimiento bajo	Pérdida de aislamiento en el sistema o radiadores
Caldera	Rendimiento bajo	Boquilla de combustible obstruida o desgastada
Caldera	Fugas de gas	Válvula de gas defectuosa o mal ajustada
Caldera	Fugas de gas	Conexiones de gas sueltas o mal selladas
Caldera	Fugas de gas	Daños en las tuberías de gas o en los conductos de escape
Caldera	Fugas de gas	Problemas en el regulador de presión de gas

Fuente: Autor

*Tabla 23. RCA cuarto frio*

EQUIPO	Falla	Causa
Cuarto frio	Temperatura elevada	Problemas con el sistema de refrigeración
Cuarto frio	Temperatura elevada	Falla en el termostato o en el control de temperatura
Cuarto frio	Temperatura elevada	Fallo en el compresor o en el condensador
Cuarto frio	Temperatura elevada	Fugas en el sistema de refrigerante
Cuarto frio	Temperatura baja	Problemas con el sistema de descongelación
Cuarto frio	Temperatura baja	Falla en el sensor de temperatura o en el control
Cuarto frio	Temperatura baja	Flujo de aire insuficiente o bloqueado
Cuarto frio	Temperatura baja	Baja carga de refrigerante o presión incorrecta
Cuarto frio	Humedad excesiva	Entrada de humedad desde el exterior
Cuarto frio	Humedad excesiva	Aislamiento deficiente o fugas de aire
Cuarto frio	Humedad excesiva	Fallo en el sistema de deshumidificación
Cuarto frio	Humedad excesiva	Problemas con el control de la humedad
Cuarto frio	Ruido excesivo	Problemas en el compresor o en el ventilador
Cuarto frio	Ruido excesivo	Componentes sueltos o desgastados en el sistema
Cuarto frio	Ruido excesivo	Vibraciones causadas por desequilibrio o mala instalación
Cuarto frio	Ruido excesivo	Problemas en los rodamientos o en las poleas
Cuarto frio	Formación de hielo	Fallo en el sistema de descongelación
Cuarto frio	Formación de hielo	Flujo de aire obstruido o desequilibrado
Cuarto frio	Formación de hielo	Baja carga de refrigerante o presión incorrecta

Cuarto frío	Formación de hielo	Entrada de humedad excesiva al cuarto frío
Cuarto frío	Fugas de refrigerante	Conexiones de tuberías sueltas o defectuosas
Cuarto frío	Fugas de refrigerante	Daños o desgaste en las tuberías o en los componentes
Cuarto frío	Fugas de refrigerante	Válvulas de servicio o válvulas de expansión defectuosas
Cuarto frío	Fugas de refrigerante	Sobrecarga o presión excesiva en el sistema
Cuarto frío	Fallo en la iluminación	Bombillas o lámparas defectuosas
Cuarto frío	Fallo en la iluminación	Problemas con el cableado eléctrico o los interruptores
Cuarto frío	Fallo en la iluminación	Falla en los componentes del sistema de iluminación
Cuarto frío	Fallo en la iluminación	Problemas en el panel de control o en los relés
Cuarto frío	Mal olor en el cuarto frío	Derrame de líquidos o alimentos en descomposición
Cuarto frío	Mal olor en el cuarto frío	Filtros de aire sucios u obstruidos
Cuarto frío	Mal olor en el cuarto frío	Problemas en el sistema de drenaje o desagüe
Cuarto frío	Mal olor en el cuarto frío	Fugas en los recipientes de almacenamiento de alimentos
Cuarto frío	Condensación excesiva	Aislamiento inadecuado o dañado
Cuarto frío	Condensación excesiva	Temperatura interior demasiado baja o alta
Cuarto frío	Condensación excesiva	Problemas con el sistema de ventilación
Cuarto frío	Condensación excesiva	Entrada de humedad externa
Cuarto frío	Falta de energía	Corte de energía eléctrica
Cuarto frío	Falta de energía	Problemas con el generador o suministro de energía
Cuarto frío	Falta de energía	Falla en los sistemas de respaldo de energía
Cuarto frío	Falta de energía	Interruptor o fusible defectuoso
Cuarto frío	Congelamiento de las tuberías	Temperatura interior demasiado baja
Cuarto frío	Congelamiento de las tuberías	Aislamiento deficiente o dañado
Cuarto frío	Congelamiento de las tuberías	Flujo de aire restringido o bloqueado
Cuarto frío	Congelamiento de las tuberías	Fallo en el sistema de descongelación
Cuarto frío	Pérdida de presión en el sistema	Fugas en las conexiones o tuberías
Cuarto frío	Pérdida de presión en el sistema	Válvulas de servicio defectuosas o desgastadas
Cuarto frío	Pérdida de presión en el sistema	Problemas en las bombas de circulación
Cuarto frío	Pérdida de presión en el sistema	Obstrucción en los filtros o en los serpentines

Cuarto frio	Mal funcionamiento de las puertas	Sello o empaque deteriorado o desgastado
Cuarto frio	Mal funcionamiento de las puertas	Bisagras o cierres defectuosos
Cuarto frio	Mal funcionamiento de las puertas	Problemas con los sensores de apertura/cierre
Cuarto frio	Mal funcionamiento de las puertas	Bloqueo u obstrucción en las guías
Cuarto frio	Problemas de humedad	Fugas en el sistema de tuberías o conexiones
Cuarto frio	Problemas de humedad	Entrada de aire exterior no controlada
Cuarto frio	Problemas de humedad	Fallo en el sistema de deshumidificación
Cuarto frio	Problemas de humedad	Aislamiento inadecuado o dañado

Fuente: Autor

*Tabla 24. RCA extractor e inyector*

EQUIPO	Falla	Causa
Extractor e Inyector	Baja capacidad de extracción	Ventilador sucio o desgastado.
Extractor e Inyector	Baja capacidad de extracción	Filtro de aire obstruido.
Extractor e Inyector	Baja capacidad de extracción	Conducto de ventilación obstruido o mal diseñado.
Extractor e Inyector	Baja capacidad de extracción	Problemas en el motor del extractor.
Extractor e Inyector	Ruido excesivo	Ventilador desalineado o desequilibrado.
Extractor e Inyector	Ruido excesivo	Cojinetes del motor desgastados.
Extractor e Inyector	Ruido excesivo	Obstrucción en el conducto de ventilación.
Extractor e Inyector	Ruido excesivo	Vibraciones debido a una mala instalación.
Extractor e Inyector	No enciende	Fusible quemado o interruptor apagado.
Extractor e Inyector	No enciende	Problemas eléctricos en el cableado o motor.
Extractor e Inyector	No enciende	Motor del extractor averiado.
Extractor e Inyector	Mal olor o humedad persistente	Conducto de ventilación sucio o con acumulación de humedad.
Extractor e Inyector	Mal olor o humedad persistente	Filtro de aire sucio o saturado.
Extractor e Inyector	Mal olor o humedad persistente	Problemas de aislamiento o filtraciones de agua.
Extractor e Inyector	Mal olor o humedad persistente	Presencia de moho o hongos en el extractor.
Extractor e Inyector	Vibraciones excesivas	Desbalance del ventilador o impulsor.

Extractor e Inyector	Vibraciones excesivas	Base o soportes del extractor desgastados o mal instalados.
Extractor e Inyector	Vibraciones excesivas	Obstrucción en el conducto de ventilación.
Extractor e Inyector	Vibraciones excesivas	Falta de mantenimiento regular del extractor.
Extractor e Inyector	Fuga de aire	Conductos de ventilación mal sellados o dañados.
Extractor e Inyector	Fuga de aire	Conexiones sueltas o mal ajustadas en el sistema de extracción.
Extractor e Inyector	Fuga de aire	Juntas o empaques deteriorados.
Extractor e Inyector	Falta de potencia en el ventilador	Motor del ventilador sobrecalentado.
Extractor e Inyector	Falta de potencia en el ventilador	Baja tensión de alimentación eléctrica.
Extractor e Inyector	Falta de potencia en el ventilador	Filtro de aire muy sucio o bloqueado.
Extractor e Inyector	Encendido o apagado intermitente	Problemas en el interruptor o control de encendido/apagado.
Extractor e Inyector	Encendido o apagado intermitente	Cortocircuito en el sistema eléctrico del extractor.
Extractor e Inyector	Encendido o apagado intermitente	Conexiones eléctricas flojas o corroídas.
Extractor e Inyector	Vibraciones durante el funcionamiento	Desgaste o daño en el ventilador o impulsor.
Extractor e Inyector	Vibraciones durante el funcionamiento	Desequilibrio en las aspas del ventilador.
Extractor e Inyector	Vibraciones durante el funcionamiento	Base o soportes del extractor mal ajustados.
Extractor e Inyector	Vibraciones durante el funcionamiento	Obstrucción en el conducto de ventilación.
Extractor e Inyector	Exceso de vibraciones en el montaje	Base o soportes del extractor mal instalados.
Extractor e Inyector	Exceso de vibraciones en el montaje	Desalineación del extractor en el montaje.
Extractor e Inyector	Exceso de vibraciones en el montaje	Falta de amortiguación o aislamiento entre el extractor y la estructura.
Extractor e Inyector	Problemas de control de velocidad	Falla en el regulador de velocidad del ventilador.
Extractor e Inyector	Problemas de control de velocidad	Problemas en el motor del ventilador.
Extractor e Inyector	Problemas de control de velocidad	Controlador o circuito de velocidad defectuoso.
Extractor e Inyector	Problemas de control de velocidad	Desgaste de la correa de tracción

Fuente: Autor

Tabla 25. RCA sistema de presión

EQUIPO	Falla	Causa
Sistema de presión	Detector de humo defectuoso	Sensor sucio o cubierto de polvo.
Sistema de presión	Detector de humo defectuoso	Batería agotada o defectuosa.
Sistema de presión	Detector de humo defectuoso	Fallo en el circuito de detección.
Sistema de presión	Detector de humo defectuoso	Desconexión o cableado defectuoso.
Sistema de presión	Alarma audible no funciona	Batería descargada o agotada.
Sistema de presión	Alarma audible no funciona	Falla en el circuito de la alarma.
Sistema de presión	Alarma audible no funciona	Conexiones eléctricas sueltas o dañadas.
Sistema de presión	Extintor sin carga	Agente extintor agotado o descargado.
Sistema de presión	Extintor sin carga	Válvula de descarga defectuosa.
Sistema de presión	Extintor sin carga	Mala manipulación o uso previo.
Sistema de presión	Sistema de supresión de incendios no se activa	Fallo en el sistema de detección de incendios.
Sistema de presión	Sistema de supresión de incendios no se activa	Agente supresor vencido o insuficiente.
Sistema de presión	Sistema de supresión de incendios no se activa	Válvulas o dispositivos de activación defectuosos.
Sistema de presión	Dispositivo de corte de energía no funciona	Fallo en el interruptor o dispositivo de corte.
Sistema de presión	Dispositivo de corte de energía no funciona	Conexiones eléctricas defectuosas.
Sistema de presión	Dispositivo de corte de energía no funciona	Desconexión de la fuente de energía.
Sistema de presión	Equipos de protección personal dañados o defectuosos	Daños físicos o desgaste en los equipos.
Sistema de presión	Equipos de protección personal dañados o defectuosos	Incumplimiento de las normas de mantenimiento.
Sistema de presión	Equipos de protección personal dañados o defectuosos	Almacenamiento inadecuado.
Sistema de presión	Falta de arranque	Problema en la alimentación eléctrica.
Sistema de presión	Falta de arranque	Interruptor o fusible quemado.



Sistema de presión	Falta de arranque	Problema en el motor eléctrico.
Sistema de presión	Falta de arranque	Conexiones eléctricas sueltas o dañadas.
Sistema de presión	Baja presión o flujo insuficiente	Filtro de succión obstruido.
Sistema de presión	Baja presión o flujo insuficiente	Impulsor o rotor desgastado.
Sistema de presión	Baja presión o flujo insuficiente	Fugas en las tuberías o conexiones.
Sistema de presión	Baja presión o flujo insuficiente	Pérdida de cebado.
Sistema de presión	Sobrecalentamiento	Insuficiente enfriamiento del motor.
Sistema de presión	Sobrecalentamiento	Obstrucción en las rejillas de ventilación.
Sistema de presión	Sobrecalentamiento	Motor eléctrico sobrecargado.
Sistema de presión	Sobrecalentamiento	Problemas en el sistema de lubricación.
Sistema de presión	Ruido o vibraciones excesivas	Desalineación del motor y la bomba.
Sistema de presión	Ruido o vibraciones excesivas	Componentes sueltos o desgastados.
Sistema de presión	Ruido o vibraciones excesivas	Problemas en los cojinetes o rodamientos.
Sistema de presión	Ruido o vibraciones excesivas	Cavidades o turbulencias en el flujo de agua.
Sistema de presión	Fugas de agua	Sello o empaquetadura defectuosa.
Sistema de presión	Fugas de agua	Desgaste o daño en las juntas o conexiones.
Sistema de presión	Fugas de agua	Daños en el cuerpo de la bomba.
Sistema de presión	Fugas de agua	Exceso de presión en la línea de succión o descarga

Fuente: Autor

Tabla 26. RCA planta eléctrica

EQUIPO	Falla	Causa
Planta Eléctrica	No arranca	Fallo en el suministro de combustible.
Planta Eléctrica	No arranca	Batería descargada o defectuosa.
Planta Eléctrica	No arranca	Problema en el sistema de encendido.
Planta Eléctrica	No arranca	Falla en el motor de arranque.
Planta Eléctrica	Sobrecarga	Consumo de energía superior a la capacidad de la planta.
Planta Eléctrica	Sobrecarga	Fallo en la regulación de carga.
Planta Eléctrica	Sobrecarga	Problema en los sistemas de control y protección.
Planta Eléctrica	Sobrecarga	Falta de sincronización con la red eléctrica.
Planta Eléctrica	Baja tensión o voltaje	Problemas en el regulador de voltaje.
Planta Eléctrica	Baja tensión o voltaje	Falla en los transformadores o conexiones.
Planta Eléctrica	Baja tensión o voltaje	Desgaste o daño en los cables eléctricos.
Planta Eléctrica	Baja tensión o voltaje	Variaciones en el suministro de la red eléctrica.
Planta Eléctrica	Falla en los filtros	Acumulación de suciedad en los filtros de aire o combustible.
Planta Eléctrica	Falla en motor y generador	Lubricación deficiente en el motor y generador.
Planta Eléctrica	Falla en motor y generador	Desgaste o deterioro de piezas y componentes.
Planta Eléctrica	Falla en motor y generador	Falta de inspección y limpieza periódica.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de control	Problemas en los sensores y transductores.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de control	Mal funcionamiento de los dispositivos de control.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de control	Errores en la programación o configuración del sistema.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de control	Fallas en los circuitos de comunicación.
Planta Eléctrica	Fugas de combustible	Conexiones sueltas o dañadas en el sistema de combustible.
Planta Eléctrica	Fugas de combustible	Desgaste o daño en los sellos o juntas.
Planta Eléctrica	Fugas de combustible	Falla en las válvulas de cierre.
Planta Eléctrica	Fugas de combustible	Deterioro de los tanques de almacenamiento.
Planta Eléctrica	Falla en el sistema de refrigeración	Bloqueo u obstrucción en los radiadores o intercambiadores de calor.
Planta Eléctrica	Falla en el sistema de refrigeración	Problemas en las bombas de agua o en el sistema de circulación.

Planta Eléctrica	Falla en el sistema de refrigeración	Insuficiente nivel de refrigerante o falta de mantenimiento del sistema.
Planta Eléctrica	Ruidos anormales	Desgaste o daño en los rodamientos o cojinetes.
Planta Eléctrica	Ruidos anormales	Piezas sueltas o desalineadas en el motor o generador.
Planta Eléctrica	Ruidos anormales	Problemas en el sistema de escape o en los silenciadores.
Planta Eléctrica	Falta de sincronización	Desajuste en los sistemas de control de velocidad y frecuencia.
Planta Eléctrica	Falta de sincronización	Falla en los dispositivos de sincronización y transferencia de carga.
Planta Eléctrica	Falta de sincronización	Problemas en los reguladores de voltaje y frecuencia.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de combustible	Contaminación o adulteración del combustible.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de combustible	Bloqueo o restricción en los filtros de combustible.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de combustible	Problemas en las bombas de combustible o en las líneas de suministro.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de escape	Obstrucción en los conductos de escape.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de escape	Daño en los componentes del sistema de escape, como el silenciador o el catalizador.
Planta Eléctrica	Fallo en el sistema de escape	Diseño inadecuado del sistema de escape.
Planta Eléctrica	Problemas en los sistemas de control	Fallas en los controladores lógicos programables (PLC).
Planta Eléctrica	Problemas en los sistemas de control	Errores en la programación de los sistemas de control.
Planta Eléctrica	Problemas en los sistemas de control	Falla en los sensores o transmisores de medición.
Planta Eléctrica	Problemas en los sistemas de control	Interferencias electromagnéticas o problemas de cableado.

Fuente: Autor

Tabla 27. RCA UPS

EQUIPO	Falla	Causa
UPS	No enciende o falta de salida de energía	Falla en el suministro eléctrico externo
UPS	No enciende o falta de salida de energía	Problemas en el circuito de alimentación
UPS	No enciende o falta de salida de energía	Defectos en el interruptor principal
UPS	No enciende o falta de salida de energía	Baterías agotadas o defectuosas
UPS	Ruido o distorsión en la salida de energía	Sobrecarga en la UPS.
UPS	Ruido o distorsión en la salida de energía	Problemas en los componentes de filtrado de energía.
UPS	Ruido o distorsión en la salida de energía	Interferencia electromagnética externa.
UPS	Ruido o distorsión en la salida de energía	Desgaste o fallas en los reguladores de voltaje.
UPS	Baja autonomía de la batería	Baterías envejecidas o deterioradas.
UPS	Baja autonomía de la batería	Configuración incorrecta de la duración del respaldo.
UPS	Baja autonomía de la batería	Carga excesiva o prolongada.
UPS	Baja autonomía de la batería	Problemas en el sistema de gestión de baterías.
UPS	Falta de transferencia automática	Sensores de voltaje o frecuencia defectuosos.
UPS	Falta de transferencia automática	Mal funcionamiento de los relés de transferencia.
UPS	Falta de transferencia automática	Configuración incorrecta del sistema de transferencia.
UPS	Falta de transferencia automática	Interrupción en el suministro de energía de entrada.
UPS	Fallo en el sistema de carga de la batería	Problemas en el rectificador o cargador de baterías.
UPS	Fallo en el sistema de carga de la batería	Tensión de carga incorrecta.
UPS	Fallo en el sistema de carga de la batería	Conexiones sueltas o dañadas en el circuito de carga
UPS	Fallo en el sistema de carga de la batería	Problemas en el sistema de monitorización de la batería.
UPS	Sobrecalentamiento	Ventiladores obstruidos o no funcionales.
UPS	Sobrecalentamiento	Circulación de aire inadecuada en el gabinete.
UPS	Sobrecalentamiento	Carga continua y alta temperatura ambiente.

UPS	Sobrecalentamiento	Deficiencias en el sistema de disipación de calor.
UPS	Falla en el display o panel de control	Desgaste o daño en el panel de control.
UPS	Falla en el display o panel de control	Conexiones defectuosas o sueltas en el display.
UPS	Falla en el display o panel de control	Problemas en los componentes electrónicos del panel.
UPS	Falla en el display o panel de control	Errores en la programación o configuración del panel.

