



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS ACTIVOS  
DEL ZOOLOGICO AMARU**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: LUIS FERNANDO ALVARRACIN MEJIA**

**KEVIN ALEXANDER SÁNCHEZ ULLAGUARI**

**TUTOR: ING."CRISTIAN LEONARDO GARCÍA GARCÍA, PhD.**

Cuenca - Ecuador

2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Luis Fernando Alvarracin Mejia con documento de identificación N° 0106347222 y Kevin Alexander Sánchez Ullaguari con documento de identificación N° 0750593493; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 22 de enero del 2024

Atentamente,



---

Luis Fernando Alvarracin Mejia

0106347222



---

Kevin Alexander Sánchez Ullaguari

0750593493

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Luis Fernando Alvarracin Mejia con documento de identificación N° 0106347222 y Kevin Alexander Sánchez Ullaguari con documento de identificación N° 0750593493, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Propuesta de un plan de mantenimiento para los activos del zoológico Amaru”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de enero del 2024

Atentamente,



---

Luis Fernando Alvarracin Mejia

0106347222



---

Kevin Alexander Sánchez Ullaguari

0750593493

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cristian Leonardo García García con documento de identificación N° 0103898318, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS ACTIVOS DEL ZOOLOGICO AMARU, realizado por Luis Fernando Alvarracin Mejia con documento de identificación N° 0106347222 y por Kevin Alexander Sánchez Ullaguari con documento de identificación N° 0750593493, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de enero del 2024

Atentamente,



---

Ing. Cristian Leonardo García García, PhD.

0103898318

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto se lo dedico a toda mi familia en especial a mis papás Luis Alvarracin y Ana Mejia quienes fueron las primeras personas que se sacrificaron día a día y me apoyaron de manera incondicional en toda mi carrera.*

*Luis Fernando Alvarracin Mejia*

## **DEDICATORIA**

*Yo dedico este logro a mi amada madre, Delia Sánchez, cuya inquebrantable dedicación y amor han sido mi mayor inspiración. A cada paso, su apoyo ha sido mi fuerza motriz, y este logro lleva impreso su valioso legado.*

*También dedico a Danny Ullaguari y Miguel Cuenca por estar siempre presentes en mi carrera académico, por ende, se convirtieron en pilares esenciales, proporcionándome motivación constante y apoyo durante todo el trayecto académico.*

*Mi gratitud se extiende al Ingeniero Cristian García, mi tutor y guía. Le dedico este logro a él, por su dedicación y sabiduría que han sido las brújulas que orientaron cada paso en la realización de este proyecto.*

***Kevin Alexander Sánchez Ullaguari***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por bendecirme con una gran familia, que siempre me apoyaron cuando quise rendirme.*

*A los amigos que tuve el privilegio de hacer durante el transcurso de mi carrera académica Kevin, José, Wilson, Bryam y Alex que se convirtieron en pilares esenciales con motivación constante*

*A mi tutor Ing. Cristian García por su asesoría y disponibilidad, quien con sus conocimientos nos guio en el desarrollo del presente proyecto.*

***Luis Fernando Alvarracin Mejia***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por bendecirme con una familia excepcional, especialmente a mi madre, Delia Sánchez, quien siempre estuvo allí para respaldarme cuando pensé en rendirme.*

*Agradezco a Danny Ullaguari y Miguel Cuenca por estar siempre presentes en mi carrera académico, por ende, se convirtieron en pilares esenciales, proporcionándome motivación constante y apoyo durante todo el trayecto académico.*

*Asimismo, mi reconocimiento especial a mi tutor, el Ingeniero Cristian García, por su asesoría experta y disponibilidad constante. Con sus conocimientos, guió el desarrollo del presente proyecto, brindándonos una dirección valiosa en cada fase del mismo.*

***Kevin Alexander Sánchez Ullaguari***



## RESUMEN

El presente proyecto de titulación se propone desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el zoológico Amaru. Este proyecto apoya a una futura certificación internacional donde el propósito es mantener la confiabilidad y su correcto funcionamiento de los activos. Los objetivos de este proyecto es desarrollar un marco teórico mediante el análisis y revisión bibliográficas para su determinación respecto al manejo de los activos. Además, se propone un plan de mantenimiento preventivo dirigido a los activos críticos del zoológico AMARU. Finalmente, se desarrolla una herramienta informática para la gestión del mantenimiento preventivo.

Las metodologías empleadas en la elaboración de este proyecto son de tipo investigativo, de campo y experimental. Mediante la metodología investigativa, se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis bibliográfico para construir un marco teórico sólido, centrado en la gestión eficiente de sus activos. El método de campo se utilizó para recopilar toda la información necesaria sobre el estado actual del zoológico. Por último, se implementó el método experimental para probar la herramienta informática de manera iterativa, ajustándola hasta alcanzar un nivel de facilidad de uso y comprensión óptimo para los usuarios finales. Se ha priorizado la atención en los activos críticos, identificados mediante el Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMFEC). La creación de una herramienta informática ha sido clave para optimizar los procesos de mantenimiento. Por lo tanto, la herramienta incluye módulos como Gestión de Activos, Gestión de Activos Críticos, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Inventarios y Proveedores, Orden de Trabajo y Cronograma, garantizando una gestión eficiente de los procesos para un rendimiento operativo óptimo.

**Palabras clave:** Plan de mantenimiento, Gestión, Activos críticos, AMFEC, Herramienta, Módulo.

## ABSTRAC

This degree project aims to develop a preventive and corrective maintenance plan for the Amaru Zoo. This project supports a future international certification where the purpose is to maintain the reliability and correct functioning of the assets. The objectives of this project are to develop a theoretical framework through bibliographic analysis and review for determination regarding the management of assets. In addition, a preventive maintenance plan is proposed aimed at the critical assets of the AMARU zoo. Finally, a computer tool is developed for the management of preventive maintenance.

The methodologies used in the development of this project are investigative, field and experimental. Through the investigative methodology, an exhaustive bibliographic analysis has been carried out to build a solid theoretical framework, focused on the efficient management of its assets. The field method was used to collect all the necessary information about the current status of the zoo. Finally, the experimental method was implemented to test the computer tool iteratively, adjusting it until reaching an optimal level of ease of use and understanding for end users. Priority has been given to critical assets, identified through Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (AMFEC). The creation of a computer tool has been key to optimizing maintenance processes. Therefore, the tool includes modules such as Asset Management, Critical Asset Management, Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, Inventories and Suppliers, Work Order and Schedule, ensuring efficient management of processes for optimal operational performance.

**Keywords:** Maintenance plan, Management, Critical assets, AMFEC, Tool, Module.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
Resumen.....	VIII
ABSTRAC.....	X
1 Introducción.....	1
2. problema.....	2
2.1 Planteamiento del Problema.....	2
2.2 Antecedentes.....	2
2.3 Importancia y alcances.....	3
2.4. Delimitación:.....	4
3 OBJETIVOS.....	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
4. Capitulo I.....	8
4.1 Introducción al Mantenimiento.....	8
4.1.1 Definición y evolución histórica del mantenimiento.....	8
4.1.2 Importancia del mantenimiento en instituciones y organizaciones.....	9
4.1.3 Rol del mantenimiento en instituciones de conservación animal.....	10
4.2 Tipos de Mantenimiento.....	11

4.2.1 Mantenimiento Correctivo.....	11
4.2.2 Mantenimiento Predictivo .....	12
4.2.3 Mantenimiento Preventivo. ....	13
4.3 Normativas y Estándares Internacionales en Mantenimiento.....	14
4.3.1 ISO 55000: Gestión de Activos. ....	14
4.3.2 ISO 13374: Monitoreo de Condición y Diagnóstico de Máquinas. ....	15
4.3.3 MIMOSA: Estándares de Información Abierta.....	16
4.3.4 ANSI y sus protocolos relevantes.....	16
4.3.5 Impacto y aplicabilidad de las normativas en el mantenimiento. ....	18
4.4 Tecnologías y Herramientas de Apoyo al Mantenimiento. ....	19
4.4.1 Internet de las Cosas (IoT) en el mantenimiento. ....	19
4.4.2 Big Data y su rol en el mantenimiento predictivo. ....	20
4.4.3 Inteligencia Artificial aplicada al mantenimiento. ....	22
4.4.4. Herramienta informática FIIX. ....	23
4.4.5 Herramienta informática UPKEEP.....	24
4.4.6 Herramienta informática EMAINT. ....	26
4.4.7 Herramienta informática SAP EAM (Enterprise Asset Management)....	27
4.4.8 Herramienta informática ZIMS (Zoological Information Management System). ....	29
4.5 Gestión de Activos y Ciclo de Vida. ....	32

4.5.1 Concepto de gestión integral de activos. ....	32
4.5.2 Ciclo de vida de los activos: .....	34
4.5.3 Importancia del mantenimiento en cada etapa del ciclo de vida. ....	40
4.6 Gestión del Cambio y Adaptación Organizacional. ....	41
4.6.1 Importancia de la gestión del cambio en la implementación de planes de mantenimiento. ....	41
4.6.2 Estrategias para superar resistencias y promover una cultura proactiva hacia el mantenimiento planificado. ....	42
<b>5. CAPITULO II: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS DEL ZOOLOGICO. ....</b>	<b>44</b>
5.1. Introducción al mantenimiento preventivo. ....	44
5.2. Importancia del mantenimiento preventivo. ....	44
5.3 Análisis de criticidad. ....	46
5.4 Clasificación de los activos. ....	46
5.5 Identificación de los activos críticos .....	55
5.5.1 Técnica AMFEC. ....	55
5.5.2 Modo de falla. ....	56
5.5.3 Efecto de falla. ....	57
5.5.4 Severidad .....	57
5.5.5 Ocurrencia .....	58

5.5.6 Detección.....	58
5.5.7 Índice de prioridad de riesgo.....	59
5.6 Enumeración de los activos críticos.....	60
5.7 Descripción de la importancia de cada activo crítico.....	61
5.7.1 Camioneta Toyota Hilux 4x4.....	61
5.7.2 Refrigeradora.....	62
5.7.3 Timers controladores.....	63
5.7.4 Cable calefactor.....	64
5.7.5 Congelador.....	64
5.7.6 Foggers (Aspersor de vivero).....	64
5.7.7 Focos UV.....	65
5.7.8 Focos cerámicos.....	65
5.7.9 Hidrolavadora.....	66
5.7.10 Válvulas electrohidráulicas.....	66
5.7.11 Bombas recirculables.....	66
5.7.12 Sistema independiente de aspersion.....	67
5.8 Tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de cada activo.....	71
5.8.1 Cables calefactores.....	71
5.8.2 Timers controladores.....	72
5.8.3 Congeladores.....	74

5.8.4 Toyota hilux 4x4.....	76
5.8.5 Foggers (Aspersor de vivero). ....	78
5.8.6 Focos uv.....	79
5.8.7 Focos cerámicos. ....	81
5.8.9 Hidrolavadora. ....	84
5.8.10 Válvulas electrohidráulicas.....	85
5.8.11 Bombas recirculables.....	86
5.8.12 Sistema independiente de aspersión. ....	87
5.8.13 ATV Yamaha.....	89
5.8.14 Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua). ....	91
5.8.15 Refrigerador.....	93
5.8.16 Aspersores ....	94
5.8.17 Sistema de aspersión automática ....	96
5.8.18 Bombas Hidráulicas.....	98
5.9 Cronograma de actividades. ....	99
5.10 Cronograma de actividades anuales de los activos críticos del zoológico Amaru. ....	102

## 6. CAPÍTULO III: DESARROLLAR UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO. .... 94

### 6.1 Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo .. 94



6.1.1 Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo .....	94
6.1.2 Codificación de las actividades de mantenimiento correctivo .....	99
6.2 Resultado de la elaboración de una herramienta informática para la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de los activos del zoológico Amaru. ....	102
6.3 Desarrollo de la herramienta informática .....	102
6.3.1 Panel central de control de la herramienta informática .....	103
6.3.2 Módulo de la gestión de activos .....	105
6.3.3 Módulo de la gestión de activos críticos .....	107
6.3.4 Módulo de la gestión de mantenimiento correctivo .....	108
6.3.5 Módulo de la gestión de mantenimiento preventivo .....	112
6.3.6 Módulo de la orden de trabajo .....	116
6.3.6 Módulo de la gestión de inventario y proveedores.....	117
6.3.7 Módulo de cronograma de actividades de mantenimiento anual .....	121
6.3.6 Módulo del mapa del zoológico y sitio web.....	122
7.Conclusiones.....	124
8. Recomendaciones .....	126
Referencias .....	127
Anexos .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tabla Comparativa de los Indicadores de las Herramientas Informáticas.</i>	31
Tabla 2 <i>Clasificación de los Activos del Zoológico Amaru.</i>	47
Tabla 3 <i>Clasificación de Activos.</i>	51
Tabla 4	53
<i>Clasificación de los activos mecánicos.</i>	53
Tabla 5 <i>Identificación de los Activos Críticos.</i>	60
Tabla 6 <i>Actividades preventivas para los cables calefactores.</i>	71
Tabla 7 <i>Actividades correctivas para los cables calefactores.</i>	72
Tabla 8 <i>Actividades preventivas para el monitor cardiaco.</i>	73
Tabla 9 <i>Actividades correctivas para el monitor cardiaco.</i>	73
Tabla 10 <i>Actividades preventivas para congeladores.</i>	74
Tabla 11 <i>Actividades correctivas para congeladores.</i>	75
Tabla 12 <i>Actividades preventivas para el vehículo.</i>	76
Tabla 13 <i>Actividades correctivas para el vehículo.</i>	77
Tabla 14 <i>Actividades preventivas para los foggers.</i>	78
Tabla 15 <i>Actividades correctivas para los foggers.</i>	79
Tabla 16 <i>Actividades preventivas para los focos uv.</i>	80
Tabla 17 <i>Actividades correctivas para focos uv.</i>	80

Tabla 18 <i>Actividades preventivas para los focos cerámicos.</i> .....	81
Tabla 19 <i>Actividades Correctivas para los focos cerámicos.</i> .....	82
Tabla 20 <i>Actividades Preventivas para motosierra.</i> .....	82
Tabla 21 <i>Actividades Correctivas para motosierra.</i> .....	83
Tabla 22 <i>Actividades preventivas para la hidrolavadora.</i> .....	84
Tabla 23 <i>Actividades Correctivas para la hidrolavadora.</i> .....	85
Tabla 24 <i>Actividades Preventivas para las válvulas electrohidráulicas.</i> .....	85
Tabla 25 <i>Actividades Correctivas para las válvulas electrohidráulicas.</i> .....	86
Tabla 26 <i>Actividades Preventivas para las bombas recirculables.</i> .....	87
Tabla 27 <i>Actividades Correctivas para las bombas recirculables.</i> .....	87
Tabla 28 <i>Actividades Preventivas para el sistema de independiente de aspersión.</i> 88	
Tabla 29 <i>Actividades Correctivas para el sistema de independiente de aspersión.</i> 88	
Tabla 30 <i>Actividades preventivas para el ATV Yamaha.</i> .....	89
Tabla 31 <i>Actividades Correctivas para el ATV Yamaha.</i> .....	90
Tabla 32 <i>Actividades Preventivas para el Chiller.</i> .....	91
Tabla 33 <i>Actividades Correctivas para el Chiller.</i> .....	92
Tabla 34 <i>Actividades Preventivas para Refrigerador.</i> .....	93
Tabla 35 <i>Actividades Correctivas para Refrigerador.</i> .....	94
Tabla 36 <i>Actividades Preventivas para Aspersores.</i> .....	94
Tabla 37 <i>Actividades Correctivas para Aspersores.</i> .....	95

Tabla 38 <i>Actividades Preventivas para Sistemas de Aspersión Automática.</i> .....	96
Tabla 39 <i>Actividades Correctivas para Sistemas de Aspersión Automática.</i> .....	97
Tabla 40 <i>Actividades Preventivas para Bombas Hidráulicas.</i> .....	98
Tabla 41 <i>Actividades Correctivas para Bombas Hidráulicas.</i> .....	99
Tabla 42 <i>Actividades distribuidas de los activos críticos.</i> .....	100
Tabla 43 <i>Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo.</i> .....	94
Tabla 44 <i>Codificación de las actividades de mantenimiento correctivo.</i> .....	99
Tabla 45 <i>Módulo de activos críticos.</i> .....	107

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 <i>Ubicación del Bioparque Amaru, cuenca.</i> .....	6
Figura 2 <i>Proceso para Aplicar Técnica AMFEC.</i> .....	56
Figura 3 <i>Jerarquización de la Severidad.</i> .....	57
Figura 4 <i>Jerarquización de la Ocurrencia.</i> .....	58
Figura 5 <i>Jerarquización de la Detección.</i> .....	59
Figura 6 <i>Índice de Prioridad de Riesgos.</i> .....	60
Figura 7 <i>Creación de los códigos según el tipo de mantenimiento</i> .....	94
Figura 8 <i>Panel de control</i> .....	104
Figura 9 <i>Diagrama de flujo del panel de control</i> .....	104
Figura 10 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de activos</i> .....	106
Figura 11 <i>Diagrama de flujo del módulo de activos para eliminar</i> .....	106
Figura 12 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento correctivo, guardar y buscar la actividad.</i> .....	109
Figura 13 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento, eliminar.</i> .....	110
Figura 14 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento, reportes y cronograma.</i> .....	112
Figura 15 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento preventivo, guardar y buscar.</i> .....	113

Figura 16 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de mantenimiento preventivo, eliminar</i> .....	114
Figura 17 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento preventivo, reportes y cronograma</i> . ....	115
Figura 18 <i>Módulo de orden de trabajo</i> .....	116
Figura 19 <i>Diagrama de flujo del módulo de orden de trabajo</i> .....	117
Figura 20 <i>Diagrama de flujo del módulo de inventarios, registro y buscar</i> . ....	118
Figura 21 <i>Diagrama de flujo del módulo de inventario, eliminar</i> . ....	119
Figura 22 <i>Diagrama de flujo del módulo de registro de proveedores, guardar y buscar</i> . ....	120
Figura 23 <i>Diagrama de flujo del módulo de proveedores, eliminar</i> . ....	120
Figura 24 <i>Cronograma de actividades anual de las actividades de mantenimiento</i> . .....	122
Figura 25 <i>Mapa del zoológico</i> . ....	123
Figura 26 <i>Página web del zoológico Amaru</i> . ....	123

## 1 INTRODUCCIÓN

La gestión efectiva de activos en un entorno como el zoológico AMARU es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de las instalaciones y, por ende, para proporcionar condiciones ideales para el bienestar de los animales y la experiencia satisfactoria de los visitantes. La necesidad de un mantenimiento preventivo se fundamenta en la premisa de que prevenir problemas es más efectivo y menos costoso que abordar reparaciones después de que se han producido. En el caso del zoológico Amaru, los activos críticos, como recintos de animales, sistemas de seguridad, equipos de exhibición y sistemas de agua, desempeñan un papel fundamental en la operación diaria y en el bienestar de los residentes del zoológico.