Fuente: Autor

*Tabla 28. RCA compresor*

EQUIPO	Falla	Causa
Compresor	Sobrecalentamiento del compresor	Falla en el sistema de enfriamiento
Compresor	Sobrecalentamiento del compresor	Insuficiente lubricación
Compresor	Sobrecalentamiento del compresor	Filtro de aire obstruido
Compresor	Sobrecalentamiento del compresor	Baja calidad del aceite lubricante
Compresor	Fugas de aire	Conexiones sueltas o deterioradas
Compresor	Fugas de aire	Sellos o empaques desgastados
Compresor	Fugas de aire	Válvulas de retención defectuosas
Compresor	Fugas de aire	Daños en el cabezal del compresor
Compresor	Ruidos anormales	Rodamientos desgastados o dañados
Compresor	Ruidos anormales	Problemas en los pistones o cilindros
Compresor	Ruidos anormales	Desalineación de los componentes
Compresor	Ruidos anormales	Filtro de admisión de aire obstruido
Compresor	Baja presión de salida	Filtro de aire obstruido
Compresor	Baja presión de salida	Fugas en las líneas de aire
Compresor	Baja presión de salida	Desgaste en las válvulas de descarga
Compresor	Baja presión de salida	Problemas en el regulador de presión
Compresor	Problemas eléctricos	Falla en el motor eléctrico
Compresor	Problemas eléctricos	Interruptores o contactores defectuosos
Compresor	Problemas eléctricos	Problemas en el panel de control
Compresor	Problemas eléctricos	Sobrecarga o fluctuaciones de voltaje
Compresor	Alto consumo de energía	Fricción excesiva en los componentes
Compresor	Alto consumo de energía	Desgaste en las partes móviles

Compresor	Alto consumo de energía	Mal ajuste del regulador de presión
Compresor	Alto consumo de energía	Fugas de aire en el sistema
Compresor	Sobrecalentamiento del motor	Insuficiente flujo de aire de enfriamiento
Compresor	Sobrecalentamiento del motor	Bobinas del motor defectuosas
Compresor	Sobrecalentamiento del motor	Problemas en el sistema de lubricación
Compresor	Sobrecalentamiento del motor	Voltaje inadecuado o fluctuaciones eléctricas
Compresor	Fugas de aceite	Sellos o empaques deteriorados
Compresor	Fugas de aceite	Juntas o empaques mal instalados
Compresor	Fugas de aceite	Desgaste en los componentes internos del compresor
Compresor	Fugas de aceite	Presión excesiva en el sistema de lubricación
Compresor	Vibraciones excesivas	Desalineación de componentes o desequilibrio de rotores
Compresor	Vibraciones excesivas	Falta de lubricación adecuada
Compresor	Vibraciones excesivas	Desgaste o daño en los cojinetes o rodamientos
Compresor	Vibraciones excesivas	Problemas en el acoplamiento o conexión del motor
Compresor	Baja presión de aire	Filtro de aire obstruido o sucio
Compresor	Baja presión de aire	Fugas en las líneas de aire comprimido
Compresor	Baja presión de aire	Válvulas de admisión o descarga desgastadas
Compresor	Baja presión de aire	Regulador de presión mal ajustado
Compresor	Consumo excesivo de aceite	Problemas en el sistema de retención de aceite
Compresor	Consumo excesivo de aceite	Anillos de pistón desgastados o dañados
Compresor	Consumo excesivo de aceite	Exceso de presión en el sistema de lubricación
Compresor	Consumo excesivo de aceite	Fugas en los conductos de aceite
Compresor	Fallos en los controles y sistemas eléctricos	Interruptores o relés defectuosos
Compresor	Fallos en los controles y sistemas eléctricos	Sensores o transductores averiados
Compresor	Fallos en los controles y sistemas eléctricos	Conexiones eléctricas sueltas o corroídas
Compresor	Fallos en los controles y sistemas eléctricos	Problemas en el panel de control o controladores
Compresor	Problemas en la calidad del aire comprimido	Filtro de aire sucio u obstruido
Compresor	Problemas en la calidad del aire comprimido	Contaminación del aire de admisión

Compresor	Problemas en la calidad del aire comprimido	Separador de agua o filtros de humedad defectuosos
Compresor	Problemas en la calidad del aire comprimido	Condensación excesiva en el sistema de aire comprimido

Fuente: Autor

Al relacionar las causas de cada falla que se presentan en mayor medida por cada tipo de equipo, permite observar un aspecto general de las causas a intervenir, sin embargo, es necesario identificar las causas de mayor impacto, para ello utilizamos la metodología de criticidad ABC basados en aspectos de confiabilidad de la Iso 55001, de esta manera se focaliza la actividad para el plan de mantenimiento preventivo en estas causas, con el objetivo de evitar la falla en cada equipo.

Con la metodología de criticidad ABC basado en aspectos de confiabilidad; establece primero los aspectos a calificar por medio de una puntuación definida por los autores del proyecto:

*Tabla 29. Aspecto de confiabilidad de la ISO 55001*

<b>ASPECTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>A=Alto=5</b>	<b>B=Medio=3</b>	<b>C=Bajo=1</b>
<b>S</b>	Riesgo de accidente por falla del equipo	Alto riesgo de accidente	Bajo riesgo de accidente	Despreciable riesgo de accidente
<b>Q</b>	Potencial de pérdidas o reclamaciones por falla en servicios o del equipo	Alto potencial de causa de pérdida o reclamaciones	Bajo potencial de causa de pérdida o reclamaciones	Despreciable potencial de causa de pérdida o reclamaciones
<b>W</b>	Disponibilidad de equipos para los servicios	24 horas disponible para servicio	8 a 12 h del día disponible para servicios	8 horas disponible para servicios

<b>D</b>	Parada de servicios por falla de equipo	Parada de servicios por falla en el equipo	La falla ocurre, pero no afectan los servicios y si el equipo	La falla ocurre, pero no afecta los servicios o el equipo
<b>F</b>	Fallas en el trimestre del equipo	Fallas 3 o más veces en el trimestre	Falla 2 o 1 veces en el trimestre	No se presentan fallas
<b>M</b>	Tiempo medio de reparación de falla	Mayor a 1 hora	Mayor a 6 horas y menor a 12 horas	Mayor a 12 horas

Fuente: Autor

En segundo lugar, define la criticidad ABC:

- A. Alto: La causa de falla es un impacto crítico resaltado en color gris 50%
- B. Medio: La causa de falla es un impacto medio resaltado en color gris 25%
- C. Baja: La causa de falla es un impacto bajo resaltado en color gris 5%

*Tabla 30. Análisis de criticidad ABC*

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Las causas que obtengan una puntuación mayor a la definida
B	Las causas que obtengan una puntuación menor o igual a y mayor a la definida
C	Las causas que obtengan una puntuación igual o menor a la definida

La puntuación se define de acuerdo con el tipo de equipo que sea calificado, eso debido a que no todas las causas de falla tienen el mismo impacto en los aspectos de confiabilidad, los siguientes son las tablas obtenidas de esta calificación a las causas bajo la metodología propuesta por tipo de equipo:



Tabla 31. Criticidad aire acondicionado

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor a 15
B	Menor o igual a 15 y mayor a 10
C	Igual o menor a 10

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							
	S	Q	W	D	F	M	R	C
Falta de limpieza	1	1	3	3	5	1	14	B
Obstrucciones en los filtros de aire	1	1	3	3	5	1	14	B
Fuga de refrigerante	5	1	3	5	5	1	20	A
Problema en la válvula de expansión	1	1	3	3	3	1	12	B
Problema en el motor del ventilador	1	1	3	3	1	1	10	C
Problema en el compresor	1	5	3	5	3	1	18	A
Problema en el termostato	1	1	3	3	1	1	10	C
Falta de lubricación	1	1	3	3	1	1	10	C
Problemas en los soportes del equipo	1	3	3	3	1	1	12	B
Problemas en el motor del ventilador	1	1	3	3	1	1	10	C
Desalineación de las partes móviles	1	1	3	3	1	1	10	C
Problema en el compresor	1	5	3	5	3	1	18	A
Obstrucciones en los filtros de aire	1	1	3	3	5	3	16	A
Falta de limpieza	1	3	3	3	3	1	14	B
Problemas en los filtros de aire	1	3	3	3	3	1	14	B
Problemas en el drenaje del condensado	1	3	3	3	3	1	14	B
Problemas en el evaporador	1	3	3	3	3	1	14	B
Acumulación de suciedad en el interior del equipo	1	3	3	3	5	1	16	A
Presencia de moho o bacterias	3	3	3	3	3	1	16	A
Problemas en el drenaje del condensado	3	3	3	5	5	3	22	A
Problemas en el evaporador	3	3	3	5	3	3	20	A
Baja temperatura exterior	1	1	3	1	1	1	8	C
Alta humedad en el ambiente	1	1	3	1	1	1	8	C
Falta de Limpieza	1	1	3	3	3	1	12	B
Obstrucciones en los filtros de aire	1	1	3	3	5	1	14	B
Falta de limpieza	1	1	3	3	5	5	18	A
Obstrucciones en la bomba	1	1	3	3	5	5	18	A
Problemas en el motor de la bomba	1	1	3	3	5	5	18	A
Problemas en el termostato	1	1	3	1	1	1	8	C
Falta de Limpieza	1	1	3	1	5	3	14	B
Problemas en el interruptor de encendido	1	3	3	1	1	1	10	C

Obstrucciones en los filtros de aire	1	3	3	1	5	3	16	A
Problema en el compresor	1	3	3	1	5	3	16	A
Baja carga de refrigerante	1	3	3	1	5	3	16	A
Voltaje incorrecto	1	1	3	3	1	3	12	B
Problemas en el interruptor de circuito	1	1	3	3	1	3	12	B
Problemas en el cableado eléctrico	3	1	3	3	1	3	14	B
Problemas en los contactos eléctricos	1	1	3	3	1	3	12	B
Interrupciones de energía	1	1	3	3	3	5	16	A
Sobrecarga eléctrica	1	1	3	3	3	3	14	B
Problemas en los componentes electrónicos	1	1	3	3	1	3	12	B
Falta de limpieza	1	1	3	3	1	3	12	B
Fugas en las válvulas de servicio	1	1	3	3	3	3	14	B
Problemas en la apertura y cierre de las válvulas	1	1	3	3	1	1	10	C
Falta de limpieza	1	1	3	3	1	1	10	C
Fugas en los conductos	1	1	3	3	1	1	10	C
Obstrucciones en los conductos	1	1	3	3	1	1	10	C
Falta de Limpieza	1	1	3	3	1	1	10	C
Problemas en la distribución de aire	1	1	3	3	1	1	10	C

Fuente: Autor

Tabla 32. Criticidad ascensor

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor a 20
B	Menor o igual a 20 y mayor a 15
C	Igual o menor a 15

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							C
	S	Q	W	D	F	M	R	
Fallo en la fuente de alimentación eléctrica	1	3	5	5	3	3	20	B
Interrupción del suministro de energía	3	3	5	5	5	5	26	A
Problemas con los cables de tracción o poleas	5	5	5	5	1	1	22	A
Avería en el sistema de control	1	3	5	5	3	3	20	B
Sensor de puerta defectuoso	1	3	5	5	5	3	22	A
Interruptor de parada de emergencia activado	1	3	5	5	1	3	18	B
Desgaste excesivo en los rodamientos	1	1	5	1	3	3	14	C
Falta de lubricación en las partes móviles	1	1	5	1	5	3	16	B
Cables de tracción sueltos o desgastados	5	5	5	5	1	1	22	A

Desalineación de las poleas o contrapesos	5	5	5	5	1	1	22	A
Piezas sueltas o mal ajustadas	5	5	5	5	5	1	26	A
Bloqueo del sensor de puerta	1	3	5	3	5	1	18	B
Problemas con el sistema de eléctrico apertura/cierre de las puertas	3	5	5	5	5	1	24	A
Obstrucción en las guías de las puertas	1	5	5	3	5	1	20	B
Falla en el mecanismo de la puerta	3	5	5	5	5	3	26	A
Interruptor de seguridad defectuoso	3	3	5	1	1	1	14	C
Avería en el sistema de frenado	5	5	5	5	1	3	24	A
Sensor de posición descalibrado.	3	3	5	3	3	1	18	B
Falla en los cables de tracción o poleas	5	5	5	5	1	1	22	A
Problemas en la unidad de control	3	3	5	5	1	3	20	B
Interrupción del suministro de energía	3	3	5	5	1	1	18	B
Tensión incorrecta en la fuente de alimentación eléctrica	1	1	5	3	1	5	16	B
Problemas en el motor de tracción	3	3	5	5	1	5	22	A
Desgaste excesivo en los cables de tracción	5	5	5	3	1	3	22	A
Rozamiento excesivo en las poleas o rodamientos	3	3	5	3	1	3	18	B
Sistema de control defectuoso	1	3	5	3	1	3	16	B
Sobrecarga del ascensor	5	3	5	1	3	5	22	A
Ajuste incorrecto del limitador de velocidad	1	1	5	3	3	3	16	B
Desalineación de las guías de movimiento	3	3	5	3	3	3	20	B
Avería en el sistema de frenado de emergencia	5	3	5	1	1	3	18	B
Falla en los sensores de posición o de nivel	3	3	5	3	3	3	20	B
Bloqueo u obstrucción en las puertas del piso	3	3	5	3	3	3	20	B
Fallo en el panel de control o en los botones de llamada.	1	1	5	1	3	1	12	C
Cables de conexión sueltos o dañados.	1	1	5	3	1	3	14	C
Falla en el sistema de comunicación entre pisos	1	1	5	3	5	1	16	B
Problemas en la tarjeta de control principal	1	1	5	3	1	1	12	C
Interrupción del suministro de energía	3	3	5	5	5	5	26	A
Falla en el sistema de apertura de puertas	3	3	5	3	5	1	20	B
Bloqueo u obstrucción en las guías o los contrapesos	1	1	5	3	3	1	14	C
Exceso de carga que supera la capacidad del ascensor	3	5	5	5	1	1	20	B
Falla en el sistema de emergencia o en la iluminación.	1	1	5	3	3	5	18	B
Mal funcionamiento de los sensores de peso o sobrecarga.	3	1	5	5	1	1	16	B
Desalineación de las guías o los contrapesos.	5	5	5	3	1	1	20	B
Desgaste excesivo en los rodamientos o las poleas	5	5	5	3	3	1	22	A
Falta de lubricación adecuada en las partes móviles.	3	1	5	1	3	1	14	C
Fallo en los amortiguadores de vibración.	3	1	5	1	1	1	12	C

Desajuste de las tensiones en los cables de tracción.	3	3	5	1	3	1	16	B
---	---	---	---	---	---	---	----	---

Fuente: Autor

Tabla 33. Criticidad bomba de vacío

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 20
B	Menor a 20 y mayor o igual a 15
C	Igual ó menor a 14

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Fusible quemado	1	5	5	5	3	5	24	A	
Interruptor defectuoso	1	5	5	5	3	5	24	A	
Problemas eléctricos en la línea de suministro	5	5	5	5	5	5	30	A	
Rotor desalineado	1	1	5	1	3	1	12	C	
Cojinetes desgastados	1	1	5	1	3	1	12	C	
Fugas de aire en el sistema	1	1	5	1	3	1	12	C	
Filtro obstruido	1	3	5	5	3	3	20	A	
Válvula de entrada cerrada	1	3	5	5	3	3	20	A	
Sellos o juntas deterioradas	1	3	5	5	3	3	20	A	
Fugas en el sistema	3	3	5	5	3	3	22	A	
Problemas con el motor o el rotor	1	3	5	5	3	3	20	A	
Flujo de aire insuficiente para enfriar la bomba	1	5	5	3	3	3	20	A	
Problemas en el motor o el rotor	1	3	5	3	3	3	18	B	
Filtro obstruido	1	3	5	3	5	3	20	A	
Rotor desequilibrado	3	1	5	1	3	3	16	B	
Cojinetes desgastados	1	1	5	1	3	3	14	C	
Base o montaje inadecuado	1	1	5	1	3	3	14	C	
Falta de lubricación en los cojinetes	3	1	5	1	3	3	16	B	
Sellos o juntas deterioradas	3	3	5	1	3	3	18	B	
Sobrecalentamiento del sistema	1	3	5	1	3	3	16	B	
Presión interna excesiva	1	3	5	1	3	3	16	B	
Uso de aceite incorrecto	1	3	5	1	5	3	18	B	
Filtro obstruido	1	1	5	3	3	3	16	B	

Fugas en el sistema	1	1	5	3	3	3	16	B
Problemas con el motor o el rotor	3	1	5	3	3	3	18	B
Tubo de escape bloqueado	1	1	5	3	3	3	16	B
Fugas en las conexiones de la línea de vacío	3	1	5	1	1	3	14	C
Tubo de vacío obstruido o doblado	1	1	5	1	1	3	12	C
Problemas con la válvula de control de vacío	1	1	5	1	1	3	12	C
Válvula de retención defectuosa	1	5	5	5	1	3	20	A
Fugas en las juntas o conexiones del sistema de vacío	1	5	5	5	1	3	20	A
Desgaste o daño en los sellos o empaquetaduras	1	5	5	5	5	3	24	A
Válvula de entrada o escape desgastada o mal ajustada	1	5	5	5	1	3	20	A
Filtro de escape obstruido	1	5	5	5	1	3	20	A
Voltaje inadecuado en la línea de suministro	5	5	5	5	3	5	28	A
Problemas en el motor o el controlador	5	5	5	5	3	5	28	A
Fallos en los componentes eléctricos internos	5	5	5	5	3	5	28	A

Fuente: Autor

Tabla 34. Criticidad caldera

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 20
B	Menor a 20 y mayor o igual a 15
C	Igual o menor a 14

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Fallo en la alimentación eléctrica	1	5	1	5	3	5	20	A	
Problemas en el termostato o en el control de la caldera	1	5	1	5	3	5	20	A	
Sensor de llama defectuoso o sucio	1	5	1	5	3	5	20	A	
Interruptor de presión o flujo de agua cerrado o defectuoso	1	5	1	5	3	5	20	A	
Fugas en la red de tuberías o radiadores	5	3	1	3	5	1	18	B	
Válvula de llenado o presión de la caldera defectuosa	5	3	1	3	5	1	18	B	
Fallo en el vaso de expansión	1	3	1	3	5	1	14	C	
Purga de aire insuficiente en el sistema	1	3	1	3	3	1	12	C	
Circulación de agua deficiente	1	5	1	3	1	1	12	C	

Fallo en el termostato o en el control de la caldera	1	3	1	3	1	1	10	C
Flujo de agua obstruido o restringido	1	3	1	3	1	1	10	C
Problemas con la bomba de circulación	1	3	1	3	1	1	10	C
Acumulación de sedimentos o minerales en la caldera	1	1	1	1	5	1	10	C
Componentes sueltos o desgastados en la caldera	1	1	1	1	3	1	8	C
Flujos de agua inadecuados o desequilibrados	1	1	1	1	1	1	6	C
Aire atrapado en el sistema	1	1	1	1	3	1	8	C
Entrada de aire insuficiente o bloqueada	5	3	1	1	5	3	18	B
Boquilla o inyector de gas obstruido o desgastado	5	3	1	1	5	3	18	B
Ajuste incorrecto de la relación aire-combustible	1	3	1	1	5	3	14	C
Problemas con el flujo de gas o la presión del gas	5	3	1	1	5	3	18	B
Bomba de circulación defectuosa o bloqueada	1	3	1	1	3	1	10	C
Fallo en el control de temperatura o termostato	1	3	1	1	3	1	10	C
Problemas en el intercambiador de calor o radiadores	1	3	1	1	3	1	10	C
Fallo en el sistema de distribución de calor	1	3	1	1	3	1	10	C
Válvulas o juntas deterioradas o desgastadas	1	3	1	3	5	3	16	B
Tanque o tuberías corroídas o dañadas	1	3	1	3	5	3	16	B
Presión excesiva en el sistema	5	3	1	3	3	3	18	B
Conexiones de tuberías sueltas o mal selladas	1	3	1	3	5	3	16	B
Combustión incompleta debido a falta de aire	1	3	1	3	5	1	14	C
Boquilla o inyector de gas obstruido o desgastado	1	3	1	3	5	1	14	C
Conducto de escape bloqueado o restringido	1	3	1	3	5	1	14	C
Filtro de aire sucio u obstruido	1	3	1	3	5	1	14	C
Fugas en las conexiones de gas o en las tuberías	5	5	1	3	5	5	24	A
Válvula de gas defectuosa o mal ajustada	5	5	1	3	5	5	24	A
Problemas en el regulador de presión de gas	5	5	1	3	5	5	24	A
Combustión incompleta o inadecuada	5	5	1	3	5	5	24	A
Válvula de seguridad defectuosa o mal ajustada	5	3	1	3	1	3	16	B
Problemas en el regulador de presión	5	3	1	3	3	1	16	B
Fallo en el vaso de expansión o sobrecarga de agua	5	3	1	3	3	1	16	B
Entrada de agua excesiva en el sistema	5	3	1	3	3	1	16	B
Fugas en el sistema de agua o en las conexiones	1	3	1	3	3	1	12	C
Válvula de llenado defectuosa o mal ajustada	1	3	1	3	1	1	10	C
Problemas en el vaso de expansión o pérdida de aire	1	3	1	3	1	1	10	C
Fallo en la bomba de circulación o bloqueo de agua	1	3	1	3	1	1	10	C
Electrodo de encendido defectuoso o desgastado	1	5	1	5	1	3	16	B
Problemas en la línea de gas o suministro de gas	1	5	1	5	3	3	18	B
Sensor de llama sucio o mal calibrado	1	5	1	5	3	3	18	B
Módulo de encendido o ignición defectuoso	1	5	1	5	3	3	18	B
Sonda de temperatura defectuosa o descalibrada	1	3	1	3	1	1	10	C
Termostato mal ajustado o defectuoso	1	3	1	3	3	1	12	C

Intercambiador de calor obstruido o sucio	1	3	1	3	1	1	10	C
Flujo de agua insuficiente o desequilibrado	1	3	1	3	1	1	10	C
Motor de la bomba defectuoso o bloqueado	1	3	1	3	5	1	14	C
Impulsor de la bomba desgastado o dañado	1	3	1	3	5	1	14	C
Problemas eléctricos en la conexión de la bomba	1	3	1	3	1	1	10	C
Filtro de la bomba obstruido o sucio	1	3	1	3	1	1	10	C
Panel de control defectuoso o mal programado	1	5	1	3	3	1	14	C
Fallas en los sensores de presión o temperatura	1	5	1	3	3	1	14	C
Cableado o conexiones sueltas o dañadas	1	5	1	3	3	1	14	C
Fallas en la placa electrónica o módulo de control	1	5	1	3	3	1	14	C
Acumulación de sedimentos o incrustaciones en la caldera	1	1	1	1	5	1	10	C
Combustible de mala calidad o incorrecto	1	3	1	1	1	1	8	C
Pérdida de aislamiento en el sistema o radiadores	1	1	1	1	1	1	6	C
Boquilla de combustible obstruida o desgastada	1	1	1	1	3	1	8	C
Válvula de gas defectuosa o mal ajustada	5	5	1	5	3	5	24	A
Conexiones de gas sueltas o mal selladas	5	5	1	5	3	5	24	A
Daños en las tuberías de gas o en los conductos de escape	5	5	1	5	3	5	24	A
Problemas en el regulador de presión de gas	5	5	1	5	3	5	24	A

Fuente: Autor

Tabla 35. Criticidad cuarto frío

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 20
B	Menor a 20 y mayor o igual a 15
C	Igual ó menor a 14

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Problemas con el sistema de refrigeración	1	3	1	3	1	1	10	C	
Falla en el termostato o en el control de temperatura	1	3	1	3	1	1	10	C	
Fallo en el compresor o en el condensador	1	3	1	3	1	1	10	C	
Fugas en el sistema de refrigerante	1	3	1	3	1	1	10	C	
Problemas con el sistema de descongelación	1	5	1	5	3	3	18	B	
Falla en el sensor de temperatura o en el control	1	5	1	5	3	3	18	B	
Flujo de aire insuficiente o bloqueado	1	5	1	5	3	3	18	B	

Baja carga de refrigerante o presión incorrecta	1	5	1	5	3	3	18	B
Entrada de humedad desde el exterior	1	5	1	3	3	1	14	C
Aislamiento deficiente o fugas de aire	1	5	1	3	3	1	14	C
Fallo en el sistema de deshumidificación	1	5	1	3	3	1	14	C
Problemas con el control de la humedad	1	5	1	3	3	1	14	C
Problemas en el compresor o en el ventilador	1	3	1	1	3	3	12	C
Componentes sueltos o desgastados en el sistema	1	3	1	1	3	3	12	C
Vibraciones causadas por desequilibrio o mala instalación	1	3	1	1	3	3	12	C
Problemas en los rodamientos o en las poleas	1	3	1	1	3	3	12	C
Fallo en el sistema de descongelación	1	3	1	3	1	3	12	C
Flujo de aire obstruido o desequilibrado	1	3	1	3	1	3	12	C
Baja carga de refrigerante o presión incorrecta	1	3	1	3	1	3	12	C
Entrada de humedad excesiva al cuarto frío	1	3	1	3	1	3	12	C
Conexiones de tuberías sueltas o defectuosas	5	5	1	5	3	3	22	A
Daños o desgaste en las tuberías o en los componentes	5	5	1	5	3	3	22	A
Válvulas de servicio o válvulas de expansión defectuosas	5	5	1	5	3	3	22	A
Sobrecarga o presión excesiva en el sistema	5	5	1	5	3	3	22	A
Bombillas o lámparas defectuosas	1	1	1	1	1	1	6	C
Problemas con el cableado eléctrico o los interruptores	1	1	1	1	1	1	6	C
Falla en los componentes del sistema de iluminación	1	1	1	1	1	1	6	C
Problemas en el panel de control o en los relés	1	1	1	1	1	1	6	C
Derrame de líquidos o alimentos en descomposición	1	5	1	5	1	5	18	B
Filtros de aire sucios u obstruidos	1	5	1	5	1	5	18	B
Problemas en el sistema de drenaje o desagüe	1	5	1	5	3	5	20	A
Fugas en los recipientes de almacenamiento de alimentos	1	5	1	5	1	5	18	B
Aislamiento inadecuado o dañado	1	3	1	3	3	3	14	C
Temperatura interior demasiado baja o alta	1	3	1	3	3	3	14	C
Problemas con el sistema de ventilación	1	3	1	3	3	3	14	C
Entrada de humedad externa	1	3	1	3	3	3	14	C
Corte de energía eléctrica	1	5	1	5	3	5	20	A
Problemas con el generador o suministro de energía	1	5	1	5	3	5	20	A
Falla en los sistemas de respaldo de energía	1	5	1	5	3	5	20	A
Interruptor o fusible defectuoso	1	5	1	5	3	5	20	A
Temperatura interior demasiado baja	1	3	1	3	3	3	14	C
Aislamiento deficiente o dañado	1	3	1	3	3	3	14	C
Flujo de aire restringido o bloqueado	1	3	1	3	3	3	14	C
Fallo en el sistema de descongelación	1	3	1	3	3	3	14	C
Fugas en las conexiones o tuberías	1	3	1	3	3	3	14	C



Válvulas de servicio defectuosas o desgastadas	1	3	1	3	3	3	14	C
Problemas en las bombas de circulación	1	3	1	3	3	3	14	C
Obstrucción en los filtros o en los serpentines	1	3	1	3	3	3	14	C
Sello o empaque deteriorado o desgastado	1	3	1	5	1	3	14	C
Bisagras o cierres defectuosos	1	1	1	5	1	3	12	C
Problemas con los sensores de apertura/cierre	1	1	1	5	1	3	12	C
Bloqueo u obstrucción en las guías	1	3	1	5	1	3	14	C
Fugas en el sistema de tuberías o conexiones	1	3	1	3	1	3	12	C
Entrada de aire exterior no controlada	1	3	1	3	1	3	12	C
Fallo en el sistema de deshumidificación	1	3	1	3	1	3	12	C
Aislamiento inadecuado o dañado	1	3	1	3	1	3	12	C

Fuente: Autor

Tabla 36. Criticidad extractores e inyectores

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 17
B	Menor o igual a 16 y mayor a 14
C	Igual o menor a 13

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Ventilador sucio o desgastado.	1	5	3	3	5	1	18	A	
Filtro de aire obstruido.	1	5	3	3	5	1	18	A	
Conducto de ventilación obstruido o mal diseñado.	1	5	3	3	1	1	14	B	
Problemas en el motor del extractor.	1	5	3	3	3	1	16	B	
Ventilador desalineado o desequilibrado.	1	3	3	3	1	1	12	C	
Cojinetes del motor desgastados.	1	3	3	3	3	1	14	B	
Obstrucción en el conducto de ventilación.	1	3	3	3	3	1	14	B	
Vibraciones debido a una mala instalación.	1	3	3	3	1	1	12	C	
Fusible quemado o interruptor apagado.	1	3	3	5	3	3	18	A	
Problemas eléctricos en el cableado o motor.	1	3	3	5	3	3	18	A	
Motor del extractor averiado.	1	3	3	5	1	3	16	B	
Conducto de ventilación sucio o con acumulación de humedad.	1	3	3	5	3	1	16	B	
Filtro de aire sucio o saturado.	5	5	3	5	3	1	22	A	
Problemas de aislamiento o filtraciones de agua.	1	5	3	5	1	1	16	B	
Presencia de moho o hongos en el extractor.	1	5	3	5	3	1	18	A	
Desbalance del ventilador o impulsor.	1	5	3	3	3	1	16	B	

Base o soportes del extractor desgastados o mal instalados.	5	5	3	3	1	1	18	A
Obstrucción en el conducto de ventilación.	1	3	3	3	3	1	14	B
Falta de mantenimiento regular del extractor.	1	3	3	3	3	1	14	B
Conductos de ventilación mal sellados o dañados.	1	3	3	3	1	3	14	B
Conexiones sueltas o mal ajustadas en el sistema de extracción.	1	3	3	3	1	3	14	B
Juntas o empaques deteriorados.	1	3	3	3	3	3	16	B
Motor del ventilador sobrecalentado.	1	3	3	3	3	1	14	B
Baja tensión de alimentación eléctrica.	1	3	3	3	3	1	14	B
Filtro de aire muy sucio o bloqueado.	1	3	3	3	3	1	14	B
Problemas en el interruptor o control de encendido/apagado.	1	5	3	5	3	3	20	A
Cortocircuito en el sistema eléctrico del extractor.	1	5	3	5	3	3	20	A
Conexiones eléctricas flojas o corroídas.	1	5	3	5	3	3	20	A
Desgaste o daño en el ventilador o impulsor.	1	3	3	3	3	1	14	B
Desequilibrio en las aspas del ventilador.	1	3	3	3	3	1	14	B
Base o soportes del extractor mal ajustados.	1	3	3	3	3	1	14	B
Obstrucción en el conducto de ventilación.	1	3	3	3	3	1	14	B
Base o soportes del extractor mal instalados.	1	3	3	3	3	1	14	B
Desalineación del extractor en el montaje.	1	3	3	3	1	1	12	C
Falta de amortiguación o aislamiento entre el extractor y la estructura.	1	3	3	3	1	1	12	C
Falla en el regulador de velocidad del ventilador.	1	3	3	3	1	1	12	C
Problemas en el motor del ventilador.	1	3	3	3	3	1	14	B
Controlador o circuito de velocidad defectuoso.	1	3	3	3	3	1	14	B
Desgaste de la correa de tracción	1	3	3	3	5	3	18	A

Fuente: Autor

Tabla 37. Criticidad sistema de presión

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor a 21
B	Menor o igual a 20 y mayor a 15
C	Igual o menor a 14

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Sensor sucio o cubierto de polvo	1	1	5	3	1	1	12	C	
Batería agotada o defectuosa	1	1	5	3	1	1	12	C	

Fallo en el circuito de detección	1	1	5	3	1	1	12	C
Desconexión o cableado defectuoso	1	1	5	3	1	1	12	C
Batería descargada o agotada	1	1	5	3	1	3	14	C
Falla en el circuito de la alarma	1	1	5	3	1	3	14	C
Conexiones eléctricas sueltas o dañadas	1	1	5	3	1	3	14	C
Agente extintor agotado o descargado	1	1	5	3	1	1	12	C
Válvula de descarga defectuosa	1	1	5	3	1	1	12	C
Mala manipulación o uso previo	1	1	5	3	1	1	12	C
Fallo en el sistema de detección de incendios	1	1	5	5	3	5	20	B
Agente supresor vencido o insuficiente	5	5	5	5	3	1	24	A
Válvulas o dispositivos de activación defectuosos	5	5	5	5	3	1	24	A
Fallo en el interruptor o dispositivo de corte	5	5	5	5	3	3	26	A
Conexiones eléctricas defectuosas	5	5	5	5	3	3	26	A
Desconexión de la fuente de energía	5	5	5	5	3	3	26	A
Daños físicos o desgaste en los equipos	1	3	5	5	3	3	20	B
Incumplimiento de las normas de mantenimiento	1	1	5	3	1	1	12	C
Almacenamiento inadecuado	1	1	5	3	1	3	14	C
Problema en la alimentación eléctrica	1	3	5	5	3	3	20	B
Interruptor o fusible quemado	1	3	5	3	3	3	18	B
Problema en el motor eléctrico	1	3	5	5	3	3	20	B
Conexiones eléctricas sueltas o dañadas	1	3	5	5	3	3	20	B
Filtro de succión obstruido	1	3	5	3	3	3	18	B
Impulsor o rotor desgastado	1	3	5	3	3	3	18	B
Fugas en las tuberías o conexiones	1	3	5	3	1	3	16	B
Pérdida de cebado	1	3	5	3	1	3	16	B
Insuficiente enfriamiento del motor	3	3	5	5	3	3	22	A
Obstrucción en las rejillas de ventilación	3	3	5	5	3	3	22	A
Motor eléctrico sobrecargado	3	3	5	5	3	3	22	A
Problemas en el sistema de lubricación	3	3	5	5	3	3	22	A
Desalineación del motor y la bomba	1	3	5	1	3	3	16	B
Componentes sueltos o desgastados	1	3	5	1	3	3	16	B
Problemas en los cojinetes o rodamientos	1	3	5	1	3	3	16	B
Cavidades o turbulencias en el flujo de agua	1	3	5	1	3	3	16	B
Sello o empaquetadura defectuosa	5	5	5	5	3	3	26	A
Desgaste o daño en las juntas o conexiones	5	5	5	5	3	3	26	A
Daños en el cuerpo de la bomba	5	5	5	5	3	3	26	A
Exceso de presión en la línea de succión o descarga	5	5	5	5	3	3	26	A

Fuente: Autor

Tabla 38. Criticidad planta eléctrica

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 20
B	Menor a 20 y mayor a 15
C	Igual o menor a 15

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Fallo en el suministro de combustible.	5	5	5	5	1	5	26	A	
Batería descargada o defectuosa	5	5	5	5	3	5	28	A	
Problema en el sistema de encendido	5	5	5	5	3	5	28	A	
Falla en el motor de arranque	5	5	5	5	3	5	28	A	
Consumo de energía superior a la capacidad de la planta.	3	3	5	5	5	1	22	A	
Fallo en la regulación de carga.	3	3	5	3	1	1	16	B	
Problema en los sistemas de control y protección.	3	3	5	3	3	1	18	B	
Falta de sincronización con la red eléctrica.	3	3	5	3	1	1	16	B	
Problemas en el regulador de voltaje.	3	3	5	3	1	1	16	B	
Falla en los transformadores o conexiones.	3	3	5	3	1	1	16	B	
Desgaste o daño en los cables eléctricos.	3	3	5	3	1	1	16	B	
Variaciones en el suministro de la red eléctrica.	3	3	5	5	1	3	20	B	
Acumulación de suciedad en los filtros de aire o combustible.	1	1	5	1	5	1	14	C	
Lubricación deficiente en el motor y generador.	5	5	5	5	1	1	22	A	
Desgaste o deterioro de piezas y componentes.	1	3	5	1	3	1	14	C	
Falta de inspección y limpieza periódica.	1	3	5	1	5	1	16	B	
Problemas en los sensores y transductores.	3	3	5	1	1	1	14	C	
Mal funcionamiento de los dispositivos de control.	3	3	5	1	1	1	14	C	
Errores en la programación o configuración del sistema.	3	3	5	1	1	1	14	C	
Fallas en los circuitos de comunicación.	3	3	5	1	1	3	16	B	
Conexiones sueltas o dañadas en el sistema de combustible.	3	3	5	3	1	5	20	A	
Desgaste o daño en los sellos o juntas.	3	3	5	1	1	1	14	C	
Falla en las válvulas de cierre.	3	3	5	1	1	1	14	C	
Deterioro de los tanques de almacenamiento.	3	3	5	1	1	5	18	B	
Bloqueo u obstrucción en los radiadores o intercambiadores de calor.	3	3	5	3	1	5	20	A	
Problemas en las bombas de agua o en el sistema de circulación.	3	3	5	3	3	5	22	A	
Insuficiente nivel de refrigerante o falta de mantenimiento del sistema.	3	3	5	3	1	5	20	A	
Desgaste o daño en los rodamientos o cojinetes.	1	3	5	3	1	1	14	C	
Piezas sueltas o desalineadas en el motor o generador.	1	3	5	3	1	1	14	C	

Problemas en el sistema de escape o en los silenciadores.	1	3	5	1	1	1	12	C
Desajuste en los sistemas de control de velocidad y frecuencia.	1	3	5	3	1	1	14	C
Falla en los dispositivos de sincronización y transferencia de carga.	1	3	5	3	3	1	16	B
Problemas en los reguladores de voltaje y frecuencia.	1	3	5	3	1	1	14	C
Contaminación o adulteración del combustible.	1	3	5	3	1	1	14	C
Bloqueo o restricción en los filtros de combustible.	1	3	5	1	3	1	14	C
Problemas en las bombas de combustible o en las líneas de suministro.	1	3	5	3	3	1	16	B
Obstrucción en los conductos de escape.	1	3	5	1	1	1	12	C
Daño en los componentes del sistema de escape, como el silenciador o el catalizador.	1	3	5	1	1	1	12	C
Diseño inadecuado del sistema de escape.	1	3	5	1	1	1	12	C
Fallas en los controladores lógicos programables (PLC).	3	3	5	5	1	5	22	A
Errores en la programación de los sistemas de control.	3	3	5	3	1	3	18	B
Falla en los sensores o transmisores de medición.	1	3	5	3	1	1	14	C
Interferencias electromagnéticas o problemas de cableado.	1	3	5	3	3	1	16	B

Fuente: Autor

Tabla 39. Criticidad UPS

CRITICIDAD (C)	RESULTADO (R)
A	Mayor o igual a 21
B	Menor o igual a 20 y menor a 15
C	Igual o menor a 14

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Falla en el suministro eléctrico externo	5	5	5	5	5	3	28	A	
Problemas en el circuito de alimentación	5	5	5	5	5	3	28	A	
Defectos en el interruptor principal	5	5	5	5	5	3	28	A	
Baterías agotadas o defectuosas	5	5	5	5	5	3	28	A	
Sobrecarga en la UPS.	3	5	5	3	3	1	20	B	

Problemas en los componentes de filtrado de energía.	5	3	5	3	3	1	20	B
Interferencia electromagnética externa.	3	3	5	3	3	1	18	B
Desgaste o fallas en los reguladores de voltaje.	3	3	5	3	3	1	18	B
Baterías envejecidas o deterioradas.	3	5	5	3	3	1	20	B
Configuración incorrecta de la duración del respaldo.	3	3	5	3	1	1	16	B
Carga excesiva o prolongada.	3	5	5	3	1	1	18	B
Problemas en el sistema de gestión de baterías.	3	3	5	3	1	1	16	B
Sensores de voltaje o frecuencia defectuosos.	3	3	5	3	1	1	16	B
Mal funcionamiento de los relés de transferencia.	3	3	5	3	1	1	16	B
Configuración incorrecta del sistema de transferencia.	3	3	5	3	1	1	16	B
Interrupción en el suministro de energía de entrada.	3	3	5	3	3	1	18	B
Problemas en el rectificador o cargador de baterías.	3	5	5	3	3	1	20	B
Tensión de carga incorrecta.	3	5	5	3	3	1	20	B
Conexiones sueltas o dañadas en el circuito de carga	5	5	5	3	3	3	24	A
Problemas en el sistema de monitorización de la batería.	3	3	5	3	3	1	18	B
Ventiladores obstruidos o no funcionales.	5	3	5	3	1	3	20	B
Circulación de aire inadecuada en el gabinete.	5	1	5	3	1	3	18	B
Carga continua y alta temperatura ambiente.	5	1	5	3	1	3	18	B
Deficiencias en el sistema de disipación de calor.	5	1	5	3	1	3	18	B
Desgaste o daño en el panel de control.	1	1	5	1	1	3	12	C
Conexiones defectuosas o sueltas en el display.	1	1	5	1	1	3	12	C
Problemas en los componentes electrónicos del panel.	1	1	5	1	3	3	14	C
Errores en la programación o configuración del panel.	1	1	5	1	3	3	14	C