En los últimos años, el zoológico Amaru ha experimentado no solo un crecimiento en sus instalaciones, sino también en la implementación de activos necesarios para asegurar un hábitat adecuado para los animales. Dada la importancia de mantener condiciones óptimas para prevenir enfermedades, ha surgido la necesidad imperante de un riguroso control de activos. En respuesta, el zoológico se ha visto compelido a adoptar un plan de mantenimiento, garantizando así el bienestar de los animales y fortaleciendo su compromiso con la salud y seguridad de las especies que alberga.

Para gestionar eficientemente el control de activos en el zoológico Amaru, se ha implementado una herramienta informática especializada. Esta herramienta facilita la administración del mantenimiento preventivo, permitiendo un detallado registro desde la creación de un activo hasta la planificación de intervenciones correctivas. Además, posibilita la gestión integral de inventarios, optimizando así el manejo y seguimiento de los recursos del zoológico.

## **2. PROBLEMA**

### **2.1 Planteamiento del Problema.**

Dentro del marco del Convenio Interinstitucional entre la Universidad Politécnica Salesiana y el Zoológico Amaru, se ha identificado la necesidad imperante de fortalecer la certificación internacional mediante el cumplimiento riguroso de estándares de calidad y eficiencia en la gestión de recursos. Esta necesidad se fundamenta en la carencia de un plan estructurado de mantenimiento para los activos presentes en el zoológico, lo que ha desencadenado una serie de desafíos y obstáculos operativos.

Entre estos desafíos se destaca la ineficiencia en la asignación del tiempo debido a rutas de mantenimiento repetitivas, los sobrecostos asociados a la ubicación y eliminación de desperdicios debido a una gestión inadecuada de inventarios, así como la falta de coordinación del personal, entre otros aspectos relevantes.

Por consiguiente, resulta crucial emprender una investigación integral orientada a mejorar tanto la planificación como la ejecución del mantenimiento preventivo de los activos presentes en las instalaciones y equipos del zoológico. El propósito principal de esta investigación es garantizar la integridad y seguridad tanto de los animales alojados en el zoológico como de los visitantes y el personal, a la par de reducir los costos operativos y potenciar la eficiencia en la gestión de los recursos disponibles

### **2.2 Antecedentes.**

El Zoológico Amaru, bajo el Convenio Interinstitucional con la Universidad Politécnica Salesiana, busca alcanzar estándares internacionales de calidad y gestión de recursos. No obstante, se ha evidenciado una ausencia significativa: la carencia de un plan estructurado de mantenimiento para sus activos físicos.



Esta omisión ha generado una serie de desafíos operativos que impactan la eficiencia y seguridad del zoológico. Entre ellos, se destaca la ineficiente asignación de tiempo debido a rutas de mantenimiento no optimizadas, los costos excesivos asociados a la gestión inadecuada de inventarios y la falta de sincronización en las labores del personal, entre otros aspectos relevantes.

La falta de un enfoque sistemático para el mantenimiento preventivo de los activos ha desencadenado un escenario donde se realizan tareas de manera reactiva, comprometiendo la seguridad de los animales, visitantes y personal, además de aumentar los costos operativos y limitar la eficiencia en la gestión de recursos.

Esta problemática ha impulsado la necesidad de emprender una investigación exhaustiva, destinada a reformular y optimizar la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo de los activos del zoológico, con el fin de solventar estas dificultades operativas y mejorar sustancialmente la gestión integral del lugar.

### **2.3 Importancia y alcances**

La relevancia y generalidad del problema identificado en el Zoológico Amaru no solo impacta significativamente en el funcionamiento interno de la institución, sino que también tiene repercusiones en múltiples sectores, manifestándose en diversas áreas operativas y económicas. Datos recopilados revelan la magnitud del desafío: la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo para los activos físicos ha generado ineficiencias considerables en el uso del tiempo, aumentando los costos asociados a la gestión de inventarios y comprometiendo la seguridad de los animales, visitantes y el personal.

Esta problemática no se limita al ámbito del zoológico, sino que trasciende a un impacto más amplio. Un enfoque más eficiente en la gestión de los activos físicos tendrá un efecto positivo en la calidad de los servicios ofrecidos por el zoológico, influirá en la imagen y reputación de la institución a nivel nacional e internacional, y además tendrá un impacto directo en la conservación de la biodiversidad y la promoción del turismo sostenible en la región.

El trabajo de grado propuesto busca llenar este vacío crítico al mejorar la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo de los activos del zoológico. Este enfoque no solo beneficiará directamente al Zoológico Amaru, mejorando su eficiencia operativa y reduciendo costos, sino que también repercutirá positivamente en la experiencia de los visitantes, la seguridad de los animales y la proyección del zoológico como un referente en conservación y educación ambiental.

Documentos institucionales destacan la urgencia de abordar esta problemática para fortalecer la sostenibilidad y competitividad del zoológico en un mercado cada vez más exigente. Además, evidencias recientes indican que las deficiencias en la gestión de activos físicos han afectado negativamente la reputación y han incidido en la disminución de visitantes, aspectos cruciales en la viabilidad económica de la institución.

#### **2.4. Delimitación:**

La presente propuesta de trabajo se encuentra delimitada en diversos aspectos:

**Delimitación Geográfica (Espacial):** El estudio y la implementación de mejoras se concentrarán específicamente en el Zoológico Amaru, ubicado en una extensión de 7 hectáreas en la vía Cuenca – Azogues a 10 ½ Km. La intervención se circunscribe a las

instalaciones físicas y áreas operativas directamente relacionadas con la gestión y mantenimiento de los activos del zoológico.

**Delimitación Temporal:** El trabajo se desarrollará a lo largo de un período estimado de 4 meses desde su inicio hasta la implementación de las recomendaciones propuestas. Se contempla la realización de etapas de diagnóstico, análisis, propuesta de mejoras, implementación y evaluación, con fechas específicas de inicio y finalización para cada fase.

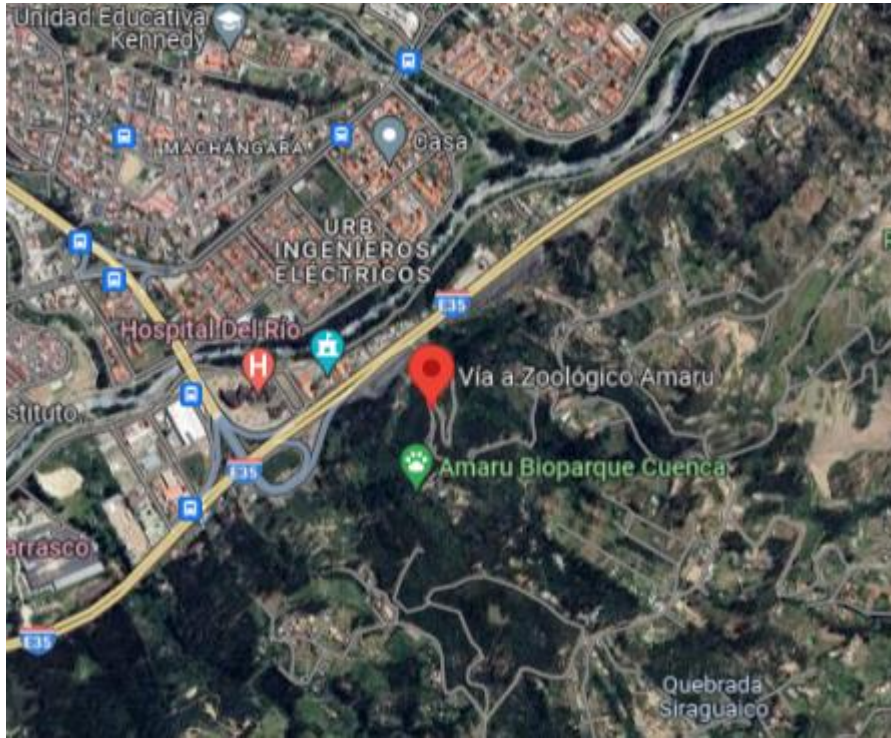
**Delimitación Sectorial:** El enfoque se centrará en el sector de gestión de activos físicos y mantenimiento, específicamente en el contexto de zoológicos y áreas afines dedicadas a la conservación y exhibición de fauna. Se priorizará el análisis de prácticas y estándares aplicables a este ámbito.

**Delimitación Institucional:** El trabajo se realizará en colaboración estrecha con el personal directivo, administrativo y técnico del Zoológico Amaru. La intervención no abarcará aspectos administrativos ajenos a la gestión de activos y mantenimiento de las instalaciones.

Estas delimitaciones permitirán enfocar con precisión los esfuerzos, recursos y tiempo disponibles para lograr los objetivos planteados en la investigación y propuesta de mejora.

## Figura 1

*Ubicación del Bioparque Amaru, cuenca.*



Nota. Imagen obtenida de google maps. Tomado de (google, 2023)

### **3 OBJETIVOS**

#### ***3.1 Objetivo general***

Proponer un plan de mantenimiento preventivo de los activos del zoológico Amaru para la mejora de la confiabilidad.

#### ***3.2 Objetivos específicos***

- Desarrollar un marco teórico mediante el análisis y revisión bibliográficas para su determinación respecto al manejo de los activos.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo dirigido a los activos críticos del zoológico Amaru.
- Desarrollar una herramienta informática para la gestión del mantenimiento preventivo.

## **4. CAPITULO I**

### **4.1 INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO.**

#### **4.1.1 Definición y evolución histórica del mantenimiento.**

La historia del mantenimiento se remonta a épocas preindustriales, donde la reparación de herramientas y equipos solo ocurría cuando estos fallaban. No existía una planificación preventiva, y la atención se centraba en la corrección de problemas una vez que surgían (Quiñonez, 2021). Con la llegada de la Revolución Industrial, y junto con la introducción de maquinaria y producción en masa, surgió la necesidad de mantener estas máquinas en óptimas condiciones para maximizar la producción. Se empezaron a aplicar métodos de lubricación, limpieza y ajuste de equipos para prevenir averías y minimizar los tiempos de inactividad (Rosales, 2019).

A finales del siglo XIX y principios del XX, se observó un cambio significativo hacia el mantenimiento preventivo. Se implementaron métodos sistemáticos para inspeccionar, limpiar y reparar maquinaria en intervalos regulares, lo que ayudó a reducir las interrupciones en la producción y a prolongar la vida útil de los equipos (Díaz, 2014). Con el avance tecnológico, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, el mantenimiento se volvió más sofisticado. Surgieron técnicas de diagnóstico más precisas, como pruebas no destructivas y análisis de vibraciones, permitiendo detectar y prevenir fallas antes de que ocurrieran (Yunca, 2021).

En décadas más recientes, el mantenimiento ha evolucionado hacia enfoques más predictivos y proactivos. Se ha incorporado tecnología avanzada para el monitoreo continuo, análisis de datos y la aplicación de algoritmos de machine learning, lo que permite prever fallas con mayor precisión y tomar acciones antes de que sucedan (Macedo, 2020). En la

actualidad, la integración de tecnologías digitales como el Internet de las Cosas (IoT) y el uso extensivo de datos (Big Data) ha transformado aún más el mantenimiento. Los equipos "inteligentes" pueden auto-diagnosticarse y programar su propio mantenimiento, marcando un enfoque adaptativo y predictivo para maximizar la eficiencia y minimizar costos operativos.

#### **4.1.2 Importancia del mantenimiento en instituciones y organizaciones**

El mantenimiento, como parte integral de la gestión operativa, desempeña un papel clave en el aseguramiento de la continuidad de las actividades de cualquier institución u organización. La eficiencia operativa depende en gran medida de la fiabilidad de los equipos y activos. Un programa de mantenimiento bien estructurado garantiza que estos elementos funcionen de manera óptima, minimizando tiempos de inactividad no planificados. Esto se traduce en una mayor disponibilidad de los activos, maximizando la productividad y reduciendo interrupciones que podrían afectar el flujo de trabajo y la entrega de servicios (Castillo, 2020).

Además, el mantenimiento desempeña un papel crucial en la seguridad laboral. Equipos mal mantenidos pueden representar riesgos significativos para los trabajadores y visitantes. La implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo reduce la probabilidad de accidentes y asegura un entorno laboral más seguro (León, 2020). A nivel financiero, el mantenimiento estratégico conlleva ahorros considerables a largo plazo. Aunque requiere inversiones regulares, la prevención de fallos y la extensión de la vida útil de los equipos reducen los costos asociados a reparaciones mayores o a la necesidad de reemplazar activos de forma frecuente. Esta inversión en mantenimiento representa un

equilibrio entre costos operativos y la garantía de eficiencia a largo plazo, lo que resulta en un retorno de inversión significativo para la institución u organización (Garau, 2023).

El mantenimiento efectivo se convierte en un cimiento esencial para la continuidad, seguridad y sostenibilidad operativa de cualquier entidad, respaldando su capacidad para ofrecer servicios de calidad, salvaguardar la integridad de su personal y mantener su competitividad en el mercado.

#### **4.1.3 Rol del mantenimiento en instituciones de conservación animal**

El mantenimiento desempeña un papel crítico en las instituciones dedicadas a la conservación animal, como zoológicos y parques de vida silvestre. Estos lugares no solo buscan entretener a los visitantes, sino que también tienen la responsabilidad de garantizar el bienestar de los animales y contribuir a la conservación de especies en peligro (Cabanillas, 2022). En este contexto, el mantenimiento se vuelve fundamental para asegurar condiciones óptimas en los hábitats y las instalaciones donde residen los animales. Esto incluye la supervisión constante de las estructuras, la calidad del agua, la iluminación, la temperatura, la ventilación y la limpieza, elementos que son esenciales para la salud y comodidad de los animales (Pérez, 2019).

Un programa de mantenimiento preventivo y correctivo adecuado asegura que los equipos empleados para el cuidado de los animales, como sistemas de filtración de agua, sistemas de calefacción o refrigeración, y áreas de alimentación, funcionen sin interrupciones. Esto es crucial para evitar situaciones de estrés o riesgos para los animales, garantizando su bienestar y salud. Además, el mantenimiento en estas instituciones tiene una dimensión educativa y de sensibilización. Un entorno bien mantenido y cuidado no solo brinda una experiencia agradable para los visitantes, sino que también educa sobre la



importancia de la conservación, mostrando el compromiso de la institución con la protección de la vida silvestre y su hábitat (Flores, 2020).

El mantenimiento en instituciones de conservación animal va más allá de la preservación de infraestructuras y equipos; es un componente esencial para el bienestar de los animales, la calidad de la experiencia para los visitantes y la promoción de la conservación de la biodiversidad. Este enfoque proactivo no solo asegura el funcionamiento adecuado de las instalaciones, sino que también respalda la misión y visión de estas instituciones en su labor de conservación y educación ambiental.

## **4.2 Tipos de Mantenimiento.**

### **4.2.1 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo constituye una parte crucial en la gestión del mantenimiento. Se define como el conjunto de actividades destinadas a corregir fallas y anomalías en equipos, maquinaria o instalaciones una vez que estas han ocurrido, dejando el equipo fuera de servicio. Este tipo de mantenimiento se realiza de forma reactiva, respondiendo directamente a problemas identificados, lo que implica una interrupción no planificada en las operaciones (Asto, 2019).

Si bien el mantenimiento correctivo puede ser necesario en situaciones de emergencia o cuando fallas inesperadas ocurren, su uso exclusivo presenta desafíos importantes. La principal limitación radica en que no previene el deterioro ni las fallas, lo que puede resultar en tiempos de inactividad prolongados, pérdida de productividad y, en algunos casos, costos mayores asociados a reparaciones más complejas o reemplazos urgentes (Rodríguez, 2019).

Para optimizar su eficacia, muchas organizaciones complementan el mantenimiento correctivo con otros enfoques, como el mantenimiento preventivo o predictivo. La

combinación estratégica de estos tipos de mantenimiento puede minimizar la dependencia exclusiva del mantenimiento correctivo, reduciendo así tiempos de inactividad no planificados y costos asociados a reparaciones mayores (Lozada, 2023).