Fuente: Autor

Tabla 40. Criticidad compresor

CRITICIDAD	TOTAL
A	Mayor a 16
B	Menor a 16 y mayor a 12
C	Igual o menor a 10

Causa	IMPACTO DE CONFIABILIDAD							R	C
	S	Q	W	D	F	M			
Falla en el sistema de enfriamiento	1	3	1	5	1	3	14	B	
Insuficiente lubricación	1	3	1	5	3	3	16	B	
Filtro de aire obstruido	1	3	1	5	3	3	16	B	
Baja calidad del aceite lubricante	1	3	1	5	1	3	14	B	
Conexiones sueltas o deterioradas	1	5	1	5	3	3	18	A	
Sellos o empaques desgastados	1	5	1	5	3	3	18	A	
Válvulas de retención defectuosas	1	5	1	5	1	3	16	B	
Daños en el cabezal del compresor	1	5	1	5	3	3	18	A	
Rodamientos desgastados o dañados	1	3	1	1	3	1	10	C	
Problemas en los pistones o cilindros	1	3	1	1	3	1	10	C	
Desalineación de los componentes	1	3	1	1	3	1	10	C	
Filtro de admisión de aire obstruido	1	3	1	1	3	1	10	C	
Filtro de aire obstruido	1	5	1	3	3	3	16	B	
Fugas en las líneas de aire	1	5	1	3	3	3	16	B	
Desgaste en las válvulas de descarga	1	5	1	3	3	3	16	B	
Problemas en el regulador de presión	1	5	1	3	1	3	14	B	
Falla en el motor eléctrico	1	5	1	5	5	3	20	A	
Interruptores o contactores defectuosos	1	5	1	5	1	3	16	B	
Problemas en el panel de control	1	5	1	5	3	3	18	A	
Sobrecarga o fluctuaciones de voltaje	1	5	1	5	5	3	20	A	
Fricción excesiva en los componentes	1	5	1	1	5	3	16	B	
Desgaste en las partes móviles	1	5	1	1	5	3	16	B	
Mal ajuste del regulador de presión	1	5	1	1	3	3	14	B	
Fugas de aire en el sistema	1	5	1	3	5	3	18	A	
Insuficiente flujo de aire de enfriamiento	1	3	1	3	3	3	14	B	
Bobinas del motor defectuosas	1	3	1	3	1	3	12	C	
Problemas en el sistema de lubricación	1	3	1	3	1	3	12	C	
Voltaje inadecuado o fluctuaciones eléctricas	1	3	1	3	3	3	14	B	
Sellos o empaques deteriorados	1	5	1	1	5	3	16	B	
Juntas o empaques mal instalados	1	5	1	1	5	3	16	B	
Desgaste en los componentes internos del compresor	1	5	1	1	5	3	16	B	
Presión excesiva en el sistema de lubricación	1	5	1	1	5	3	16	B	
Desalineación de componentes o desequilibrio de rotores	1	3	1	1	3	1	10	C	
Falta de lubricación adecuada	1	3	1	1	3	1	10	C	

Desgaste o daño en los cojinetes o rodamientos	1	3	1	1	3	1	10	C
Problemas en el acoplamiento o conexión del motor	1	3	1	1	3	1	10	C
Filtro de aire obstruido o sucio	1	3	1	1	3	3	12	C
Fugas en las líneas de aire comprimido	1	3	1	1	3	3	12	C
Válvulas de admisión o descarga desgastadas	1	3	1	1	3	3	12	C
Regulador de presión mal ajustado	1	3	1	1	3	3	12	C
Problemas en el sistema de retención de aceite	1	1	1	3	1	3	10	C
Anillos de pistón desgastados o dañados	1	1	1	3	1	3	10	C
Exceso de presión en el sistema de lubricación	1	1	1	3	1	3	10	C
Fugas en los conductos de aceite	1	1	1	3	1	3	10	C
Interruptores o relés defectuosos	1	3	1	3	3	3	14	B
Sensores o transductores averiados	1	3	1	3	1	3	12	C
Conexiones eléctricas sueltas o corroídas	1	3	1	3	3	3	14	B
Problemas en el panel de control o controladores	1	3	1	3	3	3	14	B
Filtro de aire sucio u obstruido	1	1	1	3	3	3	12	C
Contaminación del aire de admisión	1	1	1	3	3	1	10	C
Separador de agua o filtros de humedad defectuosos	1	1	1	3	3	1	10	C
Condensación excesiva en el sistema de aire comprimido	1	1	1	3	3	1	10	C

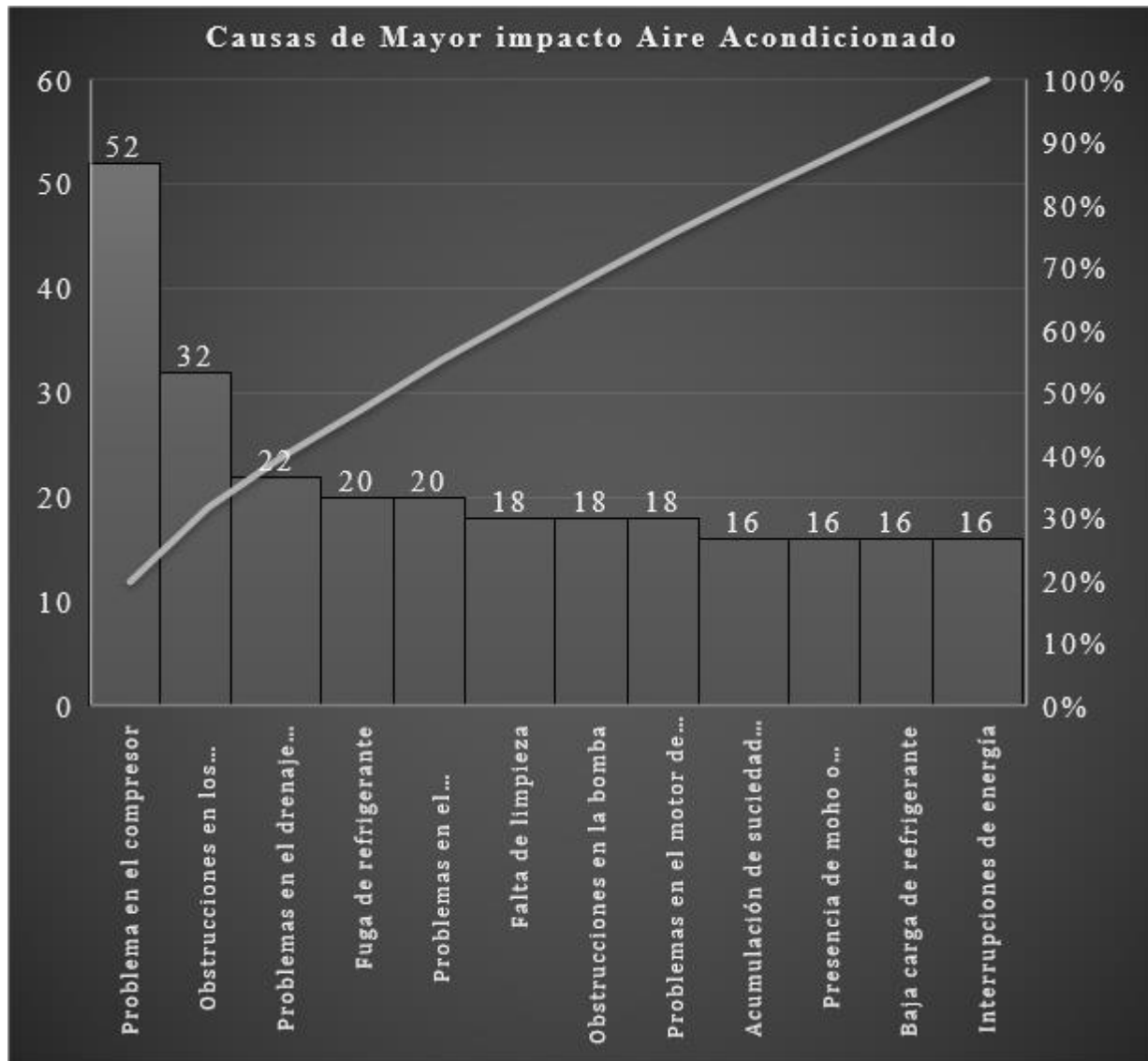
Fuente: Autor

Utilizar el análisis de causa raíz para identificar y comprender las causas fundamentales de las fallas en los equipos industriales a través de la metodología de criticidad A, B, C bajo los criterios de confiabilidad de un activo, permite investigar las causas fundamentales de las fallas y principalmente enfocar el plan de mantenimiento preventivo en las de mayor impacto o críticas, al igual evaluar los costos asociados a las fallas, reduciendo los costos de operación y las consecuencias de las mismas en términos de servicio y riesgo.

De esta forma se obtienen los siguientes resultados que nos permiten enfocar nuestro plan de mantenimiento preventivo por equipo:

*figura 11. Causas aire acondicionado*

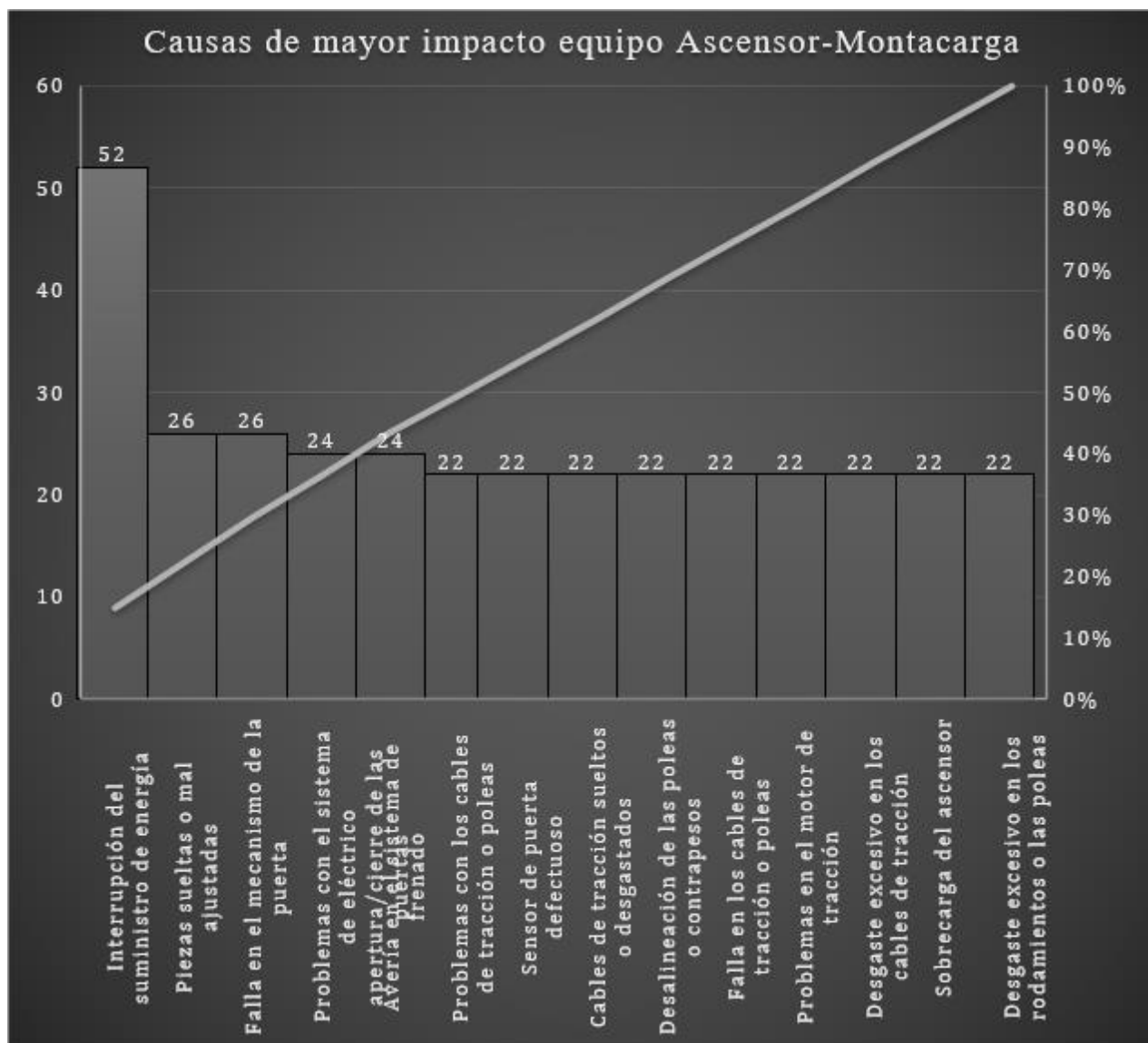




Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo con el anterior diagrama figura 11, se pueden observar las causas de falla más críticas en los equipos de aire acondicionado, con este resultado enfocamos las actividades de mantenimiento preventivo para este equipo en los componentes del compresor, filtros, conductos, evaporador, bomba.

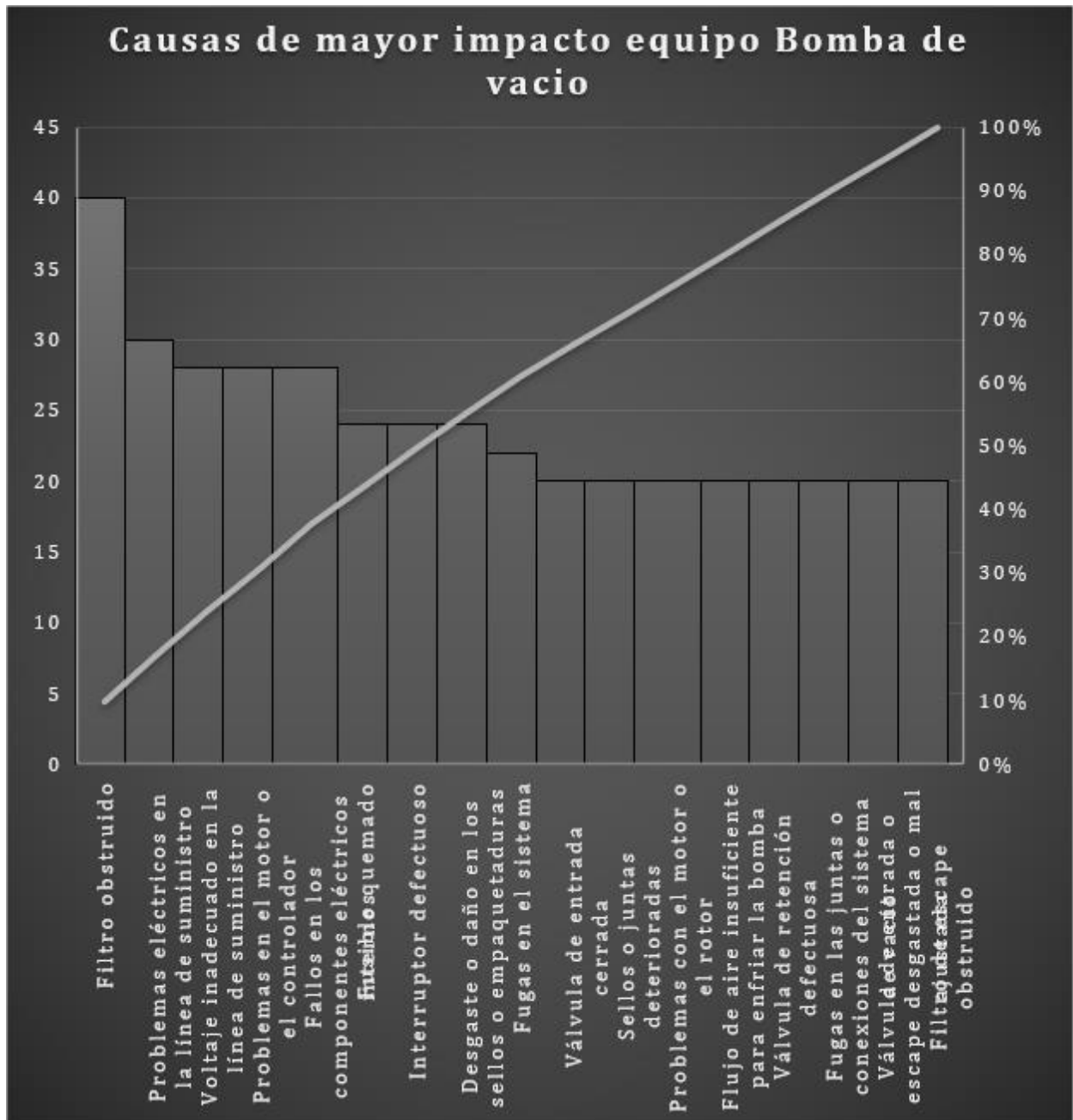
*figura 12. Causas ascensor*



Fuente: *Elaboración propia*

Basándonos en el diagrama anterior figura12, se pueden identificar las causas de falla más críticas en los equipos Ascensores-Montacargas. Con el objetivo de optimizar nuestras actividades de mantenimiento preventivo, nos enfocamos en los componentes clave que suministran energía, como las puertas, frenos, cables, sensores, poleas, motor y rodamientos.

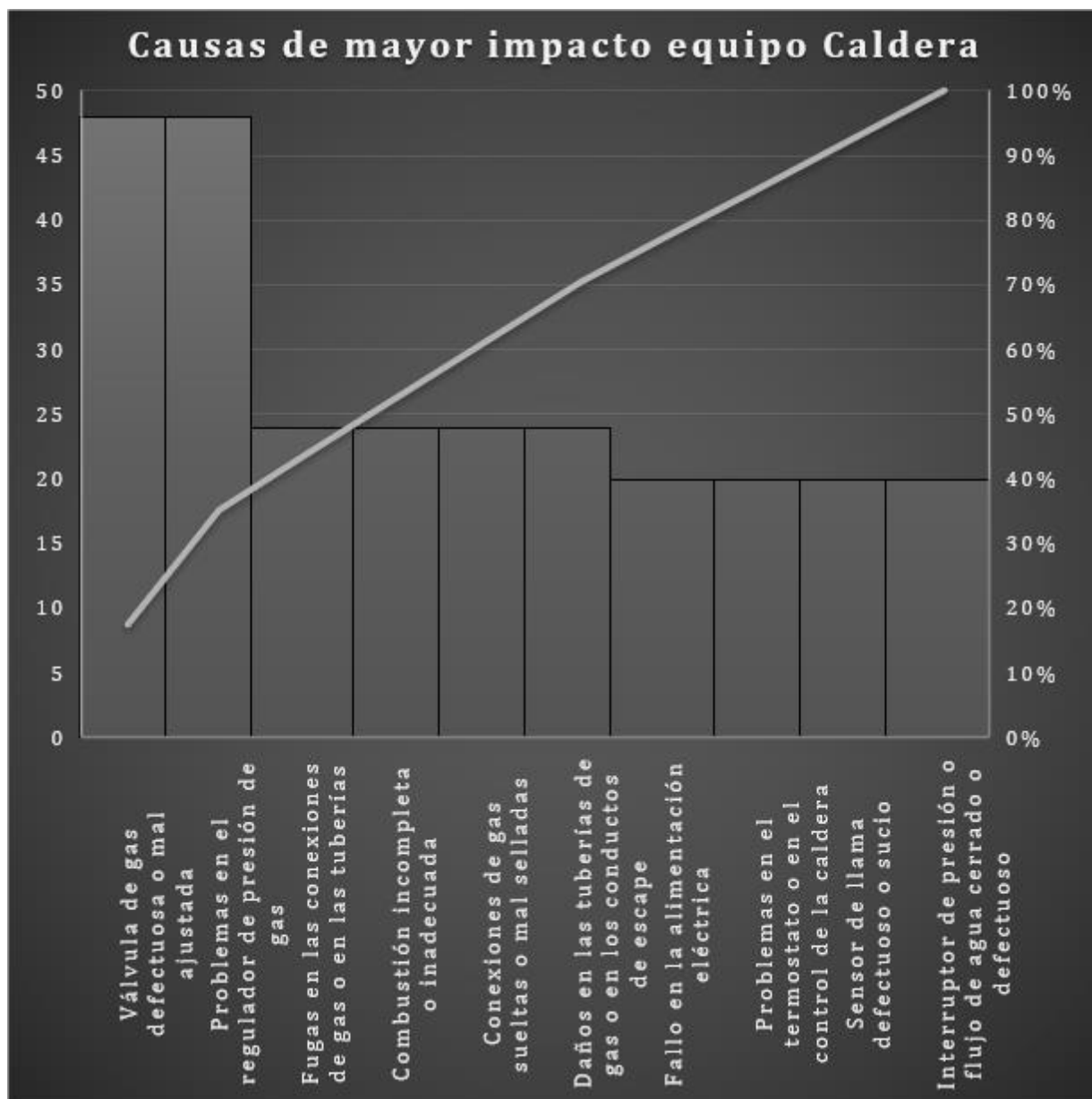
*figura 13. Causas bomba de vacío*



*Fuente:* Elaboración propia

Al analizar el diagrama mencionado anteriormente figura 13, se hacen evidentes las causas de falla más críticas en los equipos Bomba de vacío. Con el objetivo de optimizar nuestros trabajos de mantenimiento preventivo, nos enfocamos en los componentes clave, tales como filtros, líneas eléctricas, motor, fusible, interruptor, empaquetadura y válvula.

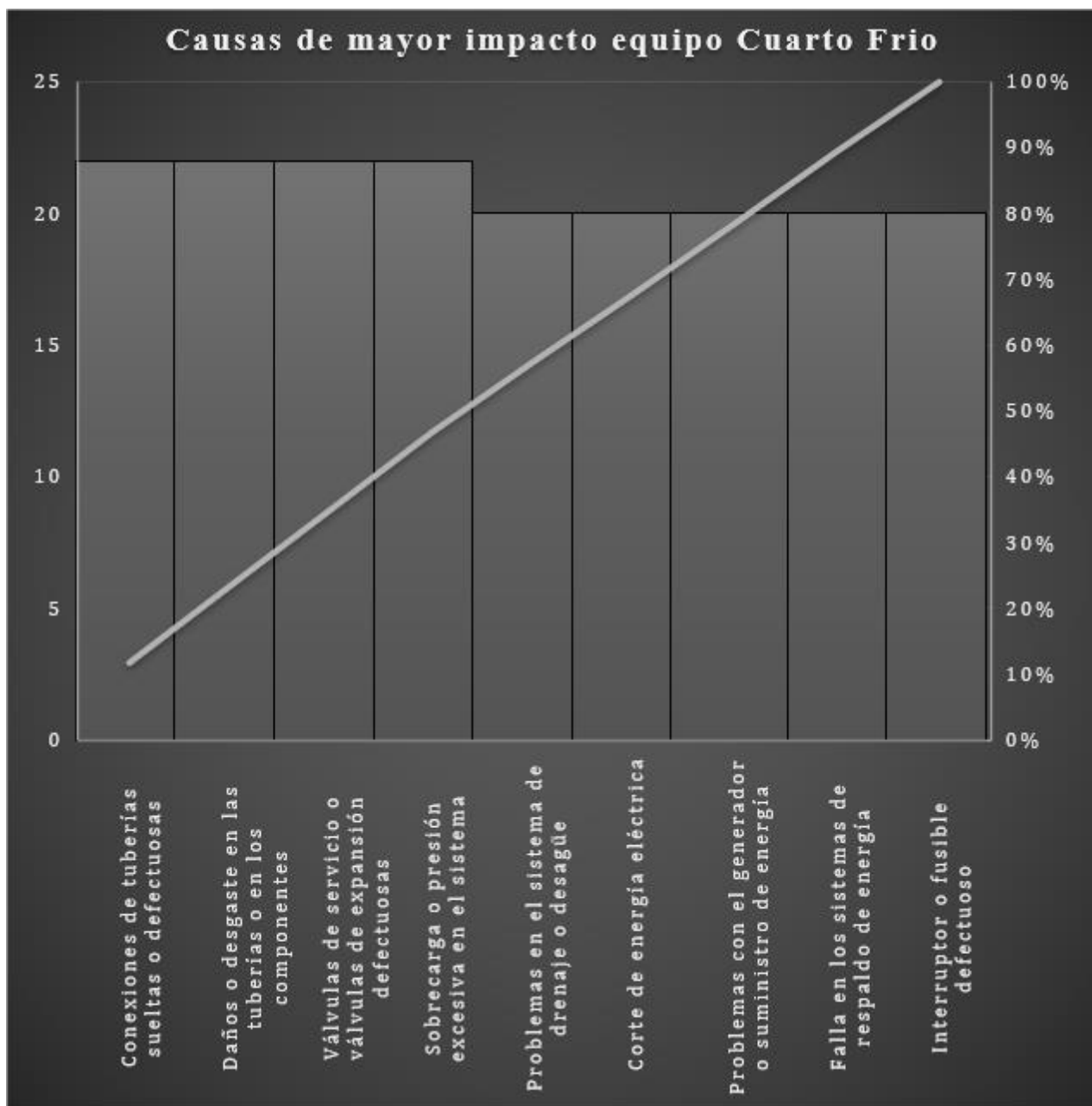
figura 14. Causas caldera



Fuente: *Elaboración propia*

Tras examinar el diagrama anterior figura 14, se vuelven evidentes las causas de falla más críticas en los equipos Caldera. Con el fin de optimizar nuestras actividades de mantenimiento preventivo, dirigimos nuestra atención hacia los componentes esenciales, como las válvulas, regulador, conexiones, sistema de combustión, líneas eléctricas, sensores e interruptores.

figura 15. Causas cuarto frio



Fuente: *Elaboración propia*

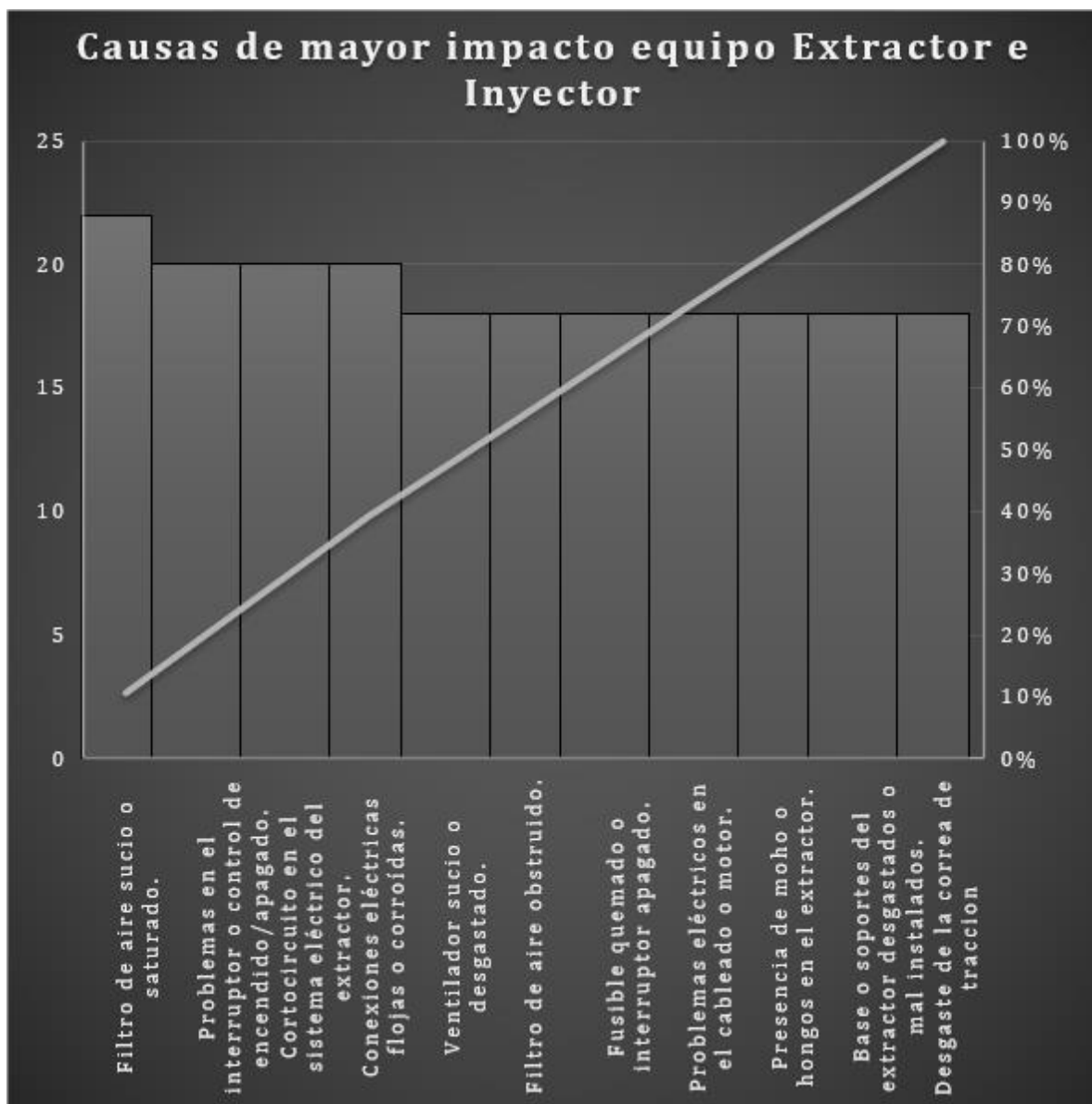
Considerando el diagrama anterior, representado en la figura 15, se logra identificar claramente las causas de falla más críticas en los equipos Cuartos fríos. Con el fin de fortalecer

nuestras actividades de mantenimiento preventivo, nos enfocamos de manera específica en los componentes esenciales para el adecuado funcionamiento de estos equipos.

En este sentido, ponemos especial énfasis en las tuberías, válvulas, línea eléctrica e interruptores, como elementos clave que requieren atención y cuidado constante. Al dirigir nuestros esfuerzos hacia estos componentes, somos capaces de abordar de manera proactiva las áreas que son más susceptibles a fallas y asegurar un funcionamiento óptimo de los cuartos fríos.

Mediante esta estrategia de mantenimiento preventivo, podemos reducir los riesgos potenciales, evitar interrupciones no deseadas y mantener la calidad y condiciones adecuadas en los cuartos fríos. Al tomar en consideración estos componentes críticos, aseguramos un rendimiento confiable y eficiente en los equipos, optimizando así la conservación de los productos y la satisfacción de nuestros clientes.

*figura 16. Causas extractor e inyector*



Fuente: *Elaboración propia*

Al dar un seguimiento detallado al diagrama anterior, representado en la figura 16, se evidencian claramente las causas de falla más críticas en los equipos Extractor-Inyector. Con el propósito de ajustar nuestras actividades de mantenimiento preventivo de manera adecuada, nos enfocamos enérgicamente en los componentes fundamentales que desempeñan un papel crucial en

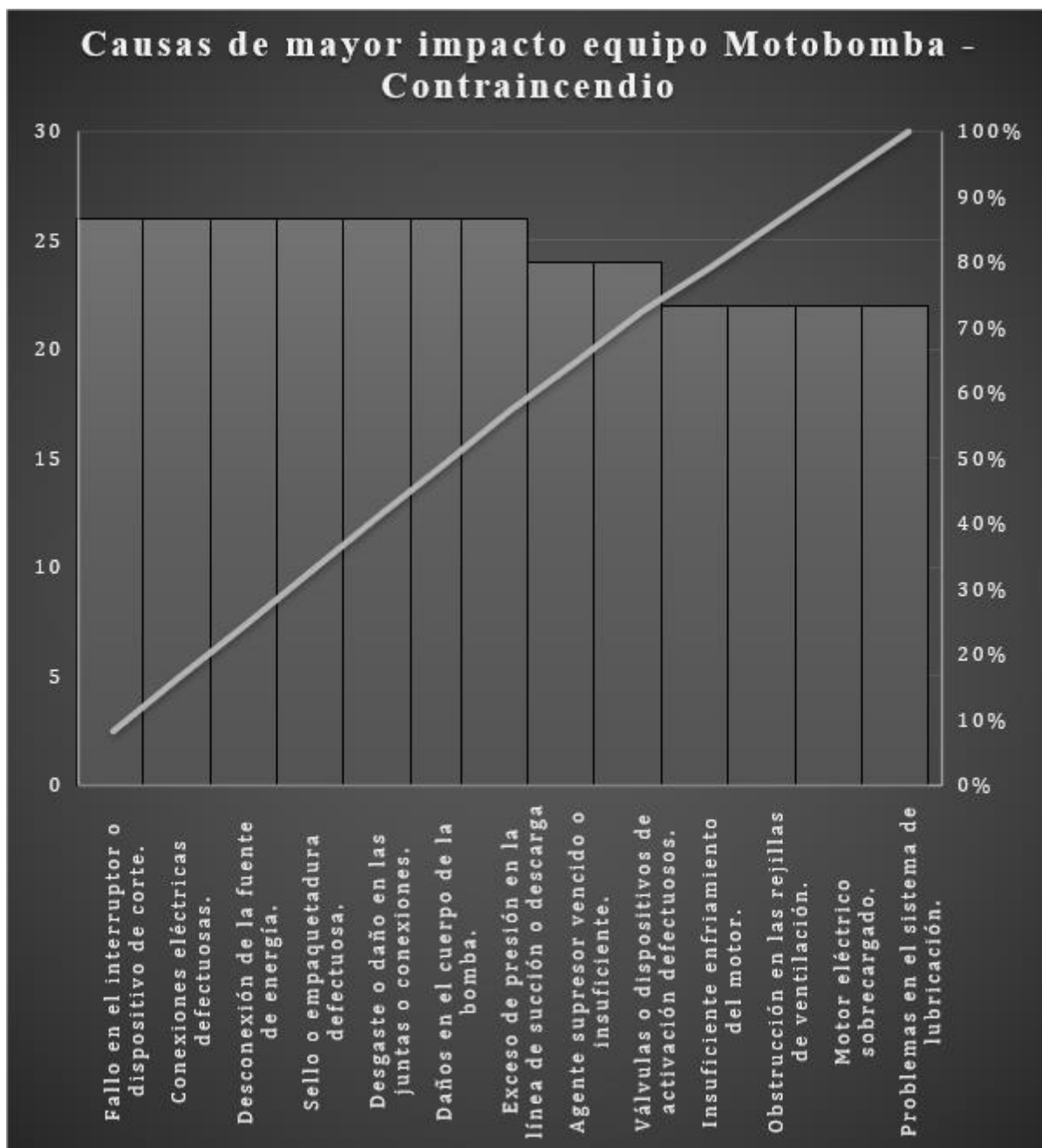
el funcionamiento óptimo del equipo. Estos componentes incluyen los filtros, interruptores, líneas eléctricas y el ventilador.

Esta estrategia proactiva nos permite abordar de manera efectiva los aspectos clave identificados en el diagrama, mitigando los riesgos potenciales y reduciendo las posibilidades de fallas inesperadas. Al mantener una atención especial en estos componentes, aseguramos un rendimiento óptimo y prolongamos la vida útil del equipo Extractor-Inyector. En última instancia, nuestro enfoque en el mantenimiento preventivo proporciona una mayor confiabilidad y eficiencia en las operaciones relacionadas con estos equipos críticos.

Al invertir recursos en el mantenimiento preventivo, podemos evitar interrupciones no planificadas, maximizar la productividad y garantizar la continuidad de las operaciones. Al anticiparnos a posibles problemas, logramos un funcionamiento más confiable y una mayor eficiencia en el desempeño de los equipos Extractor-Inyector.



figura 17. Causas sistema de presión



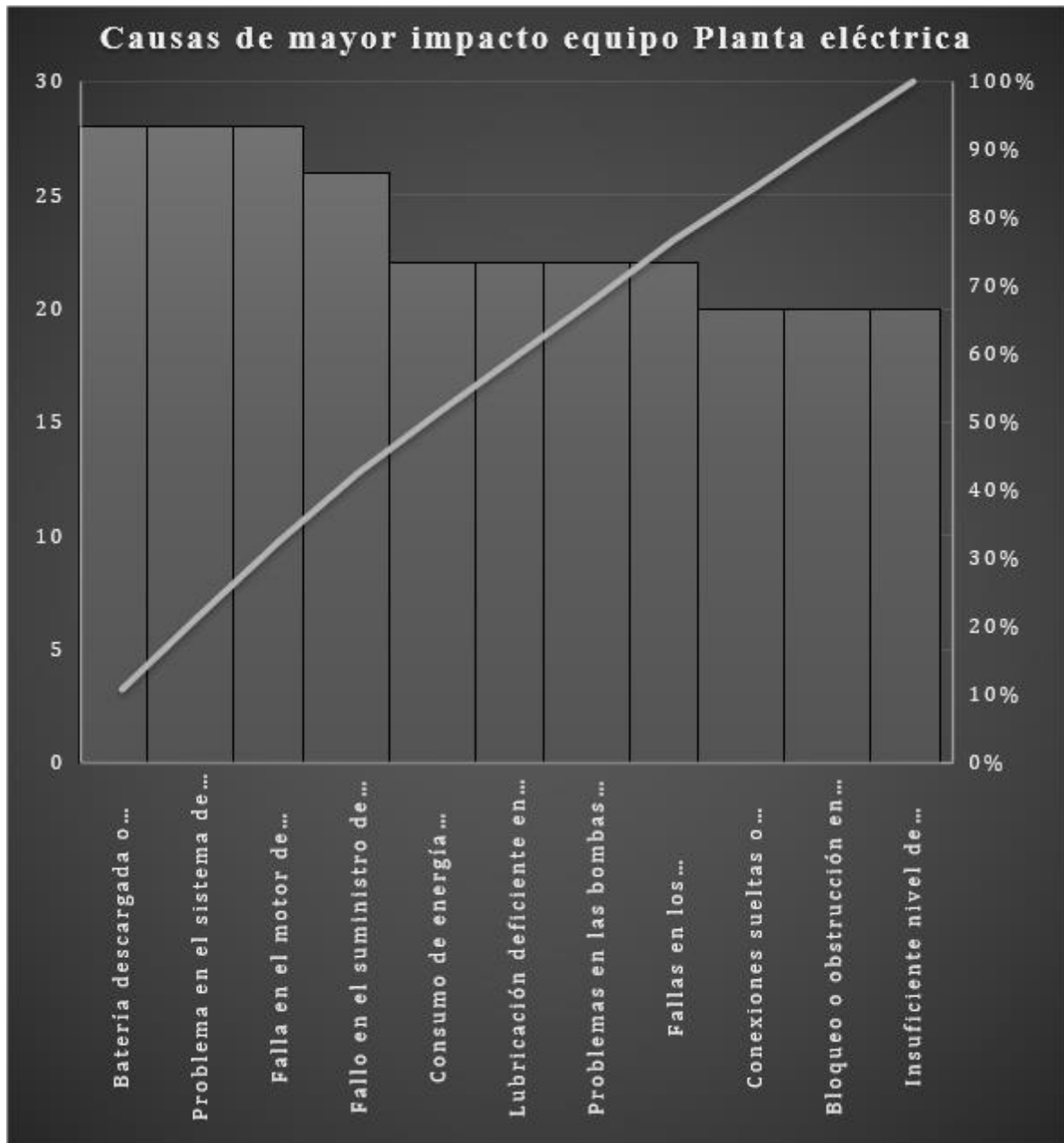
Fuente: *Elaboración propia*

Al tomar en consideración el diagrama anterior, específicamente la figura 17, podemos visualizar claramente las causas de falla más críticas en los equipos Motobomba-Contraincendios. Con el objetivo de guiar nuestras actividades de mantenimiento preventivo en base a estos

resultados, nos enfocamos en los componentes clave que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de dichos equipos. Esto incluye los interruptores, líneas eléctricas, empaquetadura, líneas de succión y descarga, válvulas y motor eléctrico.