El mantenimiento correctivo es esencial para abordar problemas inmediatos en equipos o instalaciones, pero su dependencia exclusiva puede ser costosa y resultar en interrupciones imprevistas en las operaciones. Su integración con otros tipos de mantenimiento más proactivos permite una gestión más eficiente de activos, minimizando riesgos y optimizando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

#### **4.2.2 Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo representa una estrategia avanzada en la gestión del mantenimiento. Se basa en la recopilación de datos y el análisis de indicadores clave para predecir posibles fallas o problemas en equipos e instalaciones antes de que ocurran. Este enfoque se fundamenta en la monitorización continua de parámetros como vibraciones, temperaturas, presiones, entre otros, utilizando tecnologías avanzadas y sistemas de monitoreo automatizado (Ramos, 2021).

La principal ventaja del mantenimiento predictivo radica en su capacidad para identificar anomalías incipientes o patrones anómalos en el funcionamiento de los equipos. Al detectar señales tempranas de deterioro o posibles fallas, se pueden tomar medidas preventivas antes de que se produzcan problemas mayores. Esto permite realizar intervenciones programadas en momentos estratégicos, evitando interrupciones imprevistas en la producción y minimizando costos asociados a reparaciones urgentes o reemplazos costosos (Sacristán, 2014). Sin embargo, su implementación requiere tecnología avanzada y sistemas de monitoreo especializados, lo que puede implicar costos iniciales significativos.

Además, el mantenimiento predictivo no es infalible y puede requerir una cuidadosa interpretación de datos para evitar falsas alarmas o la sobreestimación de problemas potenciales (Urbina, 2020).

A pesar de estos desafíos, el mantenimiento predictivo se considera una herramienta poderosa para la gestión proactiva de activos. Su capacidad para anticipar fallas o problemas incipientes permite optimizar la planificación de mantenimiento, maximizar la disponibilidad de los equipos y reducir costos operativos a largo plazo. Su integración estratégica con otros enfoques de mantenimiento, como el preventivo y correctivo, puede ofrecer un sistema más completo y eficiente de gestión de activos.

#### **4.2.3 Mantenimiento Preventivo.**

El mantenimiento preventivo es un enfoque proactivo que busca prevenir fallas y maximizar la vida útil de equipos, maquinaria e instalaciones mediante acciones programadas de inspección, limpieza, ajustes y reemplazo de componentes. A diferencia del mantenimiento correctivo, que aborda problemas una vez que han ocurrido, el preventivo se centra en evitar fallos imprevistos y prolongar la operatividad de los activos (Uribe, 2020). Este tipo de mantenimiento se basa en un calendario preestablecido o en ciclos de trabajo específicos, donde se realizan revisiones periódicas y acciones de mantenimiento, independientemente del estado aparente del equipo. Al llevar a cabo estas intervenciones de manera regular, se busca identificar y corregir posibles problemas antes de que se conviertan en fallas significativas que puedan causar interrupciones en las operaciones (Torres, 2010).

El mantenimiento preventivo presenta ventajas significativas, como la reducción de tiempos de inactividad no planificados, al minimizar la probabilidad de fallos repentinos. Además, contribuye a la prolongación de la vida útil de los equipos y a la mejora de su

rendimiento general. También puede resultar en ahorros económicos a largo plazo al evitar reparaciones mayores o reemplazos urgentes (Quiñonez, 2021). Sin embargo, el mantenimiento preventivo conlleva costos asociados, ya que requiere recursos dedicados a inspecciones regulares y a la ejecución de tareas de mantenimiento planificadas. Existe también la posibilidad de que se realicen intervenciones innecesarias en equipos que podrían estar en buen estado, lo que podría generar gastos adicionales (Rosales, 2019).

El mantenimiento preventivo se posiciona como una estrategia proactiva clave para maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos. Si se implementa de manera efectiva y se combina con otros enfoques de mantenimiento, puede contribuir significativamente a la eficiencia operativa y a la reducción de costos a largo plazo.

### **4.3 Normativas y Estándares Internacionales en Mantenimiento**

#### **4.3.1 ISO 55000: Gestión de Activos.**

La norma ISO 55000 se centra en la gestión de activos, ofreciendo un marco sólido y reconocido internacionalmente para optimizar la gestión de activos físicos en organizaciones de diversos sectores. Este estándar establece principios, términos y definiciones comunes para la gestión de activos, brindando pautas para la implementación de un sistema de gestión de activos efectivo. Su enfoque abarca todo el ciclo de vida de los activos, desde la adquisición hasta la disposición, incluyendo la operación, mantenimiento, renovación y desincorporación. La norma ISO 55000 se enfoca en la maximización del valor que los activos pueden aportar a una organización, teniendo en cuenta aspectos económicos, de rendimiento y de riesgo.

La implementación de la ISO 55000 implica una mentalidad centrada en la optimización del rendimiento de los activos a lo largo de su vida útil. Esto incluye la

alineación de la gestión de activos con los objetivos estratégicos de la organización, la identificación y gestión de riesgos, la toma de decisiones informada y la optimización de costos (ISO, 2018). La adopción de esta norma ofrece beneficios significativos, como una mejor comprensión de los activos y sus impactos en la organización, una gestión más eficiente de riesgos y oportunidades, y la optimización de los recursos a lo largo del ciclo de vida de los activos. Además, ayuda a garantizar el cumplimiento de requisitos legales y regulatorios, así como a mejorar la confiabilidad operativa y la rentabilidad.

#### **4.3.2 ISO 13374: Monitoreo de Condición y Diagnóstico de Máquinas.**

La norma ISO 13374 se enfoca en el monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas, proporcionando directrices para el seguimiento continuo del estado de los equipos. Este estándar busca establecer métodos efectivos para evaluar la salud de las máquinas, detectar posibles fallas o deterioros incipientes, y realizar diagnósticos precisos antes de que ocurran problemas graves. La norma ISO 13374 abarca una variedad de técnicas de monitoreo, desde mediciones directas en equipos hasta la utilización de sistemas de sensores y tecnologías avanzadas. Se centra en la recolección y análisis de datos relevantes para evaluar la condición de la maquinaria, como vibraciones, temperatura, presión, entre otros parámetros clave.

La implementación de la ISO 13374 permite a las organizaciones establecer programas de monitoreo de condición efectivos. Esto les permite detectar y diagnosticar problemas en etapas tempranas, permitiendo intervenciones preventivas y predictivas para evitar fallas catastróficas, tiempos de inactividad no planificados y costosas reparaciones mayores (ISO, 2011). Los beneficios de adoptar la ISO 13374 incluyen una mayor confiabilidad operativa de los equipos, la optimización de la vida útil de los activos, la

reducción de costos de mantenimiento al evitar intervenciones innecesarias, y una planificación más eficiente de las actividades de mantenimiento.

#### **4.3.3 MIMOSA: Estándares de Información Abierta.**

MIMOSA, que significa "Machinery Information Management Open Systems Alliance" (Alianza de Sistemas Abiertos para la Gestión de la Información de Maquinaria), es una organización sin fines de lucro que se centra en el desarrollo y promoción de estándares de información abierta para la gestión de activos industriales. Esta alianza se enfoca en establecer estándares para la integración de datos y sistemas en entornos industriales, particularmente en la gestión de información relacionada con maquinaria y activos. Los estándares de MIMOSA buscan crear un marco común que permita a diferentes sistemas, equipos y tecnologías de diferentes fabricantes comunicarse e intercambiar información de manera eficiente.

Uno de los objetivos clave de MIMOSA es mejorar la interoperabilidad entre sistemas, facilitando el intercambio de datos relevantes para la gestión de activos. Esto incluye datos de monitoreo de condición, diagnóstico de maquinaria, mantenimiento predictivo y otros aspectos críticos para la gestión efectiva de activos industriales (MIMOSA, 2023). La adopción de los estándares de MIMOSA ofrece beneficios como la reducción de la complejidad en la integración de sistemas, la optimización de la recopilación y análisis de datos, y la mejora en la toma de decisiones basadas en información más precisa y oportuna.

#### **4.3.4 ANSI y sus protocolos relevantes.**

La American National Standards Institute (ANSI) es una organización que supervisa y coordina el desarrollo de normas y estándares para una amplia gama de industrias en los

Estados Unidos. A través de sus comités y procesos de normalización, ANSI establece estándares que abarcan desde la calidad y seguridad de productos hasta la gestión de sistemas.

Dentro del ámbito de mantenimiento, ANSI ha desarrollado protocolos relevantes que impactan directamente en la gestión efectiva de activos:

ANSI TAPPI TIP 0305-34: Este protocolo es esencial en departamentos de mantenimiento. Forma parte de un documento de información técnica y permite la creación de listas de verificación para el mantenimiento diario, semanal e incluso mensual. Establece pautas para la inspección y mantenimiento de equipos y procesos, contribuyendo a la prevención de fallas y al mantenimiento preventivo.

IICRA (Industrial Internet Consortium Reference Architecture): En un entorno cada vez más digitalizado, este estándar del IIC, del cual ANSI es miembro, se enfoca en la arquitectura de referencia para el Consorcio Industrial de Internet. Facilita la adopción de tecnologías emergentes como Internet de las Cosas (IoT) y Big Data en entornos industriales, lo que puede ser crucial para la gestión de activos, permitiendo el monitoreo remoto, la recopilación y análisis de datos en tiempo real para optimizar operaciones y mantenimiento (ANSI, 2023).

Estos protocolos y estándares de ANSI ofrecen directrices y enfoques que son altamente relevantes en la gestión de activos y el mantenimiento, promoviendo prácticas eficientes y seguras en diferentes sectores industriales. Su adopción puede ayudar a las organizaciones a mejorar la efectividad de sus programas de mantenimiento y gestión de activos.

#### **4.3.5 Impacto y aplicabilidad de las normativas en el mantenimiento.**

Las normativas en el ámbito del mantenimiento tienen un impacto significativo y una aplicabilidad relevante en las operaciones y gestión de activos de diversas organizaciones e industrias (Torres, 2010). Estas normativas ofrecen directrices, estándares y mejores prácticas que influyen en varios aspectos:

**Mejora de la calidad y seguridad:** Las normativas, como ISO 55000 o ANSI TAPPI TIP 0305-34, establecen estándares de calidad y seguridad para el mantenimiento de activos. Estos estándares garantizan que los equipos y sistemas sean mantenidos de manera segura y eficiente, lo que reduce riesgos para el personal y minimiza posibles impactos negativos en la calidad de productos o servicios (Uribe, 2020).

**Optimización de procesos y recursos:** Las normativas ofrecen pautas para la gestión de activos a lo largo de su ciclo de vida, desde la adquisición hasta la disposición. Esto permite optimizar el uso de recursos, maximizar la vida útil de los equipos y minimizar costos operativos a largo plazo.

**Promoción de la sostenibilidad:** Normativas como ISO 55000 consideran aspectos ambientales en la gestión de activos, fomentando prácticas sostenibles de mantenimiento que reducen el impacto ambiental, como la eficiencia energética o la gestión adecuada de residuos (León, 2020).

**Internacionalización y competitividad:** La adopción de estándares internacionales, como las normas ISO, aumenta la compatibilidad entre sistemas y procesos, facilitando la cooperación y la competitividad en un mercado global (Yunca, 2021).



La aplicabilidad de estas normativas radica en su capacidad para orientar y estructurar los programas de mantenimiento, mejorar la eficiencia operativa, minimizar tiempos de inactividad, garantizar la conformidad con regulaciones y promover la excelencia en la gestión de activos. Estas normativas tienen un impacto transversal en la gestión de activos y el mantenimiento, promoviendo prácticas eficientes, seguras y sostenibles que permiten a las organizaciones alcanzar estándares más altos de calidad, seguridad y competitividad en sus operaciones.

#### **4.4 Tecnologías y Herramientas de Apoyo al Mantenimiento.**

##### **4.4.1 Internet de las Cosas (IoT) en el mantenimiento.**

La Internet de las Cosas (IoT) ha revolucionado el campo del mantenimiento al proporcionar una red de dispositivos interconectados capaces de recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento y la condición de los activos (Urbina, 2020). Esta tecnología ofrece beneficios significativos en la gestión de mantenimiento:

**Monitoreo remoto y continuo:** Los sensores IoT integrados en los equipos permiten el monitoreo constante de su rendimiento. Esto posibilita la detección temprana de anomalías o patrones inusuales, lo que facilita la identificación anticipada de posibles fallas y la ejecución de acciones preventivas.

**Mantenimiento predictivo:** La IoT habilita el análisis avanzado de datos en tiempo real, lo que permite la implementación de mantenimiento predictivo. Los algoritmos y modelos de análisis predictivo pueden anticipar fallas o degradaciones en los equipos, optimizando la programación de intervenciones y reduciendo costos asociados a reparaciones inesperadas (Sacristán, 2014).

Optimización de recursos: Al obtener información precisa sobre el estado de los activos, las organizaciones pueden optimizar el uso de recursos, realizando mantenimiento justo cuando es necesario, evitando intervenciones innecesarias y maximizando la vida útil de los equipos.

Mayor eficiencia operativa: La implementación de IoT en el mantenimiento conlleva una mejora significativa en la eficiencia operativa. Al evitar tiempos de inactividad no planificados, se optimiza la continuidad de la producción, lo que se traduce en ahorros financieros y en una mejor satisfacción del cliente (Castillo, 2020).

Decisiones basadas en datos: La información recopilada a través de la IoT proporciona datos fundamentados para la toma de decisiones estratégicas. Los análisis basados en datos permiten una planificación más precisa del mantenimiento y la identificación de tendencias a largo plazo en el rendimiento de los activos (León, 2020).

La implementación de la IoT en el mantenimiento representa una evolución significativa en la gestión de activos, permitiendo una transición hacia enfoques más predictivos y proactivos. Esto se traduce en una mejora sustancial en la eficiencia, confiabilidad y rentabilidad de las operaciones industriales.

#### **4.4.2 Big Data y su rol en el mantenimiento predictivo.**

El Big Data juega un papel fundamental en el mantenimiento predictivo al procesar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes, como sensores IoT, registros de mantenimiento, datos de operaciones, entre otros (Uribe, 2020). Su rol clave radica en:

Análisis avanzado: El Big Data permite el análisis de datos complejos y variados en tiempo real o cercano a tiempo real. Esta capacidad de procesamiento masivo posibilita identificar patrones, correlaciones y anomalías que podrían ser indicativos de futuras fallas en los activos.

Detección temprana de anomalías: Al procesar enormes cantidades de datos, el Big Data puede identificar desviaciones sutiles en el comportamiento normal de los equipos. Estas anomalías, aunque inicialmente imperceptibles, pueden ser signos de posibles fallos inminentes, permitiendo una acción preventiva antes de que se conviertan en problemas mayores (Castillo, 2020).

Modelado predictivo: Mediante el uso de algoritmos de machine learning y técnicas de análisis predictivo, el Big Data puede crear modelos que predicen el tiempo restante de vida útil de un activo, el momento óptimo para realizar mantenimiento o incluso predecir qué componentes pueden fallar.

Optimización de estrategias de mantenimiento: Al aprovechar la información recopilada y analizada, las organizaciones pueden ajustar sus estrategias de mantenimiento. Esto implica pasar de un mantenimiento basado en el tiempo o en la utilización a uno más inteligente y predictivo, evitando intervenciones innecesarias y optimizando recursos (Uribe, 2020).

Mejora continua: La retroalimentación de datos y la mejora constante de los modelos predictivos permiten refinamientos continuos en las estrategias de mantenimiento. Esto conduce a una mayor precisión en la identificación de riesgos y una toma de decisiones más informada en la gestión de activos (Torres, 2010).

El Big Data desempeña un papel fundamental al permitir el análisis y la interpretación de grandes volúmenes de datos para predecir y prevenir fallas en equipos. Esto transforma el mantenimiento de una modalidad reactiva a una proactiva, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y optimizando la disponibilidad y rendimiento de los activos.

#### **4.4.3 Inteligencia Artificial aplicada al mantenimiento.**

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en el mantenimiento ha revolucionado la forma en que las organizaciones gestionan sus activos (Díaz, 2014). Algunas de las formas en las que la IA se utiliza en el mantenimiento incluyen:

**Predicción de fallas:** Los algoritmos de IA analizan datos históricos, patrones de comportamiento y factores ambientales para predecir posibles fallas en los equipos. Estos modelos predictivos permiten anticiparse a problemas potenciales y tomar medidas preventivas antes de que ocurran (Asto, 2019).

**Optimización de programación de mantenimiento:** La IA ayuda a optimizar los programas de mantenimiento al recomendar el momento y el tipo de mantenimiento más adecuado para cada activo. Esto reduce el mantenimiento innecesario y maximiza la vida útil de los equipos.

**Diagnóstico avanzado:** Los sistemas de IA pueden realizar diagnósticos precisos basados en datos, identificando problemas específicos en los equipos y proporcionando recomendaciones detalladas para su resolución. Esto agiliza el proceso de identificación de problemas y la toma de decisiones (León, 2020).

**Gestión de datos masivos:** La IA facilita el manejo de grandes volúmenes de datos recopilados de sensores IoT, sistemas de monitoreo y otros dispositivos. Esto permite una

mejor interpretación y análisis de los datos para obtener información valiosa sobre el estado de los activos.