Al poner un énfasis especial en estos componentes esenciales, nos aseguramos de abordar de manera efectiva las áreas más susceptibles a fallas y asegurar un funcionamiento óptimo de los equipos Motobomba-Contraincendios. Nuestra estrategia de mantenimiento preventivo nos permite minimizar los riesgos de falla y garantizar un desempeño confiable y seguro de estos equipos críticos en situaciones de contraincendios. Al mantener una atención diligente en estos componentes, podemos reducir cualquier posibilidad de falla y asegurar una respuesta efectiva en caso de emergencia.

figura 18. Causas planta eléctrica



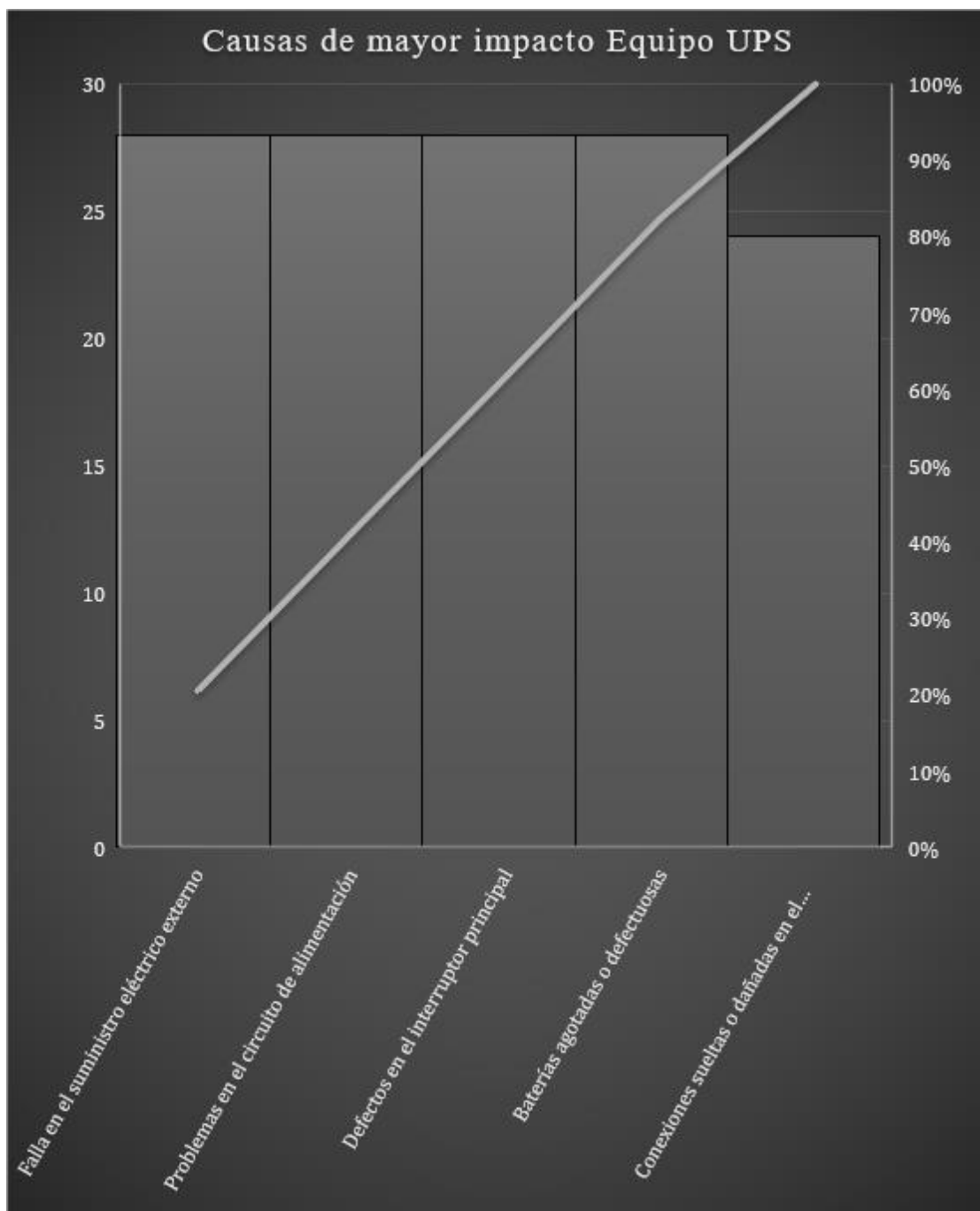
Fuente: *Elaboración propia*

Al analizar detenidamente el diagrama anterior, específicamente la figura 18, se hacen evidentes las causas de falla más críticas en los equipos de planta eléctrica. Basándonos en estos resultados, dirigimos nuestras actividades de mantenimiento preventivo hacia los componentes clave que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento del equipo.

En consecuencia, nos enfocamos en componentes vitales como la batería, el sistema de arranque, el depósito de combustible, la lubricación, la refrigeración y la instrumentación eléctrica. Al prestar especial atención a estos elementos esenciales, podemos abordar de manera efectiva las áreas más propensas a fallas y garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos de planta eléctrica.

Nuestra estrategia de mantenimiento preventivo nos permite mitigar los riesgos de falla, optimizar la confiabilidad del equipo y asegurar una respuesta adecuada en caso de interrupciones eléctricas. Al mantener estos componentes en óptimas condiciones, podemos preservar la continuidad del suministro eléctrico y minimizar cualquier impacto negativo en las operaciones críticas.

figura 19. Causas UPS



Fuente: *Elaboración propia*

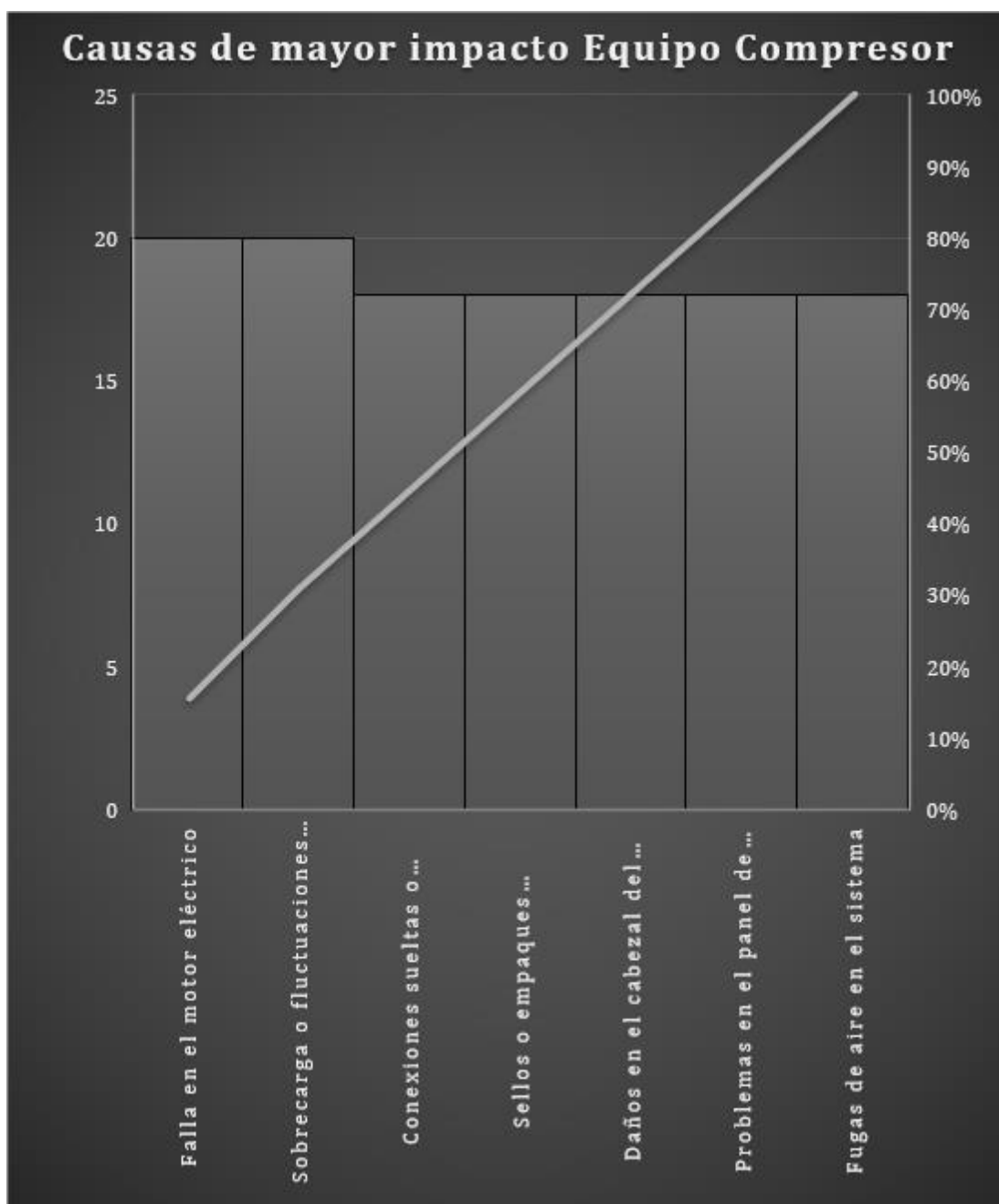
Tomando en consideración el diagrama anterior, representado en la figura 19, se pueden identificar las causas de falla más críticas en los equipos Ups. En función de estas funciones,

orientamos nuestras actividades de mantenimiento preventivo hacia los componentes clave que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de dicho equipo.

En consecuencia, centramos nuestra atención en los componentes de la línea eléctrica, el interruptor y las baterías. Estos elementos son de vital importancia para garantizar un rendimiento óptimo y confiable de los equipos Ups.

Al adoptar esta estrategia de mantenimiento preventivo, podemos abordar de manera efectiva las áreas más susceptibles a fallas, reducir los riesgos potenciales y asegurar un funcionamiento continuo y estable de los equipos Ups. Al mantener en óptimas condiciones estos componentes críticos, mitigamos cualquier interrupción en el suministro eléctrico y aseguramos la protección de los sistemas y dispositivos conectados.

figura 20. Causas compresor



Fuente: *Elaboración propia*

A partir del diagrama anterior figura 20, se pueden identificar de manera clara las causas de falla más críticas en los equipos Compresor. Para direccionar nuestras actividades de

mantenimiento preventivo en consecuencia, nos enfocamos específicamente en los componentes esenciales que desempeñan un papel crucial en el rendimiento de dicho equipo.

En vista de ello, otorgamos especial atención al motor eléctrico, las conexiones, los empaques, el cabezal y el panel de control. Estos elementos representan áreas clave que requieren una supervisión y un mantenimiento adecuados para garantizar un funcionamiento óptimo del compresor.

Al enfocarnos en estos componentes vitales, podemos abordar de manera efectiva los aspectos más susceptibles a fallas y minimizar los riesgos potenciales. Además, el mantenimiento preventivo nos permite mantener un rendimiento constante y prolongar la vida útil del equipo Compresor.

### **5.3 Procedimiento 3: Adaptación de actividades de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo de equipos industriales es esencial para asegurar su correcto funcionamiento. En el contexto de la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE, se deben identificar las actividades específicas para este tipo de mantenimiento, considerando las fallas y causas críticas. Para ello, se recomienda revisar los manuales del fabricante y los históricos de los equipos, adaptar las actividades a las necesidades de la Subred, y asegurarse de incluir las especificaciones, periodicidad y recursos necesarios para cada equipo. Este enfoque garantiza un mantenimiento efectivo y contribuye a la continuidad de los servicios.



Una vez se establecidas la identificación de las causas de las fallas más críticas mediante la metodología ABC, se proceda a realizar el análisis de las actividades requeridas para el diseño del plan de mantenimiento preventivo correspondiente a cada equipo industrial, implementando actividades estandarizadas para garantizar su eficacia y eficiencia. El objetivo principal es asegurar un funcionamiento óptimo de los equipos, minimizando el riesgo de falla y maximizando su vida útil. Para lograrlo, se establezcan tareas específicas que aborden las necesidades de mantenimiento de cada equipo de manera sistemática y proactiva. Este enfoque preventivo permite anticiparse a posibles problemas y tomar las medidas necesarias para evitar interrupciones no planificadas en la parte asistencial y administrativa.

Una vez identificadas las actividades, se procede a estructurar el plan de mantenimiento de cada equipo industrial mediante el uso de una tabla. En esta tabla se muestra la información relevante de como: equipo, sistema, componente, frecuencia y actividad de mantenimiento correspondiente. Esta estructuración permite tener una visión clara y organizada de las tareas necesarias para el mantenimiento de los equipos, facilitando la planificación y ejecución de las actividades de manera sistemática. La tabla proporciona una referencia visual para el seguimiento y control del mantenimiento preventivo, asegurando que cada equipo reciba la atención necesaria en los intervalos de tiempo adecuados.

*Tabla 41. Identificación de actividades aire acondicionado*

<b>IDENTIFICAR ACTIVIDADES AIRE ACONDICIONADO</b>		
<b>falla</b>	<b>Causa crítica</b>	<b>Actividades de mantenimiento preventivo</b>
Condensación excesiva	Problemas en el drenaje del condensado	Verificar y limpiar el desagüe del condensado Inspeccionar y limpiar las tuberías de drenaje

No enfría	Problemas en el evaporador	Limpiar el evaporador y las aletas para eliminar obstrucciones
	Fuga de refrigerante	Inspeccionar y reparar cualquier fuga de refrigerante Verificar el estado de las conexiones y sellos del sistema
Ruidos excesivos	Problema en el compresor	Realizar limpieza de componentes de compresor
	Problema en el compresor	Realizar ajuste y lubricación de componentes compresor
Bomba de drenaje	Obstrucciones en los filtros de aire	Limpiar o reemplazar los filtros de aire
	falta de limpieza	Limpiar y desinfectar la bomba de drenaje
Malos olores	Obstrucciones en la bomba	Verificar y eliminar cualquier obstrucción en la bomba de drenaje
	Problemas en el motor de la bomba	Inspeccionar y limpiar el motor de la bomba
Funcionamiento regular	Acumulación de suciedad en el interior del equipo	Limpiar el interior del equipo para eliminar la suciedad acumulada
	Presencia de moho o bacterias	Realizar una limpieza profunda con desinfectante
Alimentación eléctrica	Obstrucciones en los filtros de aire	Reemplazar los filtros de aire
	Problema en el compresor	Realizar un mantenimiento regular del compresor
	Baja carga de refrigerante	Verificar y recargar refrigerante
	Interrupciones de energía	Verificar y asegurarse de que haya una alimentación eléctrica estable Verificar protección contra sobretensiones o dispositivos de respaldo de energía

Fuente: Autor

Tabla 42. Plan de mantenimiento aire acondicionado

PLAN DE MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO				
Equipo	Sistema	Componente	Frecuencia	Actividad de mantenimiento
Aire Acondicionado	Drenaje del condensador	Desagüe	Trimestral	Verificar y limpiar el desagüe del condensado

---

	Tubería de drenaje	Trimestral	Inspeccionar y limpiar las tuberías de drenaje
Evaporador	Evaporador	Trimestral	Limpiar el evaporador y las aletas
		Trimestral	Verificar que no existan obstrucciones en el evaporador
Compresor	Compresor	Trimestral	Realizar limpieza de componentes de compresor
		Trimestral	Realizar ajuste y lubricación de componentes compresor
Bomba de drenaje	Bomba de drenaje	Trimestral	Limpiar y desinfectar la bomba de drenaje
		Trimestral	Verificar que no existan obstrucciones en la bomba
		Trimestral	Inspeccionar y limpiar el motor de la bomba
Filtración	Filtros de aire	Trimestral	Reemplazar los filtros de aire
Interior del equipo	Interior del equipo	Trimestral	Limpiar el interior del equipo para eliminar suciedad
		Trimestral	Realizar desinfección de moho y bacterias
Baja carga de refrigerante	Refrigerante	Trimestral	Verificar y recargar el refrigerante
Alimentación eléctrica	Alimentación eléctrica	Trimestral	Verificar y asegurarse de una alimentación eléctrica estable
		Trimestral	Verificar protección contra sobretensiones o dispositivos de respaldo de energía

---

Fuente: Autor

Tabla 43. Identificación actividades compresor

IDENTIFICAR ACTIVIDADES COMPRESOR		
falla	causa	Actividad de Mantenimiento Preventivo
Fugas de aire	Conexiones sueltas o deterioradas Sellos o empaques desgastados	Inspeccionar y ajustar las conexiones Reemplazar los sellos o empaques desgastados
problemas eléctricos	Daños en el cabezal del compresor falla en el motor eléctrico	Inspeccionar el cabezal y reparar los danos Verificar el estado del motor y sus componentes, realizar pruebas eléctricas
	Problemas en el panel de control	Verificar el funcionamiento del panel de control, reparar o reemplazar componentes defectuosos
	Sobrecarga o fluctuaciones de voltaje	Instalar dispositivos de protección contra sobrecarga y voltaje, monitorear y corregir problemas de voltaje
Alto consumo de energía	Fugas de aire en el sistema	Inspeccionar y reparar las fugas en el sistema, realizar pruebas de eficiencia del compresor

Fuente: Autor

Tabla 44. Plan de mantenimiento compresor

PLAN DE MANTENIMIENTO COMPRESOR				
Equipo	Sistema	Componente	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento Preventivo
Compresor	Aire	Conexiones	Trimestral	Inspeccionar y ajustar las conexiones
	Aire	Sellos o empaques	Trimestral	Reemplazar los sellos o empaques desgastados

Aire	Cabezal	Trimestral	Inspeccionar el cabezal y reparar los daños
Eléctrico	Motor eléctrico	Trimestral	Verificar el estado del motor y sus componentes, realizar pruebas eléctricas
Eléctrico	Panel de control	Trimestral	Verificar el funcionamiento del panel de control, reparar o reemplazar componentes defectuosos
Eléctrico	Sobrecarga y voltaje	Trimestral	Instalar dispositivos de protección, monitorear y corregir problemas de voltaje
Aire	Sistema	Trimestral	Inspeccionar y reparar las fugas en el sistema, realizar pruebas de eficiencia del compresor

Fuente: Autor

*Tabla 45. Identificación actividades de UPS*

IDENTIFICAR ACTIVIDADES UPS		
Falla	Causa Crítica	Actividades de Mantenimiento Preventivo
No enciende o falta de salida de energía	Falla en el suministro eléctrico externo  Problemas en el circuito de alimentación	Verificar el suministro eléctrico externo para asegurarse de que está funcionando correctamente. Inspeccionar visualmente el circuito de alimentación en busca de conexiones sueltas o dañadas.

	Defectos en el interruptor principal	Verificar el estado del interruptor principal y reemplazarlo si es necesario.
	Baterías agotadas o defectuosas	Realizar pruebas de capacidad de las baterías para determinar su estado y reemplazar las baterías agotadas o defectuosas.
Fallo en el sistema de carga de la batería	Conexiones sueltas o dañadas en el circuito de carga	Verificar las conexiones del circuito de carga y asegurarse de que estén correctamente ajustadas y en buen estado. Realizar pruebas de carga de las baterías y ajustar los parámetros de carga si es necesario.

Fuente: Autor

Tabla 46. Plan de mantenimiento UPS

PLAN DE MANTENIMIENTO UPS				
Equipo	Sistema	Componente	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento
UPS	Alimentación	Suministro eléctrico externo	Trimestral	Verificar el suministro eléctrico externo para asegurarse de que está funcionando correctamente.
	Alimentación	circuito de alimentación	Trimestral	Inspeccione visualmente el circuito de alimentación en busca de conexiones sueltas o dañadas.
	Alimentación	Interruptor principal	Trimestral	Verificar el estado del interruptor principal y reemplazarlo si es necesario.

Alimentación	Baterías	Trimestral	Realizar pruebas de capacidad de las baterías para determinar su estado y reemplazar las baterías agotadas o defectuosas.
Carga de batería	Conexiones de carga	Trimestral	Verifique las conexiones del circuito de carga y asegúrese de que estén correctamente configurados y en buen estado.
Carga de batería	Sistema de carga de batería	Trimestral	Realice pruebas de carga de las baterías y ajuste los parámetros de carga si es necesario.