Automatización de procesos de mantenimiento: Mediante el aprendizaje automático y los sistemas inteligentes, la IA puede automatizar ciertos procesos de mantenimiento, como la programación de inspecciones, la generación de informes o la gestión de órdenes de trabajo (Díaz, 2014).

La implementación de la IA en el mantenimiento conlleva beneficios como la reducción de costos operativos, la minimización de tiempos de inactividad, la optimización de recursos y la mejora en la eficiencia y confiabilidad de los equipos. En conjunto con otras tecnologías, como el Big Data o la IoT, la IA impulsa una transformación significativa en la gestión de activos, permitiendo una transición hacia un mantenimiento más predictivo, proactivo y eficiente.

#### **4.4.4. Herramienta informática FIIX.**

Fix es una herramienta de mantenimiento y gestión de activos que se ha utilizado ampliamente en muchas industrias diferentes. Permite a las organizaciones gestionar activos físicos, planificar y ejecutar mantenimiento preventivo y optimizar la gestión de las actividades de mantenimiento. El software es ideal para el mantenimiento de instalaciones industriales, pero también se utiliza para la gestión de activos en entornos como zoológicos, -parques temáticos y otras ubicaciones que requieren un mantenimiento intensivo. (*Fix Computerized Maintenance Management System / FactoryTalk*, s. f.)

#### **4.4.4.1 Indicadores**

- **Gestión de activos:** Posibilita el mantenimiento de un registro detallado de los activos, incluyendo información acerca de su ubicación, historial de mantenimiento y otros datos pertinentes.
- **Programación de Mantenimiento:** Simplifica la programación y supervisión de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo con el objetivo de garantizar que los activos se encuentren en óptimas condiciones.
- **Gestión de Inventario:** Facilita el control y la gestión de los niveles de inventario, así como la provisión de piezas de repuesto necesarias para el mantenimiento.
- **Gestión de Trabajo:** Agiliza la asignación de tareas a técnicos, el seguimiento del progreso de dichas tareas y la documentación de las labores realizadas.
- **Informes y Análisis:** Proporciona herramientas para generar informes y análisis que respaldan la toma de decisiones fundamentadas en datos relativos a la gestión de activos y el mantenimiento.
- **Integración:** Permite la integración con otros sistemas, como sistemas de gestión de recursos humanos, sistemas de gestión de inventarios y más.

#### **4.4.5 Herramienta informática UPKEEP.**

UPKEEP es una solución sólida adaptable a diversos entornos, como zoológicos y parques temáticos, diseñada para administrar y preservar activos y equipos. Contribuye a la minimización del tiempo de inactividad, al alargamiento de la vida útil de los activos y a la mejora de la eficiencia operativa en términos generales. (*Herramientas y tecnología de mantenimiento predictivo*, s. f.)

#### **4.4.5.1 Indicadores:**

- **Gestión de Activos:** UpKeep posibilita el mantenimiento de un registro detallado de todos los activos organizativos, abarcando equipos, instalaciones, vehículos y otros elementos.
- **Programación de Mantenimiento:** Simplifica la programación y monitoreo de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo a asegurar que los activos se mantengan en condiciones óptimas.
- **Solicitudes de Trabajo:** Permite a los usuarios enviar solicitudes de trabajo y reportar problemas de manera eficiente mediante la aplicación móvil.
- **Gestión de Inventarios:** Facilita la gestión y control de los niveles de inventario y el suministro de piezas de repuesto necesarias para el mantenimiento.
- **Mantenimiento Móvil:** Ofrece una aplicación móvil que habilita a los técnicos de mantenimiento para acceder a información y llevar a cabo tareas en el campo, mejorando así la eficiencia y la comunicación.
- **Informes y Análisis:** Proporciona herramientas para generar informes y análisis que respaldan la toma de decisiones basadas en datos acerca de la gestión de activos y el mantenimiento.
- **Seguimiento de Costos:** Permite monitorizar los costos asociados con el mantenimiento de activos, lo cual resulta crucial para la gestión financiera.
- **Integración:** UpKeep se integra con otras herramientas y sistemas, como sistemas de contabilidad y sistemas de gestión de compras, para asegurar una operación sin contratiempos.

- **Planificación de Recursos:** Facilita la programación y asignación de recursos, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa.

#### **4.4.6 Herramienta informática EMAINT.**

EMAINT constituye una solución integral de gestión de activos y mantenimiento con capacidad de adaptación a diversas industrias, incluyendo la gestión de activos en zoológicos y parques naturales. Facilita a las organizaciones la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de costos y la maximización de la vida útil de sus activos. (*Servicios Técnicos eMaint CMMS / Software eMaint CMMS, 2018*)

##### **4.4.6.1 Indicadores**

- **Gestión de Activos:** EMAINT posibilita la creación de un registro detallado de los activos de una organización, abarcando información específica.
- **Programación de Mantenimiento:** Simplifica la programación de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo a asegurar que los activos se mantengan en condiciones óptimas.
- **Seguimiento de Trabajo:** Permite que los técnicos y el personal de mantenimiento registren y den seguimiento a las actividades laborales, incluyendo el tiempo empleado, los costos y los resultados obtenidos.
- **Gestión de Inventarios:** Facilita la gestión y control de los niveles de inventario, contemplando piezas de repuesto y suministros necesarios para el mantenimiento.
- **Análisis de Datos:** Proporciona herramientas para generar informes personalizados y realizar análisis de datos que respaldan la toma de decisiones fundamentadas sobre la gestión de activos y el mantenimiento.



- Móvil: EMAINT ofrece aplicaciones móviles que permiten a los técnicos acceder a información y llevar a cabo tareas en el campo, mejorando así la eficiencia y la comunicación.
- Gestión de Proveedores: Facilita la colaboración con proveedores y contratistas para el mantenimiento y reparación de activos.
- Gestión de Cumplimiento: Asiste a las organizaciones en mantenerse al día con las regulaciones de seguridad y ambientales mediante el seguimiento y la documentación de cumplimiento.
- Integración: Puede integrarse con otros sistemas, como sistemas de contabilidad y sistemas de gestión de compras, para asegurar una operación eficiente.

#### **4.4.7 Herramienta informática SAP EAM (Enterprise Asset Management).**

El sistema SAP EAM (Enterprise Asset Management) es una solución de gestión de activos empresariales diseñada por SAP con el propósito de asistir a las organizaciones en la eficiente administración de sus activos físicos, tales como equipos, instalaciones, flotas y otros activos críticos (*Sistemas y aplicaciones (EAM) | SAP Help Portal*, s. f.).

##### **4.4.7.1 Indicadores**

- Registro y Clasificación de Activos: Inicialmente, se procede a registrar todos los activos de la entidad en la plataforma SAP EAM, dando lugar a la creación de una base de datos integral que abarca detalles como la ubicación, especificaciones técnicas, historial de mantenimiento, entre otros.

- **Mantenimiento Preventivo y Predictivo:** SAP EAM brinda la capacidad de programar y administrar el mantenimiento preventivo y predictivo. Es posible establecer rutinas de mantenimiento basadas en el tiempo o en las condiciones del activo, con el propósito de reducir fallos no planificados y prolongar la vida útil de los activos.
- **Gestión de Trabajos de Mantenimiento:** La plataforma facilita la planificación y asignación de tareas de mantenimiento a técnicos o equipos específicos. Los trabajadores pueden acceder a través de aplicaciones móviles para recibir órdenes de trabajo y registrar su progreso.
- **Gestión de Inventarios y Compras:** SAP EAM proporciona herramientas para administrar los repuestos, piezas y materiales requeridos para el mantenimiento. Esto posibilita el mantenimiento de un inventario preciso y la gestión eficiente de las compras.
- **Seguimiento de Costos y Presupuestos:** Facilita el seguimiento de los costos de mantenimiento y su comparación con los presupuestos establecidos, lo cual resulta fundamental para el control financiero y la toma de decisiones.
- **Integración con Sistemas Empresariales:** SAP EAM se integra con otros sistemas empresariales, como los sistemas de gestión financiera y de recursos humanos, simplificando así la gestión de activos en el contexto empresarial más amplio.
- **Generación de Informes y Analíticas:** Ofrece capacidades para generar informes y análisis, permitiendo a los usuarios obtener información acerca del

rendimiento de los activos, los costos de mantenimiento y otros datos relevantes.

- **Cumplimiento y Seguridad:** Contribuye a que las organizaciones cumplan con las regulaciones y estándares de seguridad aplicables, rastreando la documentación de cumplimiento y programando auditorías.
- **Movilidad:** Los técnicos pueden acceder a la plataforma mediante dispositivos móviles para consultar información en campo, registrar datos y recibir instrucciones en tiempo real.
- **Escalabilidad y Personalización:** SAP EAM es escalable y puede adaptarse a las necesidades específicas de la organización mediante opciones de personalización.

#### **4.4.8 Herramienta informática ZIMS (Zoological Information Management System).**

ZIMS es un software de gestión de información creado especialmente para zoológicos y acuarios. Su principal objetivo es asistir a las instituciones de conservación de la vida silvestre en la administración y documentación de información vinculada a los animales y sus entornos (Lima, 2023).

##### **4.4.8.1 Indicadores**

- **Registro de Datos de Animales:** ZIMS posibilita que zoológicos y acuarios registren y mantengan información detallada de todos los animales bajo su cuidado, abarcando datos sobre especie, origen, genealogía, estado de salud, comportamiento y cualquier otro aspecto pertinente.

- **Gestión de Poblaciones:** El sistema permite hacer un seguimiento de las poblaciones de animales, contribuyendo a la toma de decisiones en aspectos como la cría, la conservación y la gestión poblacional.
- **Mantenimiento de Registros de Salud:** ZIMS posibilita el seguimiento de la salud de los animales, incluyendo la documentación de exámenes médicos, tratamientos, vacunas y cualquier problema de salud que surja.
- **Gestión de Instalaciones:** Los zoológicos pueden emplear ZIMS para gestionar información relacionada con las instalaciones y recintos de los animales, incluyendo detalles sobre el diseño, seguridad y necesidades específicas de cada especie.
- **Documentación de Comportamiento:** La plataforma permite registrar datos sobre el comportamiento de los animales, aportando valiosa información para comprender su bienestar y adaptación al entorno.
- **Gestión de Registros Genéticos:** ZIMS facilita el seguimiento de la genética de los animales, aspecto crucial para la conservación de especies en peligro de extinción.
- **Intercambio de Datos:** ZIMS es utilizado por diversas instituciones de conservación a nivel global, simplificando el intercambio de datos y la colaboración en proyectos de investigación y conservación.
- **Informes y Analíticas:** El software proporciona herramientas para generar informes y análisis, contribuyendo a que las instituciones tomen decisiones informadas y cumplan con los estándares de acreditación de la Asociación de Zoológicos y Acuarios (AZA).

- **Cumplimiento de Regulaciones:** ZIMS ayuda a cumplir con las regulaciones y leyes vinculadas a la conservación de la vida silvestre, aspecto esencial para las instituciones que trabajan con animales en riesgo.
- **Seguridad y Privacidad de Datos:** La plataforma garantiza la seguridad y privacidad de los datos, elemento crítico dada la sensibilidad de la información relacionada con los animales.

A continuación, se registra una tabla comparativa con los indicadores de las diferentes herramientas informáticas:

**Tabla 1**

*Tabla Comparativa de los Indicadores de las Herramientas Informáticas.*

Indicadores	Herramientas informáticas				
	FIIX	UPKEEP	EMAINT	SAPEAM	ZIMS
Gestión de activos	X	X	X	X	X
Programación de mantenimiento	X	X	X	X	
Seguimiento de inventario	X	X	X	X	
Gestión de trabajo	X			X	
Informes y análisis	X	X	X	X	X
Solicitudes de trabajo		X			
Integración	X	X			
Mantenimiento móvil		X	X	X	
Seguimiento de costos		X	X	X	
Planificación de recursos		X		X	

---

Seguimiento de trabajo			
Gestión de proveedores	X		
Intercambio de datos	X		
Escalabilidad y personalización		X	
Cumplimiento y seguridad		X	X
Gestión de poblaciones			X
Mantenimiento de registro de salud			X
Gestión de instalaciones			X
Documentación de comportamiento			X
Gestión de registro genéricos			X
Intercambio de datos			X

---

Fuente: Autores.

#### **4.5 Gestión de Activos y Ciclo de Vida.**

##### **4.5.1 Concepto de gestión integral de activos.**

La gestión integral de activos es un enfoque estratégico que involucra la coordinación y optimización de todos los aspectos relacionados con los activos de una organización a lo largo de su ciclo de vida. Este enfoque se centra en maximizar el valor de los activos, gestionando de manera efectiva sus costos, riesgos y desempeño para alcanzar los objetivos organizacionales (Flores, 2020). Algunos aspectos clave de la gestión integral de activos incluyen:

Ciclo de vida completo: Considera la gestión de activos desde su adquisición hasta su disposición final, abarcando la planificación, adquisición, operación, mantenimiento, renovación y desincorporación.

Optimización de recursos: Busca maximizar el rendimiento de los activos al menor costo posible, asegurando su disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa (Lozada, 2023).

Gestión de riesgos: Evalúa y gestiona los riesgos asociados con los activos, identificando posibles amenazas que puedan afectar su desempeño o valor, y desarrollando estrategias para mitigar estos riesgos.

Decisiones basadas en datos: Utiliza información precisa y relevante para la toma de decisiones, apoyándose en datos recopilados a través de diferentes sistemas, sensores, análisis y herramientas de gestión (Sacristán, 2014).

Alcance multidisciplinario: Involucra a diferentes áreas y disciplinas dentro de una organización, como ingeniería, finanzas, operaciones, gestión de riesgos y mantenimiento, para colaborar en la gestión efectiva de activos.

Cumplimiento normativo: Asegura el cumplimiento de regulaciones, estándares y normativas aplicables a la gestión de activos, garantizando prácticas éticas y legales en su manejo (Uribe, 2020).

La gestión integral de activos se trata de adoptar una visión holística y estratégica para maximizar el valor de los activos de una organización, considerando su ciclo de vida completo, optimizando recursos, gestionando riesgos y tomando decisiones informadas

basadas en datos. Este enfoque busca mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la rentabilidad a lo largo del tiempo.

#### **4.5.2 Ciclo de vida de los activos:**

El ciclo de vida de los activos es el conjunto de etapas por las que atraviesa un activo desde su adquisición hasta su disposición final (Díaz, 2014). La gestión adecuada de cada etapa del ciclo de vida de un activo es crucial para maximizar su valor y rendimiento a lo largo del tiempo. Comprender y gestionar eficazmente estas etapas permite a las organizaciones optimizar el uso de sus activos, minimizar costos, mitigar riesgos y tomar decisiones estratégicas informadas sobre la gestión de su inventario de activos (Yunca, 2021). Estas etapas incluyen:

##### **4.5.2.1 Adquisición.**

La etapa de adquisición dentro del ciclo de vida de un activo es fundamental, ya que marca el inicio de su incorporación al inventario de una organización. Esta fase abarca desde la identificación de la necesidad de un nuevo activo hasta su incorporación efectiva a la operación de la empresa (Asto, 2019). Algunos aspectos clave de esta etapa incluyen:

**Identificación de necesidades:** Se inicia con la identificación de una necesidad específica dentro de la organización que requiere la adquisición de un nuevo activo. Esto puede derivar de actualizaciones tecnológicas, expansiones operativas, reemplazo de equipos obsoletos o cualquier otra necesidad empresarial.

**Evaluación y especificaciones:** Se lleva a cabo un proceso de evaluación para determinar las especificaciones necesarias del activo. Esto implica definir las características, capacidades, funcionalidades y requisitos técnicos que debe cumplir el activo para satisfacer las necesidades identificadas (Flores, 2020).



Selección y adquisición: Luego de definir las especificaciones, se procede a la selección del proveedor o método de adquisición más apropiado. Esto puede implicar negociaciones, licitaciones, compras a proveedores existentes o incluso desarrollo interno, dependiendo del tipo de activo y las políticas de adquisición de la organización.

Pruebas y recepción: Una vez adquirido, el activo pasa por pruebas para verificar que cumple con las especificaciones y está en condiciones óptimas. La recepción efectiva del activo incluye su registro en los sistemas de la organización y su disponibilidad para su utilización operativa (Rodríguez, 2019).

Una adecuada gestión en la etapa de adquisición es crucial, ya que sentará las bases para el desempeño y la eficiencia del activo durante el resto de su ciclo de vida. Una selección y adquisición bien planificadas contribuyen a optimizar los recursos, minimizar riesgos y garantizar que el activo cumpla con los objetivos operativos y estratégicos de la organización.

#### **4.5.2.2 Utilización.**

La etapa de utilización es clave en el ciclo de vida de un activo, ya que se centra en su operación efectiva para cumplir con los objetivos para los cuales fue adquirido (Rosales, 2019). Aquí se detallan algunos aspectos relevantes de esta fase:

Puesta en funcionamiento: Una vez adquirido, el activo se pone en operación según lo previsto. Esta etapa implica la instalación, configuración y preparación del activo para su uso efectivo dentro de los procesos operativos de la organización.

Operación planificada: Durante esta fase, el activo se utiliza de acuerdo con los planes operativos establecidos. Se monitorea su desempeño para asegurar que esté cumpliendo con

los estándares y requerimientos previstos, mientras se maximiza su eficiencia y productividad.

**Mantenimiento regular:** Se llevan a cabo actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el funcionamiento óptimo del activo. Estas acciones son fundamentales para mantener su confiabilidad, prolongar su vida útil y minimizar tiempos de inactividad no planificados (Ramos, 2021).

**Optimización de uso:** Durante la etapa de utilización, se busca maximizar el rendimiento del activo. Esto implica la optimización de su uso, asegurando que esté siendo empleado de manera eficiente para cumplir con los objetivos operativos y económicos de la organización.

**Registro y seguimiento:** Se registra y se lleva un seguimiento del desempeño del activo, incluyendo datos operativos, mantenimiento realizado, tiempos de inactividad, entre otros. Estos registros proporcionan información valiosa para futuras decisiones relacionadas con el activo (Urbina, 2020).

La etapa de utilización implica operar y mantener el activo de manera eficiente y efectiva para asegurar que cumpla con los objetivos previstos. Un uso adecuado, monitoreo constante y mantenimiento regular son fundamentales para garantizar un desempeño óptimo a lo largo de su vida útil.

#### **4.5.2.3 Mantenimiento.**

Durante la fase de mantenimiento en el ciclo de vida de un activo, se llevan a cabo una serie de actividades planificadas y sistemáticas para asegurar su óptimo funcionamiento y prolongar su vida útil (Uribe, 2020). Estas actividades se clasifican en varias modalidades:

**Mantenimiento preventivo:** Consiste en inspecciones, revisiones y acciones programadas con el fin de prevenir fallos o degradaciones en el activo. Se realizan siguiendo un calendario predefinido o en base a criterios específicos, como horas de funcionamiento o ciclos de producción.

**Mantenimiento predictivo:** Se basa en el monitoreo continuo del activo utilizando tecnologías como sensores, análisis de datos y técnicas de diagnóstico avanzadas. Busca identificar patrones o anomalías que puedan indicar posibles fallos inminentes, permitiendo una intervención antes de que ocurran problemas mayores.

**Mantenimiento correctivo:** Se ejecuta en respuesta a una falla o problema identificado en el activo. Esta modalidad implica reparaciones o acciones correctivas para restablecer el funcionamiento normal del activo y minimizar el tiempo de inactividad (Macedo, 2020).

Cada modalidad de mantenimiento tiene su importancia en la gestión de activos. El mantenimiento preventivo y predictivo son fundamentales para prevenir problemas y reducir costos asociados a fallas imprevistas, mientras que el correctivo es esencial para solucionar problemas que puedan surgir durante la operación. Unas combinaciones efectivas de estas modalidades pueden optimizar el rendimiento del activo y reducir los tiempos de inactividad no planificados.

#### **4.5.2.4 Renovación.**

En la fase de renovación en el ciclo de vida de un activo, se llevan a cabo acciones destinadas a prolongar su vida útil, mejorar su desempeño o adaptarlo a nuevos requerimientos operativos o tecnológicos (Urbina, 2020). Estas acciones incluyen:

Mejoras y actualizaciones: Se implementan cambios o mejoras en el activo para optimizar su funcionamiento, aumentar su eficiencia o adaptarlo a estándares más recientes. Esto puede involucrar actualizaciones de software, reemplazo de componentes obsoletos o mejoras en su diseño.

Modernización tecnológica: En algunos casos, la renovación implica la actualización tecnológica del activo para mantenerlo al día con los avances del mercado. Por ejemplo, la actualización de sistemas informáticos, maquinaria o equipos para mejorar su rendimiento y competitividad.

Reacondicionamiento o refacción: Se llevan a cabo reparaciones mayores o reemplazo de partes significativas del activo para restaurar su funcionalidad y extender su vida útil. Estas acciones pueden incluir reconstrucción de componentes, renovación de estructuras o actualización de sistemas (Garau, 2023).

Adaptación a nuevas necesidades: En ciertos casos, el activo puede ser adaptado para cumplir con nuevas necesidades operativas o comerciales. Por ejemplo, la modificación de equipos industriales para producir nuevos productos o ajustes en la infraestructura para cambiar su función (Uribe, 2020).

La fase de renovación es crucial para maximizar el valor y la utilidad de un activo a lo largo del tiempo. Permite aprovechar al máximo la inversión inicial realizada en el activo y mantener su relevancia y eficacia en un entorno empresarial en constante evolución. Un enfoque estratégico en esta etapa puede resultar en mejoras significativas en la eficiencia operativa y competitividad de una organización.

#### **4.5.2.6 Desincorporación.**

En la etapa de desincorporación, se lleva a cabo el retiro o disposición final del activo que ha llegado al final de su ciclo de vida útil o ya no es útil para la organización (Torres, 2010). Esta fase comprende varios procesos:

**Planificación de la disposición:** Se realiza una evaluación para determinar la mejor estrategia de desincorporación del activo. Esto implica considerar opciones como la venta, el desmantelamiento, el reciclaje, la donación o la eliminación.

**Proceso de desmantelamiento o desmontaje:** En caso de que el activo sea físico, se procede a su desmontaje o desmantelamiento. Esto implica la separación de sus componentes o partes para su disposición final, ya sea para su venta, reutilización o reciclaje (Uribe, 2020).

**Tratamiento de residuos:** Si el activo contiene materiales que deben ser manejados adecuadamente, se lleva a cabo el proceso de tratamiento de residuos según las regulaciones ambientales. Esto puede implicar el manejo seguro de sustancias peligrosas o la disposición adecuada de componentes que puedan representar riesgos para el medio ambiente.

**Registro y documentación:** Se realiza un registro detallado del proceso de desincorporación, incluyendo la documentación de cualquier venta, donación, eliminación o reciclaje realizado. Este registro es importante para documentar la salida del activo y para aspectos legales y contables de la organización (Quiñonez, 2021).

**Transferencia de activos:** En algunos casos, si el activo se encuentra en buenas condiciones, puede ser transferido a terceros, ya sea a través de la venta a otros usuarios o la donación a organizaciones benéficas u otras instituciones (Rosales, 2019).

La etapa de desincorporación es crucial para gestionar de manera responsable el final de vida de un activo. Un proceso adecuado garantiza el cumplimiento normativo, minimiza riesgos ambientales, y en algunos casos, puede generar valor a través de la venta o la reutilización de partes o componentes del activo.

#### **4.5.3 Importancia del mantenimiento en cada etapa del ciclo de vida.**

El mantenimiento desempeña un papel esencial en cada fase del ciclo de vida de un activo, siendo una pieza clave desde su adquisición hasta su desincorporación (Yunca, 2021). En la etapa de adquisición, el mantenimiento se vincula estrechamente con la evaluación previa a la compra. Se examina el estado del activo, su historial de mantenimiento y los posibles costos futuros de mantenimiento para tomar decisiones informadas sobre su adquisición.

Durante la etapa de utilización, el mantenimiento preventivo es crucial. La ejecución periódica de inspecciones, lubricación y acciones planificadas asegura que el activo opere eficientemente, minimizando así la probabilidad de fallos imprevistos y garantizando su fiabilidad operativa.

El propio proceso de mantenimiento, en su fase específica, abarca la implementación de actividades preventivas, predictivas y correctivas. Esto asegura que el activo opere en su máximo rendimiento, disminuyendo el tiempo de inactividad no planificado y extendiendo su vida útil.

En la etapa de renovación, el mantenimiento se enfoca en mantener las mejoras o actualizaciones realizadas en el activo durante esta fase. Las acciones correctivas y preventivas son fundamentales para asegurar que estas mejoras se mantengan efectivas y contribuyan al óptimo funcionamiento del activo.

Incluso en la fase de desincorporación, el mantenimiento juega un papel relevante. La gestión responsable del retiro del activo implica aplicar protocolos de mantenimiento para manejar sus componentes de forma segura y responsable, considerando aspectos como la disposición de materiales y sustancias peligrosas (Garau, 2023).

Así, en todas las etapas del ciclo de vida de un activo, el mantenimiento adecuado garantiza su rendimiento óptimo, prolonga su vida útil y maximiza su valor para la organización.

#### **4.6 Gestión del Cambio y Adaptación Organizacional.**

##### **4.6.1 Importancia de la gestión del cambio en la implementación de planes de mantenimiento.**

La gestión del cambio desempeña un papel esencial al implementar planes de mantenimiento en una organización. Abarca la transición hacia nuevos procesos y sistemas, asegurando su comprensión y adopción por parte de los equipos involucrados. Esto implica comunicar de manera clara y efectiva los cambios propuestos, brindar capacitación adecuada y establecer estructuras de apoyo durante la implementación (Sacristán, 2014).

Además, esta gestión se centra en la aceptación y participación del personal. Es fundamental involucrar a los colaboradores desde el inicio, comunicar los beneficios del cambio y abordar cualquier resistencia que pueda surgir. Identificar y mitigar las preocupaciones del equipo es crucial para facilitar la transición hacia los nuevos métodos de trabajo y asegurar su compromiso con los planes de mantenimiento (Hernández, 2020).

La cultura organizacional también se ve influenciada por la gestión del cambio. Promueve una mentalidad abierta al cambio y a la mejora continua, fomentando una cultura

que valore la adaptabilidad, el aprendizaje constante y la innovación. Esta cultura es esencial para la sostenibilidad a largo plazo de los planes de mantenimiento (León, 2020).

Por último, la gestión del cambio no se limita a la implementación inicial, sino que incluye el monitoreo continuo y la evaluación de los resultados. Esto permite ajustar y adaptar los planes de mantenimiento según sea necesario, asegurando que se alcancen los objetivos planteados y se mantenga la efectividad a lo largo del tiempo.

#### **4.6.2 Estrategias para superar resistencias y promover una cultura proactiva hacia el mantenimiento planificado.**

Superar la resistencia al cambio y fomentar una cultura proactiva hacia el mantenimiento planificado implica la implementación de estrategias que involucren a los equipos y promuevan una mentalidad abierta y receptiva (Yunca, 2021). Aquí algunas estrategias clave:

**Comunicación efectiva:** Establecer una comunicación clara y transparente es fundamental. Explicar los motivos detrás del cambio, los beneficios que traerá y cómo impactará positivamente en el trabajo diario del equipo puede reducir la incertidumbre y la resistencia al cambio.

**Participación y consulta:** Involucrar al personal en el diseño e implementación del plan de mantenimiento crea un sentido de pertenencia e identificación con el cambio. Solicitar retroalimentación y considerar las opiniones de los empleados demuestra que sus contribuciones son valoradas (León, 2020).

**Capacitación y desarrollo:** Proporcionar capacitación específica y herramientas adecuadas para implementar y seguir el plan de mantenimiento es esencial. Esto permite que



los empleados adquieran las habilidades necesarias y se sientan más seguros al enfrentar los cambios.

**Modelado de comportamientos:** Los líderes y supervisores juegan un papel clave al modelar una actitud positiva hacia el mantenimiento planificado. Su respaldo y compromiso con el cambio refuerzan la importancia y la aceptación del nuevo enfoque entre los equipos.

**Reconocimiento y recompensas:** Reconocer públicamente los esfuerzos y logros relacionados con el mantenimiento planificado puede motivar a los empleados y reforzar una cultura proactiva. Esto puede ser desde reconocimientos formales hasta incentivos específicos (Ramos, 2021).

**Alineación con objetivos organizacionales:** Mostrar cómo el mantenimiento planificado contribuye directamente a los objetivos estratégicos de la organización refuerza su importancia y relevancia. Esto ayuda a que los equipos vean el cambio como algo que contribuye al éxito general de la empresa.

**Evaluación continua y ajustes:** Realizar evaluaciones periódicas del plan de mantenimiento permite ajustarlo según las necesidades y comentarios del personal. Esto demuestra que el cambio es flexible y adaptable a medida que se avanza (Asto, 2019).

Implementar estas estrategias no solo ayuda a superar la resistencia al cambio, sino que también establece las bases para una cultura proactiva en el mantenimiento planificado, donde los empleados no solo aceptan el cambio, sino que lo adoptan activamente como parte integral de su trabajo diario.

## **5. CAPITULO II: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS DEL ZOOLOGICO.**

### **5.1. Introducción al mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo se constituye en una estrategia organizada de tareas y actividades programadas, ejecutadas en intervalos definidos, con la finalidad de garantizar el óptimo rendimiento de los activos empresariales en su entorno operativo. Este diseño está cuidadosamente concebido para asegurar que los activos desempeñen sus funciones esenciales, contribuyendo así a la optimización de la eficiencia de los procesos organizativos. En esencia, este enfoque proactivo tiene como propósito primordial anticipar y prevenir posibles fallos en elementos, componentes, máquinas o equipos.

El alcance del mantenimiento preventivo abarca una variedad de acciones, como cambios, reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, entre otras, que se implementan de acuerdo con calendarios preestablecidos o en función del uso específico de dichos activos. Esta estrategia no solo se limita a la corrección de problemas evidentes, sino que va más allá, abordando la raíz de posibles inconvenientes antes de que estos afecten la operación normal de los activos.(Pérez Rondón, 2021)

### **5.2. Importancia del mantenimiento preventivo.**

La importancia del mantenimiento preventivo en un zoológico se basa en un papel esencial para asegurar el funcionamiento óptimo y seguro de todos los elementos cruciales destinados al cuidado y bienestar de los animales. Estos componentes críticos abarcan desde las instalaciones físicas hasta los equipos especializados y los hábitats diseñados con el

propósito de poner a disposición un entorno adecuado para la vida y desarrollo de los animales.

Las instalaciones en un zoológico incluyen una variedad de estructuras, desde recintos y áreas de exhibición hasta sistemas de agua y calefacción, que deben mantenerse en condiciones óptimas para asegurar la comodidad y salud de los animales residentes. Además, los equipos específicos, como sistemas de filtración de agua, sistemas de climatización y dispositivos de seguridad, desempeñan un papel crítico en el bienestar animal y deben ser objeto de un mantenimiento preventivo constante.

Los hábitats diseñados para albergar a los animales deben mantenerse en un estado impecable para recrear entornos naturales y ofrecer condiciones que fomenten comportamientos saludables y naturales. El mantenimiento preventivo se convierte, entonces, en una herramienta esencial para abordar cualquier desgaste, daño o mal funcionamiento que pueda afectar la calidad de vida de los animales o comprometer su seguridad.

Diversas razones respaldan la necesidad de llevar a cabo el mantenimiento preventivo en el entorno zoológico. Esto incluye la promoción de un entorno seguro para los animales, el personal y los visitantes, la prolongación de la vida útil de los activos, la conformidad con normativas y regulaciones, la prevención de crisis y emergencias, así como la preservación de la reputación del zoológico como un lugar comprometido con el bienestar animal y la excelencia en la gestión.

### **5.3 Análisis de criticidad.**

Esta metodología se posiciona como un enfoque estratégico clave para la organización y clasificación de sistemas o actividades, centrándose en su impacto global. Su utilidad se manifiesta en la capacidad para identificar puntos críticos dentro del sistema, simplificando así la orientación de esfuerzos y la asignación de recursos de manera ágil y efectiva, focalizándolos en áreas de máxima importancia y urgencia. Este procedimiento implica la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de eventos, multiplicada por su grado crítico. En esencia, el propósito fundamental de esta metodología es reforzar la confiabilidad del servicio. Para llevar a cabo un análisis exhaustivo, resulta imperativo contar con una lista ponderada que organice los puntos de atención, desde los más críticos hasta aquellos que carecen de criticidad aparente. En líneas generales, estos puntos se distribuyen en tres categorías principales: alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

La meta subyacente en este análisis es establecer una jerarquía que permita la subdivisión de las actividades en secciones controlables, anticipando posibles repeticiones y sentando las bases para auditorías efectivas. En última instancia, este enfoque no solo contribuye a una gestión más eficiente, sino que también opera de manera proactiva al identificar y abordar los aspectos más cruciales y sensibles dentro del contexto organizacional.

### **5.4 Clasificación de los activos.**

Durante el proceso de clasificación de los activos, se llevó a cabo una categorización con el objetivo de organizar de manera efectiva los diversos componentes según sus características y funciones particulares. Se procedió a agrupar los activos en diferentes categorías, teniendo en cuenta sus atributos clave y modos de operación. La clasificación se

fundamentó en la naturaleza inherente de los activos y en la manera en que estos operan. Como resultado de este procedimiento, los activos se distribuyeron en tres grupos específicos: eléctricos, mecánicos e hidráulicos. Cada uno de estos conjuntos comprende una variedad de componentes que comparten similitudes en cuanto a tecnología, estructura y función. En la (tabla 2) se detalla los activos eléctricos.