Fuente: Autor

*Tabla 47. Identificación actividades planta eléctrica*

IDENTIFICAR ACTIVIDADES PLANTA ELECTRICA		
falla	Causa crítica	Actividades de mantenimiento preventivo
No arranca	Fallo en el suministro de combustible	Verificar el nivel de combustible regular Limpiar el sistema de suministro de combustible Inspeccionar y mantener el filtro de combustible
	Batería descargada o defectuosa	Comprobar y reemplazar la batería según el programa establecido Limpiar los terminales de la batería
	Problema en el sistema de encendido	Realizar pruebas regulares en el sistema de encendido

	Falla en el motor de arranque	Reemplazar las bujías según las recomendaciones del fabricante Inspeccionar y mantener el motor de arranque Lubricar los componentes móviles según las especificaciones
Sobrecarga	Consumo de energía superior a la capacidad de la planta	Monitorear periódicamente el consumo de energía y la capacidad de carga
Falla en motor y generador	Lubricación deficiente en el motor y generador	Realizar cambios de aceite y filtro de acuerdo con el programa establecido Verificar y ajustar el nivel de aceite y refrigerante
	Fugas de combustible	Inspeccione las conexiones del sistema de combustible Apretar las conexiones sueltas o reemplazar las dañadas
Falla en el sistema de refrigeración	Bloqueo u obstrucción en los radiadores o intercambiadores de calor	Limpiar los radiadores e intercambiadores de calor periódico Verificar y ajustar el flujo de refrigerante
	Problemas en las bombas de agua o en el sistema de circulación	Inspeccionar y mantener las bombas de agua Verificar y ajustar la presión y el caudal del sistema de circulación
	Insuficiente nivel de refrigerante o falta de mantenimiento del sistema	Verificar y mantener el nivel de refrigerante Realizar pruebas de fugas en el sistema de refrigeración
Problemas en los sistemas de control	Fallas en los controladores lógicos programables (PLC)	Realizar pruebas de funcionamiento de los PLC Actualizar el software del PLC según las recomendaciones del fabricante

Fuente: Autor

Tabla 48. Plan de mantenimiento planta eléctrica

PLAN DE MANTENIMIENTO PLANTA ELECTRICA				
Equipo	Sistema	Componente	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento
Planta eléctrica		Tanque de combustible	Trimestral	Verificar el nivel de combustible



Suministro de combustible		Trimestral	Inspeccionar y limpiar el tanque de combustible
		Trimestral	Comprobar y reemplazar el filtro de combustible
		Trimestral	Inspeccionar y ajustar las conexiones del sistema de combustible
Sistema de encendido	Bujías	Trimestral	Reemplazar las bujías según las recomendaciones del fabricante
		Trimestral	Verificar y ajustar la distancia de separación de las bujías
		Trimestral	Inspeccionar y limpiar los cables de encendido
motor de arranque	motor de arranque	Trimestral	Inspeccionar y lubricar los componentes móviles del motor
		Trimestral	Verificar y ajustar la tensión de las correas del motor de arranque
		Trimestral	Realizar pruebas de funcionamiento del motor de arranque
Consumo de energía	Capacidades de carga	Trimestral	Monitorear el consumo de energía y la capacidad de carga
		Trimestral	Realizar ajustes en las cargas para evitar sobrecargas
Lubricación del motor y generador	Aceite y filtros	Trimestral	Realice cambios de aceite y reemplace los filtros
		Trimestral	Verificar y ajustar el nivel de aceite y refrigerante
		Trimestral	Inspeccionar y limpiar los sistemas de lubricación
Sistema de combustible	Conexiones	Trimestral	- Inspeccionar y apretar las conexiones sueltas
		Trimestral	- Reemplazar las conexiones dañadas
Sistema de refrigeración	Radiadores e intercambiadores	Trimestral	Limpiar los radiadores e intercambiadores de calor
		Trimestral	Verificar y ajustar el flujo de refrigerante
		Trimestral	Inspeccionar y limpiar los ventiladores

Bombas de agua	trimestral	- Inspeccionar y mantener las bombas de agua
	trimestral	- Verificar y ajustar la presión y el caudal del sistema de circulación
	trimestral	- Inspeccionar y limpiar los filtros de agua
Nivel de refrigerante y mantenimiento	trimestral	Inspeccionar nivel de refrigerante del radiador

Fuente: Autor

Tabla 49. Identificación de actividades sistema de presión

IDENTIFICAR ACTIVIDADES SISTEMA DE PRESION		
Falla	Causa Crítica	Actividades de Mantenimiento Preventivo
Sistema de supresión de incendios no se activa	Agente supresor vencido o insuficiente	Verificar la fecha de vencimiento y nivel del agente supresor. Reemplazar si es necesario.
	Válvulas o dispositivos de activación defectuosos	Realizar pruebas periódicas en las válvulas y dispositivos de activación. Reparar o reemplazar si es necesario.
Dispositivo de corte de energía no funciona	Fallo en el interruptor o dispositivo de corte	Inspeccionar y probar regularmente el dispositivo de corte de energía. Realizar reparaciones o reemplazos si es necesario.
	Conexiones eléctricas defectuosas	Verificar y mantener las conexiones eléctricas asegurándose de que estén en buen estado. Realizar reparaciones o reemplazos si es necesario.
	Desconexión de la fuente de energía	Comprobar regularmente que la fuente de energía esté conectada correctamente y no haya desconexiones.
Sobrecalentamiento	Insuficiente enfriamiento del motor	Realizar mantenimiento periódico del sistema de enfriamiento, limpiar las rejillas de ventilación y asegurarse de que el flujo de aire sea adecuado.
	Obstrucción en las rejillas de ventilación	Limpiar las rejillas de ventilación regularmente para prevenir obstrucciones.
	Motor eléctrico sobrecargado	Verificar el funcionamiento del motor eléctrico y asegurarse de que no esté

		sobrecargado. Realizar ajustes si es necesario.
	Problemas en el sistema de lubricación	Realizar mantenimiento regular del sistema de lubricación, asegurándose de que esté funcionando correctamente y reemplazar el lubricante según sea necesario.
Fugas de agua	Sello o empaquetadura defectuosa	Inspeccionar y reemplazar los sellos o empaquetaduras dañados o desgastados.
	Desgaste o daño en las juntas o conexiones	Inspeccionar y reparar las juntas o conexiones dañadas o desgastadas.
	Daños en el cuerpo de la bomba	Inspeccionar y reparar los daños en el cuerpo de la bomba. En caso de daños irreparables, reemplazar la bomba.
	Exceso de presión en la línea de succión o descarga	Verificar y ajustar la presión en la línea de succión y descarga para evitar excesos.

Fuente: Autor

*Tabla 50. Plan de mantenimiento sistema de presión*

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMA DE PRESIÓN</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Sistema</b>	<b>Componente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad de Mantenimiento Preventivo</b>
Motobomba	Sistema de presión	Agente supresor	Trimestral	Verificar la fecha de vencimiento y nivel del agente supresor. Reemplazar si es necesario.
	Sistema de presión	Válvulas de activación	Trimestral	Realizar pruebas periódicas en las válvulas de activación. Reparar o reemplazar si es necesario.
	Sistema de presión	Dispositivo de corte de energía	Trimestral	Inspeccionar y probar regularmente el dispositivo de corte de energía. Realizar reparaciones o reemplazos si es necesario.
	Sistema de presión	Conexiones eléctricas	Trimestral	Verificar y mantener las conexiones eléctricas asegurándose de que estén en buen estado. Realizar

---

Sistema de presión	Fuente de energía	Trimestral	reparaciones o reemplazos si es necesario. Comprobar regularmente que la fuente de energía esté conectada correctamente y no haya desconexiones.
Sistema de presión	Sistema de enfriamiento	Trimestral	Realizar mantenimiento periódico del sistema de enfriamiento, limpiar las rejillas de ventilación y asegurarse de que el flujo de aire sea adecuado.
Sistema de presión	Motor eléctrico	Trimestral	Verificar el funcionamiento del motor eléctrico y asegurarse de que no esté sobrecargado. Realizar ajustes si es necesario.
Sistema de presión	Sistema de lubricación	Trimestral	Realizar mantenimiento regular del sistema de lubricación, asegurándose de que esté funcionando correctamente y reemplazar el lubricante según sea necesario.
Sistema de presión	Sellos o empaquetaduras	Trimestral	Inspeccionar y reemplazar los sellos o empaquetaduras dañados o desgastados.
Sistema de presión	Juntas o conexiones	Trimestral	Inspeccionar y reparar las juntas o conexiones dañadas o desgastadas.
Sistema de presión	Cuerpo de la bomba	Trimestral	Inspeccionar y reparar los daños en el cuerpo de la bomba. En caso de daños irreparables, reemplazar la bomba.
Sistema de presión	Línea de succión y descarga	Trimestral	Verificar y ajustar la presión en la línea de succión y descarga para evitar excesos.

---

Fuente: Autor

Tabla 51. Identificación de actividades extractor e inyector

IDENTIFICAR ACTIVIDADES EXTRACTOR E INYECTOR		
Falla	Causa Crítica	Actividades de Mantenimiento Preventivo
Baja capacidad de extracción	Ventilador sucio o desgastado	Limpiar el ventilador regularmente para eliminar la acumulación de suciedad. Inspeccionar y reemplazar el ventilador si muestra signos de desgaste o daño.
	Filtro de aire obstruido	Limpiar o reemplazar el filtro de aire según las recomendaciones del fabricante.
No enciende	Fusible quemado o interruptor apagado	Verificar y reemplazar los fusibles defectuosos. Comprobar el interruptor y asegurarse de que esté en la posición correcta.
	Problemas eléctricos en cableado o motor	Inspeccionar el cableado en busca de conexiones sueltas o dañadas. Realizar pruebas eléctricas para identificar y resolver problemas en el motor.
Mal olor o humedad persistente	Filtro de aire sucio o saturado	Limpiar o reemplazar el filtro de aire según las recomendaciones del fabricante.
	Presencia de moho o hongos en el extractor	Inspeccionar y limpiar el interior del extractor para eliminar el moho o los hongos.
Vibraciones excesivas	Base o soportes del extractor desgastados	Verificar el estado de la base y los soportes, y reemplazarlos si están desgastados o mal instalados.
Encendido o apagado intermitente	Problemas en interruptor o control de encendido/apagado	Inspeccionar y reemplazar el interruptor o control si están defectuosos.
	Cortocircuito en sistema eléctrico del extractor	Inspeccionar el sistema eléctrico en busca de cortocircuitos y repararlos adecuadamente.
	Conexiones eléctricas flojas o corroídas	Verificar las conexiones eléctricas y apretar o limpiar aquellas que estén flojas o corroídas.
Problemas de control de velocidad	Desgaste de la correa de tracción	Inspeccionar la correa de tracción y reemplazarla si muestra signos de desgaste o deterioro.

Fuente: Autor

Tabla 52. Plan de mantenimiento extractor e inyector

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO EXTRACTOR E INYECTOR</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Sistema</b>	<b>Componente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad de Mantenimiento</b>
Extractor e inyector	Capacidad de extracción	Ventilador	Trimestral	Limpiar el ventilador para eliminar la acumulación de suciedad.
			Trimestral	Inspeccionar y reemplazar el ventilador si muestra signos de desgaste o daño.
		Filtros de aire	Trimestral	Limpiar o reemplazar el filtro de aire según las recomendaciones del fabricante.
	Encendido y apagado	Fusible e interruptor	Trimestral	Verificar y reemplazar los fusibles defectuosos.
			Trimestral	Compruebe el interruptor y asegúrese de que esté en la posición correcta.
	problemas eléctricos	Cableado y motor	Trimestral	Inspeccionar el cableado en busca de conexiones sueltas o dañadas.
			Trimestral	Realizar pruebas eléctricas para identificar y resolver problemas en el motor.
	Olor y humedad	Filtro de aire y presencia de moho/hongos	Trimestral	Limpiar o reemplazar el filtro de aire según las recomendaciones del fabricante.
			Trimestral	Inspeccionar y limpiar el interior del extractor para eliminar el moho o los hongos.
	Vibraciones	Bases y soportes	Trimestral	Verificar el estado de la base y los soportes, y reemplazarlos si están desgastados o mal instalados.
	Control de velocidad	Correa de tracción	Trimestral	Inspeccionar la correa de tracción y reemplazarla si muestra signos de desgaste o deterioro.
	Encendido y apagado	Interruptor y sistema eléctrico	Trimestral	- Inspeccionar y reemplazar el interruptor o control si están defectuosos.

	Trimestral	- Inspeccionar el sistema eléctrico en busca de cortocircuitos y repararlos adecuadamente.
	Trimestral	- Verificar las conexiones eléctricas y apretar o limpiar aquellas que estén flojas o corroídas.

Fuente: Autor

*Tabla 53. Identificación de actividades ascensor*

<b>IDENTIFICAR ACTIVIDADES ASCENSOR</b>		
<b>Falla</b>	<b>Causa crítica</b>	<b>Actividades de mantenimiento preventivo</b>
Ascensor no se mueve	Interrupción del suministro de energía	Verificar el suministro eléctrico y la conexión de energía
	Problemas con los cables de tracción o poleas	Inspeccionar visualmente los cables de tracción y las poleas
Ruidos extraños	Sensor de puerta defectuoso	Realizar pruebas de funcionamiento del sensor de puerta
	Cables de tracción sueltos o desgastados	Verificar la tensión y el estado de los cables de tracción
	Desalineación de las poleas o contrapesos	Alinear las poleas y contrapesos adecuadamente
Puertas que no se abren o cierran	Piezas sueltas o mal configuradas	Apretar y ajustar las piezas sueltas o mal configuradas
	Problemas con el sistema de apertura/cierre eléctrico	Revisar y limpiar los contactos eléctricos del sistema de apertura/cierre de las puertas
Ascensor se detiene entre pisos	Falla en el mecanismo de la puerta	Inspeccionar y lubricar el mecanismo de la puerta
	Avería en el sistema de frenado	Inspeccionar y probar el sistema de frenado
Ascensor se mueve lentamente sacudidas	Falla en los cables de tracción o poleas	Verificar el estado de los cables de tracción y las poleas
	Problemas en el motor de tracción	Revisar y mantener el motor de tracción
	Desgaste excesivo en los cables de tracción	Inspeccionar y reemplazar los cables de tracción si es necesario

	Sobrecarga del ascensor	Monitorear el peso máximo permitido y advertir a los usuarios sobre la sobrecarga
Ascensor no responde a los comandos	Interrupción del suministro de energía	Verificar el suministro eléctrico y la conexión de energía
Ascensor se balancea lateralmente	Desgaste excesivo en los rodamientos o las poleas	Inspeccionar y lubricar los rodamientos y las poleas

Fuente: Autor

Tabla 54. Plan de mantenimiento ascensor

PLAN DE MANTENIMIENTO ASCENSOR				
Equipo	Sistema	Componente	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento
Ascensor	Suministros	Energía	Mensual	Verificar el suministro eléctrico y la conexión de energía
	Cables de tracción	Cables de tracción y poleas	Mensual	Inspeccionar visualmente los cables de tracción y las poleas
	Sensor de puerta	Sensor de puerta	Mensual	Realizar pruebas de funcionamiento del sensor de puerta
	Cables de tracción	Cables de tracción	Mensual	Verificar la tensión y el estado de los cables de tracción
	Poleas y contrapesos	Poleas y contrapesos	Mensual	Alinear las poleas y contrapesos adecuadamente
	Piezas y conexiones	Piezas y conexiones	Mensual	Apretar y ajustar las piezas sueltas o mal configuradas
	Sistema de apertura/cierre de puertas	Sistema de apertura/cierre de puertas	Mensual	Revisar y limpiar los contactos eléctricos del sistema de apertura/cierre de las puertas



Mecanismo de la puerta	Mecanismo de la puerta	Mensual	Inspeccionar y lubricar el mecanismo de la puerta
Sistema de frenado	Sistema de frenado	Mensual	Inspeccionar y probar el sistema de frenado
Cables de tracción	Cables de tracción y poleas	Mensual	Verificar el estado de los cables de tracción y las poleas
Motor de tracción	Motor de tracción	Mensual	Revisar y mantener el motor de tracción
Cables de tracción	Cables de tracción	Mensual	Inspeccionar y reemplazar los cables de tracción si es necesario
Sobrecarga	Sobrecarga	Mensual	Monitorear el peso máximo permitido y advertir a los usuarios sobre la sobrecarga
Suministros	Energía	Mensual	Verificar el suministro eléctrico y la conexión de energía
Rodamientos y poleas	Rodamientos y poleas	Mensual	Inspeccionar y lubricar los rodamientos y las poleas

Fuente: Autor

*Tabla 55. Identificación de actividades bomba de vacío*

IDENTIFICAR ACTIVIDADES BOMBA DE VACIO		
Falla	Causa crítica	Actividad de Mantenimiento Preventivo
Sin encender	Quemado fusible	Reemplazar el fusible quemado
	Interruptor defectuoso	Reemplazar el interruptor defectuoso
	Problemas eléctricos en la línea de suministro	Verificar y reparar los problemas eléctricos

Poco o ningún vacío generado	Filtro obstruido	Limpiar o reemplazar el filtro obstruido
	Válvula de entrada cerrada	Abrir la válvula de entrada
	Sellos o juntas deterioradas	Inspeccionar y reemplazar los sellos o juntas
	Fugas en el sistema	Detectar y reparar las fugas en el sistema
sobrecalentamiento	Problemas con el motor o el rotor	Inspeccionar y reparar el motor o rotor
	Flujo de aire insuficiente para enfriar la bomba filtro obstruido	Limpiar las entradas de aire y revisar el flujo Limpiar o reemplazar el filtro obstruido
Pérdida de vacío durante el funcionamiento	Válvula de retención defectuosa	Reemplazar la válvula de retención defectuosa
	Fugas en las juntas o conexiones del sistema de vacío	Detectar y reparar las fugas en juntas o conexiones
	Desgaste o daño en los sellos o empaquetaduras	Inspeccionar y reemplazar los sellos o empaquetaduras
	Válvula de entrada o escape desgastada o mal configurada filtro de escape obstruido	Reemplazar o ajustar la válvula de entrada o escape Limpiar o reemplazar el filtro de escape
sobrecarga eléctrica	Voltaje inadecuado en la línea de suministro	Verificar y corregir el voltaje suministrado
	Problemas en el motor o el controlador	Inspeccionar y reparar el motor o controlador
	Fallos en los componentes eléctricos internos	Inspeccionar y reemplazar los componentes dañados

Fuente: Autor

*Tabla 56. Plan de mantenimiento bomba de vacío*

PLAN DE MANTENIMIENTO BOMBA DE VACIO				
Equipo	Sistema	Componentes	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento
Bomba de vacío	Sistema eléctrico	Fusible	Trimestral	Reemplazar el fusible quemado
		Interruptor	Trimestral	Reemplazar el interruptor defectuoso
		Línea de suministro eléctrico	Trimestral	Verificar y reparar los problemas eléctricos

Sistema de Vacío	Filtro	Trimestral	Limpiar o reemplazar el filtro obstruido
	válvula de entrada	Trimestral	Abrir la válvula de entrada
	sellos o juntas	Trimestral	Inspeccionar y reemplazar los sellos o juntas
	Sistema de tuberías y conexiones	Trimestral	Detectar y reparar las fugas en el sistema
	Motor o Rotor	Trimestral	Inspeccionar y reparar el motor o rotor
Sistema de Enfriamiento	Flujo de aire	Trimestral	Limpiar las entradas de aire y revisar el flujo
	Filtro	Trimestral	Limpiar o reemplazar el filtro obstruido
Sistema de Vacío	válvula de retención	Trimestral	Reemplazar la válvula de retención defectuosa
	Juntas o conexiones	Trimestral	Detectar y reparar las fugas en juntas o conexiones
	Sellos o empaquetaduras	Trimestral	Inspeccionar y reemplazar los sellos o empaquetaduras
	Válvula de entrada o escape	Trimestral	Reemplazar o ajustar la válvula de entrada o escape
	Filtro de escape	Trimestral	Limpiar o reemplazar el filtro de escape
sistema eléctrico	Suministro de voltaje	Trimestral	Verificar y corregir el voltaje suministrado
	Motor o controlador	Trimestral	Inspeccionar y reparar el motor o controlador
	Componentes internos eléctricos	Trimestral	Inspeccionar y reemplazar los componentes dañados

Fuente: Autor

*Tabla 57. Identificación de actividades caldera*

IDENTIFICAR ACTIVIDADES CALDERA		
Falla	Causa	Actividades de mantenimiento preventivo
Sin encender	Fallo en la alimentación eléctrica	Verificar y asegurarse de que la alimentación eléctrica sea estable

---

		<p>Revisar los cables de conexión y enchufes eléctricos</p> <p>Comprobar fusibles o interruptores eléctricos</p> <p>Realizar pruebas de voltaje en los componentes eléctricos</p>
Sin encender	<p>Problemas en el termostato o en el control de la caldera</p> <p>Sensor de llama defectuoso o sucio</p>	<p>Inspeccionar y limpiar el termostato y el control de la caldera</p> <p>Calibrar y ajustar los parámetros del termostato y el control</p> <p>Limpiar y desmontar el sensor de llama para eliminar suciedad</p> <p>Verificar y reemplazar si es necesario</p>
	<p>Interruptor de presión o flujo de agua cerrado o defectuoso</p>	<p>Revisar y ajustar el interruptor de presión o flujo de agua</p> <p>Verificar y limpiar los conductos o tuberías de agua</p>
Olor a gas	<p>Fugas en las conexiones de gas o en Tuberías</p> <p>Válvula de gas defectuosa o mal configurada</p> <p>Problema en el regulador de presión de gas</p> <p>Combustión incompleta o inadecuada</p>	<p>Inspeccionar visualmente las conexiones de gas y tuberías</p> <p>Uso de una solución de detección de fugas para identificar escapes</p> <p>Verificar y ajustar la válvula de gas</p> <p>Inspeccionar y ajustar el regulador de presión de gas</p> <p>Realizar un análisis de la combustión y ajustar los parámetros</p>
Fugas de gas	<p>Válvula de gas defectuosa o mal configurada</p> <p>Conexiones de gas sueltas o mal selladas</p> <p>Daños en las tuberías de gas o en los</p>	<p>Verificar y ajustar la válvula de gas</p> <p>Inspeccionar y ajustar las conexiones de gas</p> <p>Inspeccionar visualmente las tuberías de gas y los conductos de escape</p>

---

conductos de escape	Realizar reparaciones o reemplazos según sea necesario
Problema en el regulador de presión de gas	Inspeccionar y ajustar el regulador de presión de gas

Fuente: Autor

Tabla 58. Plan de mantenimiento caldera

PLAN DE MANTENIMIENTO CALDERA				
Equipo	Sistema	Componentes	Frecuencia	Actividad de mantenimiento a ejecutar
Caldera	Alimentación eléctrica	Cables de conexión, enchufes eléctricos	Trimestral	Verificar y asegurar la estabilidad de la alimentación eléctrica
		Fusibles, interruptores eléctricos	Trimestral	Revisar y reemplazar los fusibles o interruptores defectuosos
	Control de la caldera	Termostato, control de la caldera	Trimestral	Inspeccionar y limpiar el termostato y el control de la caldera
	Sensor de llama	Sensor de llama	Trimestral	Limpiar y desmontar el sensor de llama para eliminar suciedad
	Interruptor de presión	Interruptor de presión, flujo de agua	Trimestral	Revisar y ajustar el interruptor de presión o flujo de agua
	Conexiones de gas	Conexiones de gas, tuberías	Trimestral	Inspeccionar visualmente las conexiones de gas y las tuberías
	Válvula de gas	válvula de gas	Trimestral	Verificar y ajustar la válvula de gas
	Regulador de presión de gas	Regulador de presión de gas	Trimestral	Inspeccionar y ajustar el regulador de presión de gas
Combustión	Parámetros de combustión	Trimestral	Realizar un análisis de la combustión y ajustar los parámetros	

Tuberías de gas, conductos	Tuberías de gas, conductos de escape	Trimestral	Inspeccionar visualmente las tuberías de gas y los conductos de escape
----------------------------	--------------------------------------	------------	--

Fuente: Autor

Tabla 59. Identificación actividades cuarto frío

IDENTIFICAR ACTIVIDADES CUARTO FRIO		
Falla	Causa Crítica	Actividades de Mantenimiento Preventivo
Fugas de refrigerante	Conexiones de tuberías sueltas o defectuosas	Inspeccionar visualmente las conexiones de tuberías periódicas.  Asegurar que todas las conexiones estén correctamente instaladas.
	Daños o desgaste en las tuberías o en los componentes	Inspeccionar visualmente las tuberías y los componentes en busca de daños o desgaste.
	Válvulas de servicio o válvulas de expansión defectuosas	Reparar o reemplazar las tuberías y componentes deteriorados. Inspeccionar las válvulas de servicio y de expansión periódicas.
	Sobrecarga o presión excesiva en el sistema	Reemplazar las válvulas defectuosas. Verificar y ajustar la presión del sistema de refrigeración según las recomendaciones del fabricante.
Mal olor en el cuarto frío	Problemas en el sistema de drenaje o desagüe	Evitar sobrecargas en el sistema. Limpiar y desinfectar periódicamente el sistema de drenaje y desagüe.
Falta de energía	Corte de energía eléctrica	Eliminar cualquier obstrucción o acumulación de suciedad. Verificar periódicamente el suministro de energía eléctrica y la conexión del cuarto frío.
		Tener un sistema de respaldo de energía confiable.

Problema con el generador o suministro de energía	Realizar pruebas periódicas al generador para garantizar su correcto funcionamiento.
Falla en los sistemas de respaldo de energía	Verificar el suministro de energía alternativa. Realizar pruebas regulares en los sistemas de respaldo de energía.
Interruptor o fusible defectuoso	Realizar mantenimiento preventivo según las recomendaciones del fabricante. Verificar el estado de los interruptores y fusibles regulares.  Reemplazar cualquier componente defectuoso o dañado.

Fuente: Autor

Tabla 60. Plan de mantenimiento cuarto frío

PLAN DE MANTENIMIENTO CALDERA				
Equipo	Sistema	Componentes	Frecuencia	Actividad de Mantenimiento a Ejecutar
Cuarto frío	Refrigeración	Conexiones de tuberías	Trimestral	Inspeccionar visualmente las conexiones de tuberías. Asegurar que todas las conexiones estén correctamente configuradas. Inspeccionar visualmente las tuberías y los componentes en busca de daños o desgaste. Reparar o reemplazar las tuberías y componentes deteriorados.
		Tuberías y componentes	Trimestral	Inspeccionar las válvulas de servicio y de expansión. Reemplazar las válvulas defectuosas.
		Válvulas de servicio y válvulas de expansión	Trimestral	Verificar y ajustar la presión del sistema de refrigeración según las recomendaciones del fabricante. Evitar sobrecargas en el sistema.
	Drenaje	Sistema de drenaje	Trimestral	Limpiar y desinfectar periódicamente el sistema de drenaje y desagüe. Eliminar

Energía	Suministros eléctricos	Trimestral	cualquier obstrucción o acumulación de suciedad. Verificar periódicamente el suministro de energía eléctrica y la conexión del cuarto frío. Tener un sistema de respaldo de energía confiable.
	Generador o suministro eléctrico alternativo	Trimestral	Realice pruebas periódicas al generador para garantizar su correcto funcionamiento. Verificar el suministro de energía alternativa. Realizar realización y pruebas regulares en los sistemas de respaldo de energía. Realizar mantenimiento preventivo según las recomendaciones del fabricante.
	Sistemas de respaldo de energía	Trimestral	Verificar el estado de los interruptores y fusibles regulares. Reemplazar cualquier componente defectuoso o dañado.
	Interruptores y fusibles	Trimestral	

Fuente: Autor

#### 5.4 Análisis de la información

Una vez obtenidas las causas de las fallas utilizando la metodología A, B, C bajo los criterios de confiabilidad de un activo, se llevó a cabo una investigación exhaustiva para identificar las causas fundamentales de dichas fallas. El objetivo principal fue enfocar el plan de mantenimiento preventivo en aquellas fallas que tuvieron un mayor impacto o que surgieron críticas. Además, se evaluaron los costos asociados a la operatividad del hospital santa clara perteneciente a la subred centro oriente y mantenimiento preventivo de los equipos industrial buscando una comparativa de costo beneficio, con el fin de reducir los sobre costos y minimizar las consecuencias en términos de servicio y riesgo.



Los resultados obtenidos permitieron establecer un enfoque claro para el plan de mantenimiento preventivo de cada equipo industrial. Estos resultados se presentaron mediante gráficas de Pareto, las cuales se generaron para cada equipo industrial utilizado en el ámbito hospitalario. De esta manera, se modificará un análisis claro de las actividades prioritarias y se establecerá la estandarización de las mismas para cada equipo industrial.

En resumen, el análisis de la información del proyecto de grado obtuvo una base sólida para la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento preventivo. Gracias a este enfoque, se modificará priorizar las actividades necesarias para cada equipo industrial en un entorno hospitalario, lo que resultó en una mejora significativa en la eficiencia operativa, la reducción de costos, la mitigación de riesgos y fallas.

## **5.5 Resultados**

Gracias a la implementación de la metodología A, B, C bajo los criterios de confiabilidad de un activo en este estudio, se llevó a cabo una investigación precisa de las causas subyacentes de las fallas. El análisis de RCA permitió determinar las principales causas raíz de los problemas, lo cual resultó en una mejor comprensión de las fallas y facilitó la toma de decisiones.

Basándonos en los resultados obtenidos, se estructura un plan de mantenimiento para cada uno de los equipos industriales de uso hospitalario pertenecientes a la subred centro oriente. Este plan se comenzó considerando las actividades prioritarias y se estableció una secuencia de ejecución dependiendo de la causa raíz de la falla identificada.

La identificación de las causas críticas de las fallas permitió enfocar los esfuerzos en medidas preventivas específicas. Al abordar estas causas raíz, se espera mejorar significativamente la confiabilidad de los equipos y reducir la frecuencia y gravedad de las fallas. Esto contribuirá a optimizar el rendimiento operativo de los equipos y, a su vez, mejorará la calidad del servicio prestado y reducirá los riesgos asociados.

En resumen, los resultados obtenidos a partir de este trabajo de grado proporcionan una guía clara para establecer un plan de mantenimiento preventivo basado en las causas fundamentales de las fallas. Esto mejorará la confiabilidad de los equipos industriales de uso hospitalario y garantizará un funcionamiento óptimo en la subred centro oriente.

## **5.6 Análisis Financiero**

La optimización del mantenimiento y la confiabilidad de los equipos industriales en entornos hospitalarios es crucial para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro. En este contexto, se llevó a cabo un profundo análisis basado en los resultados obtenidos de la investigación realizada en el marco del proyecto de grado.

En primer lugar, se adquirirán los costos de mantenimiento de cada equipo industrial de manera anual. Estos costos fueron determinados a partir de datos obtenidos de empresas externas especializadas en el mantenimiento preventivo en cada equipo industrial, el cual se basó en las causas fundamentales de las fallas identificadas mediante el análisis de RCA. Esta información

proporcionó una visión clara de los recursos financieros necesarios para el mantenimiento adecuado de los equipos.

Además, se investiguen los costos de operatividad del Hospital Santa Clara, uno de los hospitales pertenecientes a la subred centro oriente. Estos costos comprendieron aspectos como el personal, los suministros médicos, los servicios generales y otros gastos operativos relevantes. Esta información fue fundamental para evaluar la carga financiera asociada a la operación del hospital y su impacto en la ausencia de algunos de estos equipos industriales.

En conjunto con los costos, se obtuvo información detallada sobre los ingresos de facturación del Hospital Santa Clara. Estos ingresos reflejaron los recursos financieros generados por los servicios médicos y hospitalarios brindados a los pacientes. Este aspecto fue de vital importancia para comprender el panorama financiero completo del hospital y evaluar su capacidad para cubrir los gastos operativos y de mantenimiento.

En resumen, el análisis financiero realizado a partir de la información recopilada de los costos de mantenimiento, los costos de operatividad y los ingresos de facturación del Hospital Santa Clara como muestra, permitió evaluar la situación económica y la rentabilidad del hospital. Estos resultados serán de gran utilidad para la concientización y darle la importancia del mantenimiento preventivo a estos equipos industriales de la subred centro oriente.

Tabla 61. Ingreso en facturación Hospital santa clara

<b>Beneficios del proyecto</b>	
Análisis financiero	
Evitar la parada total de los servicios hospitalarios	
Ingresos por mes del Hospital Santa clara	\$ 10.976.528.827
Ingresos por día	\$ 365.884.294
Ingresos por hora	\$ 15.245.179
Ingreso por minuto	\$ 254.086

Fuente: Autor

<b>Descripción del costo de parada no programada por cada uno de los equipos por tipo en un año</b>	<b>Parada en la prestación del servicio en 15 min</b>	<b>Costo 15 min</b>	<b>Parada en la prestación del servicio de 15 a 30 min</b>	<b>Costo 30 min</b>	<b>Parada en la prestación del servicio de 30 a 60 min</b>	<b>Costo 60 min</b>
Parada equipo Aire acondicionado	No, tiempo de climatización	\$ -	Sí	\$ 7.622.589	No	\$ -
Parada equipo Ascensor y montacargas	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ -	Sí	\$ -
Parada equipo Bomba de vacío	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179
Parada equipo Calderas	No, climatización	\$ -	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179
Parada equipo Cuartos fríos	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179
Parada equipo Extractores - inyectores	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ -	Sí	\$ -
Parada equipo Motobombas	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ -	Sí	\$ -
Parada equipo Planta eléctrica	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179
Parada equipo Ups	Sí	\$ 3.811.295	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179
Parada equipo Compresor	No	\$ -	Sí	\$ 7.622.589	Sí	\$ 15.245.179

Tabla 62. Costo paradas no programadas

¿Requiere alquilar equipo?	Costo alquiler Luego de 1 hora de falla	¿Afecta imagen de la empresa?	¿Riesgo de multa?	Valor multa promedio	Costo total
No	\$ -	Sí	No	\$ -	\$ 7.622.589
No	\$ -	Sí	No	\$ -	\$ 3.811.295
No	\$ -	Sí	Sí	600.000.000	\$ 626.679.063
No	\$ -	No	No	\$ -	\$ 22.867.768
No	\$ -	Sí	No	\$ -	\$ 26.679.063
No	\$ -	No	No	\$ -	\$ 3.811.295
No	\$ -	Sí	Sí	800.000.000	\$ 803.811.295
Sí	12.000.000	Sí	Sí	800.000.000	\$ 838.679.063
No	\$ -	No	No	\$ -	\$ 26.679.063
Sí	10.000.000	No	No	\$ -	\$ 32.867.768
					<b>\$ 2.393.508.263</b>

Fuente: Autor

Total, de sobrecostos por un valor de \$ 2.393.508.263 que la Subred Centro Oriente se evita con el plan de mantenimiento preventivo diseñado para equipos industriales al año hospital Santa Clara

Tabla 63. Costo de mantenimiento preventivo equipo industrial

Ítems	Equipo	Costo mtto Anual	Equipos inventario	Costo mtto Anual equipos
1	Planta eléctrica	\$ 1.650.000	22	\$ 36.300.000

2	UPS	\$	<b>450.000</b>	<b>30</b>	\$	<b>13.500.000</b>
3	Aire acondicionado	\$	<b>434.772</b>	<b>39</b>	\$	<b>16.956.108</b>
4	Extractor e inyector	\$	<b>257.052</b>	<b>53</b>	\$	<b>13.623.756</b>
5	Caldera	\$	<b>3.900.000</b>	<b>7</b>	\$	<b>27.300.000</b>
6	Cuartos fríos	\$	<b>270.000</b>	<b>10</b>	\$	<b>2.700.000</b>
7	Bomba de vacío	\$	<b>300.000</b>	<b>7</b>	\$	<b>2.100.000</b>
8	Compresor	\$	<b>280.000</b>	<b>6</b>	\$	<b>1.680.000</b>
9	Motobomba	\$	<b>1.200.000</b>	<b>35</b>	\$	<b>42.000.000</b>
10	Ascensor	\$	<b>2.316.000</b>	<b>17</b>	\$	<b>39.372.000</b>
<b>Costo total de mantenimiento que la subred centro oriente invertiría para mantener la implementación en el plan de mantenimiento preventivo diseñado para equipos industriales</b>						<b>\$ 195.531.864</b>

Fuente: Autor

## 6 Conclusiones

La falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado puede ocasionar fallas en los equipos, interrumpir la atención de la calidad de la medicina y la seguridad de los pacientes. Mediante la aplicación de la norma ISO 14224, utilizando una taxonomía que permite conocer el estado y la función de cada equipo dentro de la entidad. Se ha logrado clasificar y comprender en detalle los equipos presentes en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE, lo que ha permitido una programación más eficiente de las actividades de mantenimiento de manera estandarizada.

El diseño y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales de uso hospitalario en la Subred Integrada de Servicios de Salud Centro Oriente ESE ha permitido establecer actividades estandarizadas y adecuadas para cada equipo industrial, garantizando su funcionamiento óptimo y minimizando el riesgo de fallas. Esto contribuye a mejorar la continuidad en la atención de los usuarios y a optimizar el uso de los recursos financieros.

La implementación de estrategias de mantenimiento preventivo, como el análisis de causa raíz, la metodología ABC y la gráfica de Pareto, ha permitido identificar las causas de las fallas en los equipos industriales y abordarlas de manera proactiva. Esto ayuda a evitar interrupciones no planificadas en los servicios de salud y a mantener una operación segura y eficiente de los activos.

Por medio de los impactos de las causas basados en la confiabilidad de los equipos industriales es posible especificar los equipos más críticos, bajo estándares establecidos de

calificación se obtiene un resultado fundamental en la creación de las actividades de mantenimiento creadas para cada equipo industrial, partiendo de que, si intervenimos el 20% de las causas más críticas, evitamos el 80% de fallas.

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo para equipos industriales muestra los beneficios financieros que se obtienen del proyecto relacionados con los sobrecostos que se generan si se presenta falla en alguno de los equipos, uno más críticos que otros bajo los diferentes aspectos del tipo de servicio que presta.



## 7 Recomendaciones

Es importante establecer un sistema de registro y trazabilidad de los mantenimientos realizados por los proveedores, a fin de tener un seguimiento preciso de las actividades realizadas y evaluar la efectividad del plan de mantenimiento preventivo. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y optimización.

Se recomienda establecer indicadores clave de desempeño (KPI) para monitorear y evaluar el impacto del plan de mantenimiento preventivo. Estos KPI pueden incluir el tiempo de actividad de los equipos, el costo de mantenimiento, la frecuencia de fallas y la satisfacción de la subred. Los resultados obtenidos a partir de estos indicadores servirán como base para ajustar y mejorar continuamente el plan de mantenimiento.

Establecer acuerdos de servicio y contratos de mantenimiento con proveedores especializados y confiables. Es importante contar con proveedores que tengan experiencia en el mantenimiento de equipos industriales de uso hospitalario y que puedan brindar un servicio de calidad. Estos proveedores deben cumplir con los requisitos legales, contar con los recursos técnicos y la logística necesaria para garantizar un mantenimiento adecuado de los equipos apoyados en las actividades estandarizadas creadas.

Generar un procedimiento para el mantenimiento de equipos industriales, el cuál busca actualizar la base de datos constantemente de los equipos presentes en la entidad y las actividades realizadas en el ciclo de vida útil; mantener una trazabilidad de la información de las actividades

ejecutadas desde su recepción e ingreso a la entidad, el desarrollo de actividades de mantenimiento, hasta su disposición final.

Para aplicar la mejora continua es necesario implementar un software o CMMS de mantenimiento que permita recibir, almacenar y analizar la información de todo lo ejecutado en los equipos industriales.

## 8 Bibliografía

- Ardila, C. L. (2021). *INFORME DE GESTION VIGENCIA 2021*. Bogota.
- Bravo, J. C. (2011). *Diseño De Un Manual De Procedimientos Para El Mantenimiento Preventivo De Equipos Industriales y Redes Hospitalarias*. Santiago de Cali.
- Cervantes, M. A., Casanova, R. d., & Loría, J. d. (2019). *Aplicabilidad De La Criticidad En El Mantenimiento*. Mexico.
- Garcia, J. E., & Álvarez, L. I. (2013). *Propuesta Para Mejorar El Plan De Mantenimiento De Equipos Biomedicos En La Clinica De Especilistas La Dorada*. Bogota D.C.
- López, O. C., & Guilibaldo Tolentino Eslava, M. T. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos*. Mexico D.F.
- Mallqui, E. G. (2016). *Implementacion De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En Funcion De La Criticidad De Los Equipos Del Proceso Productivo Paramejorar La Disponibilidad De La Empresa UESFALIA Alimentos S.A*. Lima, Peru.
- Montejo, I. P. (2021). *Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para Los Equipos Industriales Del Hospital Universitario Clinica San Rafael* . Ocaña.
- Orrego, V. A. (2018). *Analisis De Las Condiciones De Mantenimiento Para La Para La Repotenciación De Equipos Industriales En La Clinica Medilaser S.A*. Neiva.
- Paitán, H. Ñ., Dueñas, M. R., Vilela, J. J., & Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Peru
- .

- Recalde, L. A. (2015). *Plan De Mantenimiento Preventivo Planificado Para Los Equipos y Maquinas De Las Instalaciones Generales Del Hospital Del Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social (IESS)*. Quevedo, Ecuador.
- Riaño, C. E. (2020). *Manual Plan De Mantenimiento Hospitalario De La Subred Integrada De Servicios De Salud Centro Oriente*. Bogota.
- Sacristán, F. R. (2014). *Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento de un plan de mantenimiento*. España .
- Suárez, J. P. (2016). *Manual De Mantenimiento Para Equipos Industriales De Centros De Atencion Hospitalarios, Basado En La Eficiencia Energetica y La Confiabilidad De Operacion De Servicios*. Medellin.
- Yonel, A. R., & Edgardo, C. G. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia*. Huaraz, Peru.