**Tabla 2**

*Clasificación de los Activos del Zoológico Amaru.*

<b>Activos Eléctricos</b>		
<b>Activo</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Descripción</b>
Amoladoras	Zona alta	“La amoladora, ya sea eléctrica o sin cables con alimentación por batería, es una herramienta manual diseñada para llevar a cabo tareas de bricolaje. Su aplicación abarca tanto el ámbito profesional como el doméstico, proporcionando versatilidad en diversas labores” (Bricalia, 2022)
Cables calefactores	Zona alta	“Se trata de conductores de calentamiento dispuestos en forma de espiral sobre un conductor de alimentación de dos polos, cubierto con silicona térmica y con puntos de contacto ubicados cada metro de longitud.” (Elementos Calefactores, 2023)
Calefactores eléctricos	Zona alta- Zona media	“Equipos que generan calor a partir de energía eléctrica, típicamente mediante el efecto Joule, e incluyen un ventilador para dispersar el aire caliente.” (Sistemas de Calefacción, 2020)
Máquina de oxígeno	Zona alta	“Un concentrador de oxígeno es un aparato médico que administra terapia de oxígeno a pacientes con problemas

---

Monitor Cardíaco	Zona alta	respiratorios, ofreciendo un flujo de oxígeno a niveles bajos.” (Terapia Cpap, 2023) “Un dispositivo de monitoreo de eventos cardíacos es un aparato que opera para registrar la actividad eléctrica del corazón mediante un electrocardiograma (ECG). Este dispositivo, de dimensiones casi equivalentes a las de un localizador, registra tanto la frecuencia como el ritmo cardíaco.” (DrTango, 2022)
Computadora	Zona alta- Zona media- Zona Baja	“Aparato electrónico programable y digital que opera mediante procesamiento de grandes volúmenes de datos a velocidades elevadas.” (Editorial Etecé, 2023)
Congeladores	Zona alta	“Un sistema de enfriamiento que incluye un compartimento con aislamiento térmico y un mecanismo de intercambio de calor con el entorno externo, de manera que el contenido del compartimento se mantiene a una temperatura por debajo de 0 °C, generalmente entre -30 °C y -4 °C.” (Consumoteca, 2019)
Lavadora	Zona alta	“Se trata de un dispositivo electromecánico empleado tanto en entornos domésticos como industriales, destinado a la limpieza de prendas de vestir.” (Julián & Ana, 2019)
Refrigeradora	Zona alta- zona baja	“El refrigerador es un electrodoméstico diseñado para producir frío con el fin de preservar alimentos y otros productos.” (Julian, 2023)
Impresora	Zona alta- Zona media- Zona Baja	“Es llevar a cabo la reproducción de textos, gráficos o imágenes desde un formato digital a un soporte físico,

---

---

		como papel u otros materiales. Son dispositivos fundamentales en entornos domésticos y empresariales, facilitando la materialización de información almacenada electrónicamente.” (Julian, 2022)
Soldadora	Zona alta	“Es un dispositivo empleado para unir dos o más piezas de un material, comúnmente metales o termoplásticos. Este proceso se realiza principalmente mediante la coalescencia, que implica la fusión de las piezas para lograr la unión deseada.” (Reverso, 2020)
Taladro	Zona alta	“Su es perforar agujeros en diversos materiales, como madera, metal, plástico u otros. Utiliza una broca giratoria para cortar o abrir un orificio en la superficie del material.” (ASALE & RAE, 2022)
Motor eléctrico de puerta	Zona alta- Zona baja	“Es un dispositivo que se utiliza para abrir y cerrar puertas de garaje de manera automática. Este motor se conecta al portón y se encarga de moverlo hacia arriba o hacia abajo, según sea necesario.” (Autopuerta, 2020)
Motor eléctrico de cerca	Zona alta- Zona baja	“Es un dispositivo que se utiliza para abrir y cerrar puertas de garaje de manera automática. Este motor se conecta al portón y se encarga de moverlo hacia arriba o hacia abajo, según sea necesario.” (Autopuerta, 2020)
Proyector	Zona alta	“Un proyector es una máquina que se utiliza para la proyección de imágenes. De acuerdo con el tipo de imágenes a mostrar, el aparato presenta diferentes características.” (Pérez, 2022b)

---

---

Licuadora	Zona alta- Zona media	“Una licuadora es un electrodoméstico que permite licuar alimentos: es decir, hacer que comidas sólidas se vuelvan líquidas. Lo más habitual es que se empleen para preparar licuados de frutas.” (Pérez, 2021)
Timers controladores	Zona media	“Un “Timer controlador” o “Temporizador PLC” es un dispositivo diseñado para controlar conexiones y desconexiones en circuitos eléctricos. Esta regulación, en las conexiones, depende de una programación previa de tiempo. Esta función los hace vitales en los procesos automatizados de muchos tipos.” (Gandhi, 2019)
Mantas térmicas	Zona media	“Las mantas térmicas son dispositivos diseñados para conservar o aumentar el calor corporal. A menudo se utilizan en situaciones de emergencia para tratar o prevenir la hipotermia.” (Connor, 2019)
Focos UV	Zona media	“Son dispositivos que emiten radiación ultravioleta. La lámpara UV es un excelente aliado para la desinfección principal o complementaria de bacterias, gérmenes, virus, y hongos, lo que ayuda a mejorar la salud.” (blueshark, 2022)
Focos cerámicos	Zona media	“Los focos cerámicos generan un calor parecido al del sol con un patrón uniforme, las ondas infrarrojas penetran las escamas y tejidos de la piel, beneficiando la salud y bienestar ya que dilatan las venas y arterias e incrementan el flujo sanguíneo.” (Petbox, 2020)

---



Termostatos	Zona media	“Un termostato es un dispositivo que se utiliza para monitorear el calor o el frío de algún material u objeto.” (Mecafenix, 2022)
Balanzas digitales	Zona media	“Las balanzas digitales son instrumentos de pesaje que utilizan la acción de la gravedad para determinar la masa de un objeto. Se compone de un único receptor de carga (plato) donde se deposita el objeto a pesar.” (Quino, 2019)
Sistema portátil de almacenamiento de energía	Zona media	“Es un dispositivo o sistema que almacena energía para su uso posterior. A menudo utilizan baterías o células de combustible. Se utilizan en una variedad de aplicaciones, desde el suministro de energía de emergencia hasta el almacenamiento de energía para sistemas de energía renovable.” (Energy5, 2023)

Fuente: Autores

Los activos hidráulicos (Tabla 3) son sistemas que utilizan fluidos, generalmente aceite o agua, para transmitir energía y realizar trabajo mecánico. Estos activos desempeñan un papel esencial en diversas aplicaciones del zoológico.

**Tabla 3**

*Clasificación de Activos.*

<b>Activos Hidráulicos</b>		
<b>Activo</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Descripción</b>
Aspersores	Zona Media	“Se trata de un dispositivo que permite asperjar: esparcir en pequeñas gotas. El aspersor propaga agua u otro líquido a presión. Su mecanismo permite convertir el flujo presurizado en rocío.” (Pérez & Gardey, 2022)

Bombas hidráulicas	Zona media	“La bomba hidráulica es uno de los componentes más importantes de un sistema hidráulico, debido a que su función resulta en precisión y eficiencia. Convierte la energía mecánica del motor en energía en forma de flujo de aceite, expresado en galones por minuto (GPM); estos, determinan la velocidad en que el sistema operará.” (Martínez, 2019)
Válvulas electrohidráulicas	Zona media	“Son válvulas direccionales controladas por un solenoide, usadas en sistemas hidráulicos para abrir, cerrar o cambiar la dirección del flujo de líquido.” (Tameson, 2023)
Sistema de aspersión automática	Zona media	“En los sistemas de aspersión, el agua se distribuye a través de aspersores que rocían uniformemente la superficie del suelo y las plantas. Estos pueden ser fijos o móviles, dependiendo de la configuración del sistema y las necesidades de riego.” (Rock, 2023)
Bombas recirculables	Zona media	“Están diseñadas para garantizar que el agua caliente esté cerca del punto de consumo, reduciendo el desperdicio de agua y aumentando el confort.” (Grundfos, 2020)
Sistema independiente de aspersión	Zona media	“Son sistemas eficientes y prácticamente autosuficientes, ideales para mantener los cultivos en buen estado. Funcionan imitando la lluvia mediante aspersores que se alimentan a través de una red de tuberías y un sistema de bombeo.” (Agropinos, 2022)

Fuente: Autores

Los activos mecánicos (Tabla 4) son componentes que funcionan mediante fuerzas o principios mecánicos, que al formar parte del zoológico son de gran importancia para actividades específicas.

**Tabla 4***Clasificación de los activos mecánicos.*

Activos Mecánicos		
Activo	Ubicación	Descripción
Calefactores	Zona alta- Zona media	“Son aparatos que proporcionan un flujo rápido de aire caliente continuo, funcionando con diversas fuentes de calor como leña, gasolina, carbón, gas o electricidad.” (Pérez, 2023a)
Camioneta Toyota Hilux	Zona alta	“Es una camioneta tipo pickup mediana, producida por Toyota, disponible en diversas partes del mundo.” (Toyota, 2023)
Cocina	Zona alta- Zona media	“Aparato que permite cocinar la comida. La cocina puede contar con hornillos, fuegos, parrilla y otros componentes, que se utilizarán de acuerdo con la comida que se desea preparar. La cocina puede funcionar a gas, electricidad o carbón.” (Pérez, 2022a)
Generador	Zona alta- Zona media	“Es un artefacto capaz de producir energía o fuerza. Permite convertir la energía mecánica en energía eléctrica al conservar una diferencia de potencial entre dos terminales o polos a partir del campo magnético que actúa sobre los conductores.” (Pérez, 2023b)
Motosierra	Zona alta	“Es una de las herramientas modernas más versátiles, utilizada para tareas de tala, desramado, tronzado o poda de árboles, corte de cortafuegos para la extinción de incendios forestales, corte de hielo o cemento, recolección de leña y más.” (De Máquinas y Herramientas, 2018)
Hidrolavadora	Zona alta	“Es una máquina que tiene la capacidad de rociar agua con alta presión para la limpieza de una gran variedad de elementos. No sólo son de 10 a 50 veces más potentes que una manguera de jardín, sino que además cuentan con la ventaja de utilizar hasta un

---

		80% menos de agua.” (De Máquinas y Herramientas, 2014)
ATV Yamaha	Zona alta	“All-Terrain Vehicles o vehículos todo terreno. Son vehículos todoterreno específicos capaces de manejar todo tipo de terrenos sin pavimentar o ásperos que se encuentran en pastizales, senderos de montaña, áreas arenosas, etc.” (Yamaha, 2023)
Microscopio	Zona alta	“Dispositivo que posibilita la observación de elementos que resultan muy pequeños para ser apreciados a simple vista.” (Pérez, 2019)
Oxigenadores	Zona alta	“Un aparato que oxigena la sangre de forma extracorpórea como durante la cirugía a corazón abierto.” (Meaning88, 2018)
Estereoscopio	Zona alta	“Es un instrumento óptico a través del cual se crea la ilusión de profundidad de una imagen, ya que por cada ojo se puede observar una misma imagen plana, pero desde un ángulo diferente, que luego al interconectarse en el cerebro y unirse, se genera la ilusión de profundidad o de relieve de la misma.” (Significados.com, 2013)
Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua)	Zona media	“Es un equipo de climatización con mucha utilidad, pues puede calentar o enfriar grandes instalaciones dependiendo de las necesidades de este.” (Ecochillers, 2023)
Freidor	Zona media	“Equipo diseñado para freír. Son extremadamente útiles para cocinar rápidamente y ofrecer productos como papas fritas, aros de cebolla, pollo frito, entre otros.” (Inventto, 2023)
Plancha de cocina	Zona media	“Se compone de una placa metálica que se calienta para preparar alimentos.” (Machón, 2023)

---

Fuente: Autores

## **5.5 Identificación de los activos críticos**

La identificación de activos críticos requiere un análisis exhaustivo de los elementos clave que sustentan su funcionamiento. Es esencial examinar minuciosamente qué tipo de activos están más propensos a sufrir daños con mayor frecuencia. Por este motivo, empleamos el método de Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMFEC).

El AMFEC se presenta como una metodología orientada a identificar los modos de falla que representan un riesgo significativo. Este enfoque nos permite posteriormente seleccionar la tarea de mantenimiento más adecuada, ya sea preventiva, predictiva o correctiva. En última instancia, este proceso proactivo nos capacita para tomar decisiones informadas y optimizar la gestión de activos críticos, mejorando así la confiabilidad y eficiencia operativa del sistema.

El AMFEC representa la evaluación sistemática más difundida del proceso o producto, que nos permite identificar la ubicación y el mecanismo de posibles fallas, con el propósito de prevenir fallos en el proceso. Este enfoque se distingue por abordar el análisis de manera ascendente, descomponiendo cualquier sistema de producción complejo en sus componentes individuales. Estos componentes son analizados secuencialmente para identificar todas las posibles causas de falla y sus respectivos efectos. El analista elabora una tabla que lista todas las causas de fallo y lleva a cabo una evaluación de criticidad para medir el nivel de riesgo asociado con cada falla. Esta evaluación se realiza considerando criterios como la probabilidad de fallo o la gravedad de la falla en sí.

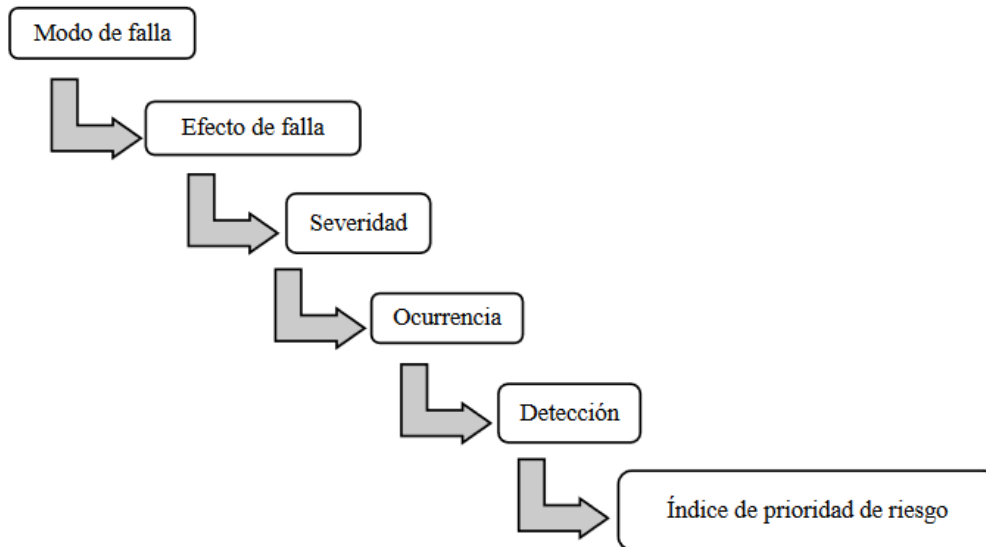
### **5.5.1 Técnica AMFEC**

La técnica AMFEC, representada en la Figura, se despliega como un proceso estructurado y sistemático para su implementación en un sistema específico. A través de este

enfoque, se busca analizar y evaluar los Modos de Falla, Efectos y Criticidad en el contexto del sistema.

## Figura 2

*Proceso para Aplicar Técnica AMFEC.*



Nota: Gráfico obtenido de (Rodríguez, 2012)

### 5.5.2 Modo de falla

El concepto de "modo de falla" se emplea para describir las diversas formas en que un elemento puede experimentar un fallo, pudiendo presentar uno o varios modos de falla. Las enumeraciones de modos de falla deben abarcar cualquier evento o proceso que pueda dar lugar a un fallo funcional, abarcando aspectos como el deterioro, defectos de diseño y errores humanos, ya sea que estos últimos sean causados por operadores o personal de mantenimiento.

### 5.5.3 Efecto de falla

Los impactos de un fallo se refieren a las consecuencias que ocurrirían en caso de no realizar una tarea específica para anticipar, prevenir o detectar dicho fallo. Estos efectos describen las ramificaciones indeseadas que podrían observarse o detectarse, y deben expresarse siempre en términos de rendimiento o eficacia del producto, proceso o sistema. Cuando un posible modo de fallo tiene múltiples efectos, durante la evaluación se seleccionarán aquellos que sean más graves.

### 5.5.4 Severidad

La gravedad hace referencia a la magnitud del fallo identificado en el sistema, siendo una evaluación subjetiva que depende de la perspectiva de la persona que califica el daño. En la Tabla se presenta la clasificación jerárquica de la gravedad de los modos de falla.

**Figura 3**

*Jerarquización de la Severidad.*

Severidad	Criterio	Valor
Muy bajas repercusiones “No perceptibles”	No es probable que el fallo origine un defecto sobre el sistema.	1
Bajas repercusiones “Apenas perceptibles”	El fallo originaría un pequeño inconveniente al sistema. Es fácilmente subsanable.	2 – 3
Moderada “defectos de relativa importancia”	El fallo causa problemas al sistema.	4 – 6
Alta	El fallo puede ser crítico e inutilizar el sistema.	7 – 8
Muy alta	Fallo muy crítico, que afecta a la seguridad del sistema y funcionamiento del mismo.	9 – 10

Nota: Gráfico Obtenido de (Rodriguez, 2012)

### 5.5.5 Ocurrencia

La frecuencia con la que se presenta el fallo en el sistema se representa mediante el término "ocurrencia", el cual puede interpretarse como la probabilidad de que ocurra o no una falla. Es, por ende, la probabilidad de que se materialice una causa de falla y dé origen al modo de fallo. En la siguiente tabla se expone la clasificación jerárquica de la ocurrencia de los modos de falla.

**Figura 4**

*Jerarquización de la Ocurrencia.*

Ocurrencia	Criterio	Valor
Muy baja o improbable	El fallo tiene una baja probabilidad de que suceda.	1
Baja	El fallo es poco probable que suceda.	2 – 3
Moderada	El fallo aparece de forma ocasional.	4 – 5
Alta	El fallo se presenta con cierta frecuencia.	6 – 8
Muy alta	El fallo es casi inevitable. Es muy probable que el fallo se produzca con mucha frecuencia.	9 – 10

Nota: Gráfico Obtenido de (Rodriguez, 2012)

### 5.5.6 Detección.

La capacidad de detectar la falla en el sistema se expresa mediante el término "detección", indicando qué tan probable es localizarla. Si la falla no se detecta, es probable que cause daños significativos al sistema o incluso su detención. A medida que resulta más complicado identificar una falla, las consecuencias para el sistema pueden ser más severas. La clasificación jerárquica de la detección de los modos de falla se presenta en la siguiente Tabla.



## Figura 5

### *Jerarquización de la Detección.*

Detección	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es probable que se detecte por medidas de ensayo control previsto.	1
Alta	El defecto es fácilmente detectable.	2 – 3
Mediana	El defecto es detectable.	4 – 6
Pequeña	El defecto es difícil detectarlo con medidas de ensayo y control previstas.	7 – 8
Improbable	El defecto no puede detectarse y casi seguro que el fallo cause inconvenientes en el sistema.	9 – 10

Nota: Gráfico Obtenido de (Rodríguez, 2012)

#### **5.5.7 Índice de prioridad de riesgo.**

El índice de prioridad de riesgo (IPR) se obtiene multiplicando los índices de severidad, ocurrencia y detección, según se presenta en la fórmula. Este resultado ofrece una evaluación que refleja la urgencia o importancia de una falla, facilitando la propuesta de acciones de mantenimiento, ya sean correctivas, preventivas o predictivas.

En el caso de que el valor del IPR sea mayor a 100, es necesario intervenir en el sistema llevando a cabo la tarea de mantenimiento correspondiente. Por otro lado, si el valor del IPR es menor a 100, no se requiere intervenir, a menos que los cambios sean sencillos de implementar en el sistema y contribuyan a mejorar su rendimiento.

## Figura 6

*Índice de Prioridad de Riesgos.*

$$IRP = S * O * D$$

Nota: Gráfico Obtenido de (Rodriguez, 2012)

### 5.6 Enumeración de los activos críticos.

Mediante el método de Análisis de Modos de falla, Efecto y Criticidad se realizó una exhaustiva evaluación con la finalidad de reconocer y comprender los potenciales modos de fallo de los activos. Este enfoque meticuloso posibilitó el análisis detallado de cada componente crítico (Tabla 4), así como de los probables efectos y consecuencias vinculados a posibles fallos.

### Tabla 5

*Identificación de los Activos Críticos.*

Código	Nombre	Problemas
AMR-ZM-ARE-ASP	Aspersores	Obstrucción de la boquilla.
AMR-ZA-MOV-POL	ATV Yamaha	Fallo en el sistema de freno y desgaste de embrague.
AMR-ZM-ARE-BOH	Bombas Hidráulicas	Cavitación por flujo inadecuado
AMR-ZM-ARC-BRE	Bombas recirculables	Fallo en el motor o impulsor
AMR-ZM-ARE-CAC	Cable calefactor	Sobrecalentamiento y Cortocircuito.
AMR-ZA-MOV-CAM1	Camioneta Toyota hilux 4x4	Kit de embrague.
AMR-ZM-ARC-CHI	Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua)	Fallo en la bomba de circulación

AMR-ZA-NUT-COG	Congelador	Problemas en el termostato, fugas de refrigerante y fallo del regulador de temperatura.
AMR-ZM-ARE-FOC	Focos cerámicos	Fallos en los elementos calefactores.
AMR-ZM-ARC-FOV	Focos UV	Fallo de la lámpara.
AMR-ZM-ARE-FOG	Foggers (Aspersor de vivero)	Obstrucción de boquillas, discontinuidad eléctrica y problemas de calibración.
AMR-ZA-BOG-HDR	Hidrolavadora	Obstrucción de filtros y fallo del motor.
AMR-ZA-BOG-MOT	Motosierra	Desgaste de cadena.
AMR-ZA-CL-REF	Refrigeradora	Fallo de sensores
AMR-ZM-ARC-ARC	Sistema de aspersión automática	Programación o configuración incorrecta.
AMR-ZM-ARC-SIA	Sistema independiente de aspersión	Mal funcionamiento de la bomba.
AMR-ZM-ARE-TCR	Timers controladores	Problemas de alimentación.
AMR-ZM-ARE-VEH	Válvulas electrohidráulicas	Problemas de bobinas.

Fuente: Autores

## 5.7 Descripción de la importancia de cada activo crítico.

### 5.7.1 Camioneta Toyota Hilux 4x4.

Este tipo de vehículo es muy utilizado en el zoológico para cumplir con las respectivas actividades que se presentan a diario como:

El transporte de suministros, alimentos y equipamiento es crucial para el bienestar de los animales en zoológicos. La gestión eficiente de estos recursos garantiza una alimentación adecuada y la provisión de utensilios esenciales para mantener altos estándares de bienestar.

El traslado de suministros abarca materiales de construcción, productos de limpieza y

desinfección. La puntualidad en la entrega es crítica para la seguridad y comodidad de animales y personal.

El transporte de alimentos asegura que cada especie reciba la dieta necesaria. La frescura y diversidad de los alimentos son esenciales, y el vehículo debe cumplir con estándares para preservar la calidad durante el traslado. La camioneta juega un papel crítico en situaciones de emergencia, trasladando animales enfermos al centro de salud veterinario. La velocidad y eficacia son cruciales para la atención médica inmediata. Este enfoque beneficia a los animales individualmente y contribuye a mantener altos estándares de cuidado y salud en todo el zoológico, consolidando su compromiso con la preservación y el bienestar de la vida silvestre.

### **5.7.2 Refrigeradora.**

La introducción de refrigeradores en zoológicos representa una aportación notable que tiene efectos positivos en la administración y funcionamiento eficiente de estas instituciones dedicadas a la atención y presentación de animales. La inclusión de este equipo esencial conlleva una serie de beneficios fundamentales que mejoran distintos aspectos de la operación zoológica. Entre estos beneficios se encuentran.

- **Conservación y Almacenamiento de Alimentos:** Los refrigeradores brindan la capacidad de conservar y almacenar de manera óptima grandes cantidades de alimentos destinados a la nutrición de los animales residentes en el zoológico.
- **Optimización en la Gestión de Suministros:** La presencia de refrigeradores permite una mejor gestión de los suministros alimenticios al prolongar la vida útil de los alimentos perecederos.

- **Conservación de Medicamentos y Suministros Veterinarios:** Los refrigeradores proporcionan condiciones controladas para el almacenamiento de medicamentos y suministros veterinarios, asegurando que estos mantengan su eficacia y estén disponibles en condiciones óptimas cuando sean necesarios
- **Gestión de Programas de Vacunación:** Los refrigeradores son esenciales para el almacenamiento seguro de vacunas, lo cual es fundamental para llevar a cabo programas de vacunación efectivos entre la población animal del zoológico.
- **Bienestar del Personal:** Además de su impacto directo en la atención animal, los refrigeradores también pueden utilizarse para almacenar alimentos y bebidas destinados al personal del zoológico.

### 5.7.3 Timers controladores

En primer lugar, los timers controladores ofrecen una solución precisa para la gestión de sistemas automatizados de alimentación. Programados para activarse en intervalos específicos, aseguran una distribución regular y puntual de alimentos, estableciendo rutinas beneficiosas para la salud de los animales y simplificando las operaciones diarias del personal encargado de la alimentación.

En el ámbito de la iluminación, estos dispositivos permiten la creación de ciclos de luz artificiales que replican los patrones naturales. Esto es esencial para mantener el equilibrio circadiano de los animales, fomentar comportamientos naturales y, en el caso de especies nocturnas o diurnas, ajustar la iluminación de acuerdo con sus necesidades específicas.

En climatización, estos dispositivos permiten ajustar los sistemas de calefacción y refrigeración según las necesidades de las especies alojadas, garantizando así que los animales habiten en entornos con condiciones térmicas óptimas para su bienestar y salud.

#### **5.7.4 Cable calefactor.**

Los cables calefactores tienen varias funciones importantes para garantizar el bienestar de los animales que residen en ambientes controlados como:

- Mantenimiento de temperaturas adecuadas
- Facilitación de la reproducción
- Prevención de enfermedades

#### **5.7.5 Congelador.**

La función principal de los congeladores se centra en su papel esencial para gestionar y conservar los alimentos destinados a los diversos animales que residen en estas instalaciones. Estos aparatos no solo actúan como espacios de almacenamiento, sino que desempeñan una función crucial al asegurar que los animales reciban una dieta equilibrada y nutritiva, esencial para mantener su salud y bienestar.

#### **5.7.6 Foggers (Aspersor de vivero).**

Son sistemas de aspersión que pueden ser utilizados por varias razones relacionadas con el bienestar de los animales y la recreación de ambientes similares a los naturales. A continuación, se especifica algunas características:

#### **Climatización:**

- Réplica de entornos naturales: Son utilizados para crear microclimas que imiten las condiciones climáticas de los hábitats naturales de los animales, principalmente en recintos para especies que proceden de regiones tropicales o húmedas.

#### **Estimulación Ambiental:**

- Enriquecimiento ambiental: La presencia de niebla o vapor de agua puede ser parte de un programa de enriquecimiento ambiental para mantener a los animales mentalmente estimulados y activos.

#### **5.7.7 Focos UV.**

La incorporación de focos UV en zoológicos es muy importante para recrear ambientes controlados que benefician tanto a los animales como a los visitantes. La simulación de condiciones naturales resulta fundamental, ya que estos focos reproducen la radiación ultravioleta presente en la luz solar. Este proceso resulta particularmente provechoso para reptiles, aves y mamíferos, cuyos procesos biológicos y comportamentales dependen de la radiación UV. Este enfoque no solo contribuye a mejorar la salud y el bienestar animal al emular sus hábitats, sino que también brinda a los visitantes una experiencia educativa singular sobre las necesidades específicas de cada especie.

#### **5.7.8 Focos cerámicos.**

Los focos de calefacción de cerámica son una opción altamente eficiente debido a su capacidad para emular la radiación de calor solar de forma natural como fuentes infrarrojas. Estos radiadores emiten calor a través de radiación infrarroja de onda larga, convirtiéndolos en lámparas de calentamiento ideales que no perturban el descanso de las mascotas. Al

emplear calefacción infrarroja a distancia, se garantiza una rápida velocidad de calentamiento y una distribución uniforme del calor. Esta tecnología es idónea para diversos reptiles y anfibios, como tortugas, serpientes, lagartos, ranas, pollos, cuyes, cerdos, proporcionando un entorno térmico óptimo para su bienestar.

#### **5.7.9 Hidrolavadora.**

Su presencia en el zoológico no solo es beneficioso, sino que desempeña un papel indispensable al ser una herramienta esencial para llevar a cabo una limpieza y mantenimiento eficaces en áreas sumamente diversas. Además, son fundamentales para preservar la higiene y el orden en un entorno tan diverso, donde la limpieza va más allá de aspectos estéticos, siendo crucial para el bienestar de los animales.

#### **5.7.10 Válvulas electrohidráulicas.**

La incorporación estratégica de válvulas electrohidráulicas en el zoológico se convierte en un componente indispensable para la gestión operativa y el control efectivo de una amplia variedad de sistemas, teniendo un impacto positivo en la eficiencia y la seguridad integral de las instalaciones. Estas válvulas avanzadas, que fusionan tecnología hidráulica y electrónica, desempeñan un papel fundamental en coordinar diversos procesos, ofreciendo una versatilidad que se extiende desde la regulación del suministro de agua hasta la operación precisa de sistemas críticos.

#### **5.7.11 Bombas recirculables.**

Las bombas recirculables son elementos esenciales en la administración del agua en zoológicos, siendo elementos vitales para establecer hábitats acuáticos saludables y



enriquecedores. Su incorporación estratégica no solo favorece la sostenibilidad y el bienestar de los animales, sino que también mejora la experiencia educativa y recreativa de aquellos que exploran estos complejos ambientes.

#### **5.7.12 Sistema independiente de aspersión.**

Estos sistemas destacan por su capacidad distintiva de ofrecer un control adecuado en la distribución del agua. Esta tecnología no solo se erige como un medio de suministro hídrico, sino que se convierte en un recurso estratégico, brindando beneficios significativos tanto a los animales residentes como a las áreas verdes dentro del zoológico.

Desde la perspectiva del bienestar animal, estos sistemas se presentan como aliados fundamentales. La posibilidad de ajustar la intensidad y la frecuencia de la aspersión permite a los cuidadores crear ambientes que se asemejen a las condiciones climáticas naturales de origen de cada especie. Este enfoque personalizado no solo favorece el confort de los animales, sino que también contribuye a su salud general y estimula comportamientos naturales, enriqueciendo así su entorno.

#### **5.7.13 Motosierra**

La motosierra, una herramienta de gran potencia, se destaca por su capacidad para cortar vegetación de manera eficiente, demandando un esfuerzo mínimo y reduciendo significativamente el tiempo requerido para realizar tareas de este tipo. Este implemento representa una evolución notoria en comparación con herramientas tradicionales como hachas y sierras, ya que se caracteriza por su excepcional comodidad y productividad. Al utilizar un motor potente y una cadena afilada, la motosierra facilita la tarea de cortar troncos,

ramas y otros elementos de manera rápida y efectiva. Su diseño ergonómico y eficiencia la convierten en una opción preferida para actividades relacionadas con la tala y poda de árboles, la construcción y otros trabajos que requieren cortes precisos y rápidos. La motosierra se ha convertido, así, en una herramienta esencial en diversos campos, mejorando la eficacia y la eficiencia de las labores asociadas con el manejo de la vegetación.

#### **5.7.14 ATV Yamaha**

Los vehículos todo terreno de Yamaha, conocidos como ATV Yamaha, están diseñados específicamente para afrontar terrenos desafiantes y diversos, ofreciendo a los usuarios una experiencia versátil y emocionante. Yamaha fabrica una amplia gama de modelos de ATV, que van desde utilitarios hasta deportivos, adaptándose a las necesidades y preferencias de diversos tipos de conductores. Estos vehículos cuentan con motores potentes y sistemas de suspensión robustos, lo que les permite enfrentar terrenos accidentados, senderos todo terreno y condiciones adversas con facilidad. Además de su desempeño fuera de carretera, los ATV Yamaha suelen incorporar características como dirección asistida, frenos de alta calidad y sistemas de transmisión avanzados para garantizar un control preciso y una experiencia de conducción cómoda. Estos vehículos son populares tanto para actividades recreativas como para tareas agrícolas o de utilidad, ofreciendo versatilidad en su uso.

#### **5.7.15 Aspersores**

Los aspersores, son dispositivos diseñados para distribuir agua de manera eficiente, destacan por su capacidad para girar alrededor de un eje vertical, proporcionando una cobertura uniforme sobre una superficie circular o una porción de la misma. Estos

dispositivos son esenciales en sistemas de riego, jardinería y agricultura, donde la dispersión uniforme del agua es crucial para el crecimiento saludable de plantas y cultivos.

Funcionando como pequeñas maravillas mecánicas, los aspersores cuentan con diversos diseños y mecanismos que les permiten realizar su labor con precisión. Al girar, liberan de manera estratégica el agua en forma de finas gotas, asegurando que cada rincón de la zona designada reciba la cantidad adecuada de humedad. Esta capacidad de rociar agua de manera controlada los convierte en herramientas esenciales para mantener céspedes, jardines y campos agrícolas en óptimas condiciones.

#### **5.7.16 Sistema de aspersión automática**

Este sistema desempeña un papel crucial en la creación y mantenimiento de hábitats realistas y saludables para los animales alojados en el recinto. En entornos zoológicos, la recreación de condiciones naturales es esencial para el bienestar de los animales, y la vegetación en sus recintos desempeña un papel crucial en este sentido. El sistema de aspersión automática puede ser utilizado para mantener la vegetación en áreas específicas del zoológico, proporcionando un riego programado y controlado que imita las condiciones climáticas naturales de la región de origen de los animales. Esto no solo contribuye al bienestar de los animales, creando un ambiente más enriquecedor y cómodo, sino que también garantiza la preservación de la vegetación en los recintos.

#### **5.7.17 Bombas Hidráulicas**

Las bombas hidráulicas no se limitan simplemente a la provisión de agua a los animales; más bien, desempeña un papel esencial en una variedad de aplicaciones que

abarcan la operación y el mantenimiento eficiente de diversas instalaciones y funciones cruciales dentro de este entorno único. Estas bombas, al aprovechar la fuerza hidráulica, se convierten en componentes vitales que contribuyen al bienestar general de los animales y al funcionamiento adecuado de las instalaciones zoológicas. Además, estas bombas son fundamentales para la creación de ambientes acuáticos enriquecidos y sostenibles. Al proporcionar circulación y filtración del agua en estanques y acuarios

#### **5.7.18 Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua)**

En primer lugar, los chillers son fundamentales para mantener la temperatura del agua dentro de los parámetros específicos requeridos por diferentes especies. En los hábitats acuáticos de zoológicos, es vital replicar las condiciones ambientales ideales para garantizar la salud y el comportamiento natural de los animales. Además, permiten ajustar la temperatura del agua según las necesidades particulares de cada especie, creando un entorno que favorece su bienestar y promueve comportamientos naturales.

Estos equipos resultan particularmente valiosos en regiones donde las fluctuaciones de temperatura son significativas o durante estaciones del año con condiciones climáticas extremas. También brindan la capacidad de mantener un control preciso, evitando cambios bruscos en la temperatura del agua que podrían afectar adversamente a los animales acuáticos. Finalmente, son esenciales en situaciones de emergencia o eventos climáticos inusuales que puedan generar aumentos abruptos de temperatura. Al mantener el agua en niveles adecuados, contribuyen a mitigar el estrés térmico en los animales y a prevenir posibles efectos negativos en su salud.

## 5.8 Tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de cada activo.

### 5.8.1 Cables calefactores.

La correcta administración del mantenimiento de cables calefactores en zoológicos desempeña una función esencial en establecer y preservar un ambiente seguro y acogedor para los animales residentes en estas áreas. Estos cables, concebidos para producir calor, desempeñan un papel vital en la gestión térmica de espacios particulares, garantizando que las condiciones climáticas sean ideales para el bienestar de las variadas especies que residen en estos entornos.

Actividades específicas de mantenimiento preventivo (Tabla 6), es decir, acciones ante de que suceda un fallo.

**Tabla 6**

*Actividades preventivas para los cables calefactores.*

---

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección visual regular</b>	Realizar inspecciones visuales para detectar signos de desgaste. Daños físicos o corrosión en los cables calefactores.
<b>Pruebas de continuidad</b>	Realizar pruebas de continuidad para detectar el estado eléctrico y no presenten cortocircuitos.
<b>Verificación de potencia eléctrica</b>	Comprobar la potencia sea la adecuada.
<b>Limpieza</b>	Mantener limpios los cables para evitar acumulaciones de suciedad que puedan afectar su rendimiento.

---

<b>Revisión de aislamiento</b>	Comprobar que los aislamientos estén en buen estado en todo el cable
<b>Monitoreo de temperatura</b>	Asegurar que los cables estén operando dentro de los rangos especificados para garantizar el bienestar de los animales.

Fuente: Autores

Acciones correctivas (Tabla 7), es decir, cuando se ha producido la falla y se necesita tomar medidas exigentes.

### **Tabla 7**

*Actividades correctivas para los cables calefactores.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reemplazo de cables defectuosos</b>	En caso de fallas detectadas durante las pruebas, reemplaza los cables calefactores defectuosos de inmediato.

Fuente: Autores

### **5.8.2 Timers controladores**

Este tipo de activo desempeña un papel fundamental en la gestión de las presiones del agua en diversas áreas. Por esta razón, resulta imperativo llevar a cabo un mantenimiento preventivo (Tabla 8) con el propósito de prevenir posibles fallas que puedan ocasionar la detención completa del activo. Asimismo, en caso de surgir alguna avería, se implementa un

mantenimiento correctivo con el objetivo de restablecer las prestaciones necesarias del activo.

**Tabla 8**

*Actividades preventivas para el monitor cardiaco.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Calibración regular</b>	Realizar calibraciones periódicas para garantizar la precisión en la entrega de voltaje y evitar posibles desviaciones en horario programado.
<b>Inspección visual</b>	Lleva a cabo inspecciones visuales para detectar signos de desgaste o conexiones flojas.
<b>Actualización de software</b>	Revisar y actualizar la programación de los timers para asegurarse de que estén configurados correctamente de acuerdo a las actividades.
<b>Verificar que se encuentre a fuente de alimentación estable.</b>	Utilizar protectores contra sobretensiones para prevenir daños por fluctuaciones

Fuente: Autores

En la (Tabla 9) se detallan las acciones correctivas para rectificar el problema del activo.

**Tabla 9**

*Actividades correctivas para el monitor cardiaco.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>

<b>Reemplazo de partes defectuosas</b>	Reparar o reemplazar cualquier componente defectuoso, como interruptores, cables o módulos, para restaurar el funcionamiento normal.
<b>Gestión de cortes de energía</b>	Implementar sistemas de respaldo, como generadores para evitar la parada total de los timers.
<b>Monitoreo continuo</b>	Implementar sistemas de monitoreo para detectar problemas de manera temprana.

Fuente: Autores

### 5.8.3 Congeladores.

El mantenimiento diligente de los congeladores en zoológicos emerge como un componente vital para salvaguardar tanto la eficacia operativa como la preservación óptima de los alimentos destinados a los animales residentes. La relevancia de llevar a cabo tanto actividades preventivas (Tabla 10) como correctivas (Tabla 11) se manifiesta en la necesidad imperiosa de mantener un entorno controlado y eficiente para la conservación de alimentos, cumpliendo así con los estándares de bienestar y cuidado animal.

**Tabla 10**

*Actividades preventivas para congeladores.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Calibración regular</b>	Realizar calibraciones del termostato para asegurar que la temperatura se mantenga dentro del rango adecuado.



---

<b>Verificación de la ubicación del sensor</b>	Revisar que el sensor esté ubicado correctamente y no se encuentre obstruido por objetos.
<b>Limpieza del sensor</b>	Limpiar regularmente el sensor para eliminar cualquier acumulación de suciedad que pueda afectar su capacidad.
<b>Revisión del cableado eléctrico</b>	Examinar el cableado eléctrico que conecta el termostato al congelador y no presente imperfecciones.

---

Fuente: Autores

**Tabla 11**

*Actividades correctivas para congeladores.*

---

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reemplazo del termostato</b>	Si el termostato muestra signos de falla, como la incapacidad para mantener la temperatura deseada, considera su reemplazo.
<b>Reparación de conexiones eléctricas</b>	En caso de conexiones eléctricas defectuosas, realiza reparaciones o sustituye los cables.
<b>Pruebas de funcionamiento</b>	Después de cualquier manipulación en el termostato, realizar pruebas exhaustivas para asegurar que esté operando correctamente.

---

Fuente: Autores

#### 5.8.4 Toyota hilux 4x4.

Cuando un vehículo está destinado a tareas específicas en el zoológico, la importancia de llevar a cabo un mantenimiento exhaustivo se magnifica, ya que estos vehículos desempeñan un papel vital en la ejecución de diversas actividades en entornos desafiantes y particulares. El compromiso con el cuidado preventivo (Tabla 12) y correctivo (Tabla 13) se vuelve esencial para asegurar que estos vehículos mantengan su rendimiento óptimo y estén preparados para enfrentar las demandas únicas que surgen en la gestión y operación diaria de un zoológico.

**Tabla 12**

*Actividades preventivas para el vehículo.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Cambios regulares de aceite y filtros</b>	Programa cambios de aceite y reemplaza los filtros según las recomendaciones del fabricante (cada 5000km).
<b>Revisión detallada del motor</b>	Realiza revisiones periódicas del motor para garantizar su eficiencia y durabilidad ( niveles de líquidos, banda de accesorios, estado de batería)
<b>Inspección del sistema de suspensión</b>	Dado que el vehículo se somete a terrenos variados, la inspección regular de los componentes de suspensión es esencial. Asegurando que los amortiguadores y muelles estén en buen estado.

<b>Verificación del sistema de tracción 4x4</b>	Realiza pruebas regulares del sistema de tracción en las cuatro ruedas para asegurar su correcto funcionamiento.
<b>Control de neumáticos todoterreno</b>	Inspeccionar el labrado que se encuentre sobre del valor mínimo (1.6 mm) y la presión.  Verificar la presión regularmente y realiza rotaciones según sea necesario para maximizar su vida útil.
<b>Revisión del sistema de frenos</b>	Realizar inspecciones frecuentes y reemplazar pastillas y discos desgastados para asegurar un frenado eficiente

Fuente: Autores

**Tabla 13**

*Actividades correctivas para el vehículo.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de sistemas de tracción</b>	Si se detectan problemas en el sistema de tracción como golpeteo, sonido intermitente o fugas de debe proceder al reemplazo de la pieza en mal estado.
<b>Sustitución de componentes suspensión</b>	En caso de desgaste o daño en componentes de suspensión, como amortiguadores o bujes, realiza reparaciones o sustituciones para mantener la estabilidad y el confort.
<b>Solución de problemas eléctricos</b>	Aborda cualquier problema eléctrico, desde fallos en el sistema de encendido hasta problemas con los sistemas de iluminación (luces).

<b>Reparación de fugas de fluidos</b>	Solucionar de inmediato cualquier fuga de fluidos, como aceite, líquido de frenos o refrigerante, para prevenir daños mayores.
<b>Ajuste de la alineación y equilibrio</b>	Después de realizar reparaciones en la suspensión o notar desgaste irregular de los neumáticos, realiza alineaciones y equilibrados para asegurar una conducción suave.

Fuente: Autores

### 5.8.5 Foggers (Aspersor de vivero).

Este tipo de activo demanda un mantenimiento preventivo (Tabla 14) el cual comprende actividades destinadas a prevenir cualquier tipo de daño, dado su papel crucial en la simulación de ambientes húmedos para facilitar la adaptación adecuada de los animales. Además, se lleva a cabo un mantenimiento correctivo con el objetivo de abordar eficazmente cualquier eventualidad o avería que pueda surgir.

**Tabla 14**

*Actividades preventivas para los foggers.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección visual</b>	Realizar inspecciones para detectar posibles obstrucciones en las boquillas.
<b>Calibración programada</b>	Verificar y calibrar según las necesidades específicas del vivero y las condiciones climáticas para una distribución correcta del agua.
<b>Verificación de Conexiones eléctricas</b>	Comprobar y ajustar todas las conexiones para prevenir posibles problemas como cables desgastados o sueltos.

<b>Pruebas Funcionales</b>	Realizar simulaciones del sistema completo para asegurarse de que todos los componentes estén funcionando adecuadamente.
<b>Mantenimiento de filtración</b>	Mantener sistemas de filtración para reducir la presencia de impurezas en el agua, para disminuir el riesgo de obstrucción.

Fuente: Autores

A medida que transcurre el tiempo, es necesario implementar medidas correctivas (Tabla 15) con el objetivo de asegurar que el activo se mantenga en condiciones óptimas.

**Tabla 15**

*Actividades correctivas para los foggers.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de fugas</b>	Identificar y reparar rápidamente cualquier fuga de agua en todo el sistema.
<b>Reemplazo de Componentes Dañados</b>	Sustituir todo componente dañado o desgastado tan pronto como sea necesario para aprovechar su máximo rendimiento.
<b>Desobstrucción de boquillas</b>	En caso de problemas graves como rotura de las boquillas, se debe sustituir por una nueva según las especificaciones.

Fuente: Autores

### **5.8.6 Focos uv.**

El mantenimiento de los focos dentro del zoológico es esencial para garantizar un entorno adecuado para los animales, especialmente para simular el ambiente de las especies.

A continuación, se describen medidas de mantenimiento preventivas (Tabla 16) para evitar

daños graves y cuando se produce un fallo se implementa acciones correctivas (Tabla 17) específicas.

**Tabla 16**

*Actividades preventivas para los focos uv.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección visual</b>	Llevar a cabo inspecciones visuales para detectar posibles daños, grietas o signos de desgaste.
<b>Medición de la Intensidad</b>	Utilizar medidores de radiación UV para verificar la intensidad de los focos.
<b>Limpieza de Lentes</b>	Limpiar regularmente las lentes de los focos para eliminar el polvo y otros contaminantes que puedan reducir la eficiencia.
<b>Verificación de Conexiones Eléctricas</b>	Inspeccionar y asegurar que todas las conexiones eléctricas estén en buen estado.

Fuente: Autores

**Tabla 17**

*Actividades correctivas para focos uv.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reemplazo Inmediato de Focos Defectuosos</b>	Si se detecta algún foco defectuoso durante una inspección, debe ser reemplazado de inmediato para evitar interrupciones en la emisión de radiación UV.

---

<b>Reparación de Conexiones</b>	En caso de problemas eléctricos reparar las conexiones eléctricas defectuosas para garantizar un suministro eléctrico continuo.
<b>Análisis Post-Falla</b>	Después de una falla, realizar un análisis para establecer la causa subyacente y tomar medidas preventivas para evitar problemas similares.

---

Fuente: Autores

### 5.8.7 Focos cerámicos.

El mantenimiento preventivo (Tabla 18) de los focos cerámicos es fundamental para asegurar su funcionamiento eficiente prevenir posibles fallos ya que su función es de crear un ambiente adecuado para especies específicas.

**Tabla 18**

*Actividades preventivas para los focos cerámicos.*

---

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Medición de temperatura</b>	Utilizar termómetros adecuados para medir la temperatura, que se encuentre de acuerdo a las necesidades de los animales.
<b>Limpieza de elementos calefactores</b>	Realizar limpieza regular para eliminar polvo y suciedad evitando su acumulación que pueda afectar a su rendimiento.
<b>Verificación de conexiones eléctricas.</b>	Revisar las conexiones eléctricas para asegurar que estén bien ajustadas y sin daños.

---

Fuente: Autores

Con el uso diario del activo a lo largo del tiempo designado, se llevarán a cabo acciones correctivas (Tabla 19) con el fin de abordar cualquier problema que pueda surgir.

**Tabla 19**

*Actividades Correctivas para los focos cerámicos.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación</b>	Reparar o reemplazar rápidamente cualquier conexión eléctrica.
<b>Reemplazo de Elementos Calefactores</b>	En caso mal funcionamiento de los elementos calefactores, suplantarlo de inmediato para mantener las condiciones térmicas necesarias para los animales

Fuente: Autores

### **5.8.8 Motosierra**

Este tipo de activo se emplea tanto en el mantenimiento de áreas verdes como en la construcción y reparación de instalaciones. Por esta razón, se implementan actividades preventivas (Tabla 20) para realizar un seguimiento y control del estado del activo, con el objetivo de prevenir posibles fallos prematuros.

**Tabla 20**

*Actividades Preventivas para motosierra.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>



<b>Cambio de Aceite y Mezcla de Combustible</b>	Cambiar el aceite de la cadena según las recomendaciones del fabricante. También Mezclar el combustible con el aceite adecuadamente según las proporciones recomendadas.
<b>Limpieza del Filtro de Aire</b>	Inspeccionar y limpiar regularmente el filtro de aire. Reemplázalo si está muy sucio o dañado.
<b>Afilado de la Cadena</b>	Afilar la cadena de la motosierra con regularidad. Asegurar que los dientes tengan el ángulo y la afiladura adecuados.
<b>Ajuste de la Tensión de la Cadena</b>	Verificar y ajustar la tensión de la cadena para evitar el desgaste prematuro.
<b>Inspección de Cables y Conexiones</b>	Revisar el estado del cable de la bujía, como también la bujía y cables auxiliares.

Fuente: Autores

Cuando un mantenimiento preventivo no es suficiente, es necesario tomar acciones correctivas (Tabla 21) para garantizar las prestaciones adecuadas del activo.

**Tabla 21**

*Actividades Correctivas para motosierra.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>

<b>Reemplazo de Piezas Desgastadas</b>	Sustituye las piezas desgastadas, como la cadena, piñones, bujía y filtros, según sea necesario.
<b>Reparación de Problemas de Encendido</b>	Solucionar problemas de encendido como reparación del carburador, entre otros componentes.
<b>Reparación de Problemas de Lubricación</b>	Solucionar problemas de lubricación de la cadena, como obstrucciones en los conductos de aceite

Fuente: Autores

### 5.8.9 Hidrolavadora.

El mantenimiento de una hidrolavadora es crucial para asegurar su correcto funcionamiento, especialmente en entornos como un zoológico donde puede haber una mayor exigencia debido a la limpieza de áreas especializadas. Aquí se describen algunas actividades de mantenimiento preventivo (Tabla 22) para una vida más prolongada del activo y correctivo (Tabla 23) en caso de que se detecte un problema.

**Tabla 22**

*Actividades preventivas para la hidrolavadora.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección visual</b>	Realizar inspecciones para identificar signos de desgaste, daños y revisar niveles de combustible.
<b>Mantenimiento del sistema de enfriamiento</b>	Asegurar que el sistema de enfriamiento del motor esté limpio y funcione correctamente para evitar el sobrecalentamiento.

<b>Lubricación de componentes móviles</b>	Lubricar partes para reducir la fricción y prevenir el desgaste prematuro.
<b>Inspección de Interruptores y Controles</b>	Verificar la operación adecuada de interruptores y controles eléctricos.
<b>Limpieza de los conductos de alta presión del fluido</b>	Verificar que se encuentren en buen estado las uniones como los empaques (oring).

Fuente: Autores

**Tabla 23**

*Actividades Correctivas para la hidrolavadora.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de Conexiones Sueltas</b>	Identificar y reparar cualquier conexión suelta o deteriorada en el sistema eléctrico del motor.
<b>Reemplazo de Escobillas o Carbones</b>	Si la hidrolavadora utiliza un motor con escobillas, se debe reemplazar para mantener un buen contacto eléctrico.

Fuente: Autores

#### **5.8.10 Válvulas electrohidráulicas.**

Es crucial implementar actividades de mantenimiento preventivo (Tabla 24) y cuando se produzca un fallo medidas correctivas (Tabla 25) para garantizar su funcionamiento óptimo.

**Tabla 24**

*Actividades Preventivas para las válvulas electrohidráulicas.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>

<b>Inspección Visual</b>	Ayuda a detectar signos de desgaste, corrosión y estado de las conexiones eléctricas
<b>Lubricación</b>	Aplicar lubricantes adecuados en los puntos de pivote y en las partes móviles para reducir la fricción.
<b>Monitoreo de Sensores y Actuadores</b>	Comprobar el estado para garantizar que estén funcionando correctamente.

Fuente: Autores

## Tabla 25

*Actividades Correctivas para las válvulas electrohidráulicas.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de Fugas</b>	Identificar y reparar cualquier fuga en las conexiones hidráulicas para prevenir pérdida de fluido
<b>Sustitución de Componentes Dañados</b>	Reemplazar cualquier componente dañado, como sellos, válvulas solenoides o partes mecánicas.
<b>Reparación de Circuitos Eléctricos</b>	Diagnosticar y reparar problemas eléctricos, como cortocircuitos, fallos en los sensores o mal funcionamiento de los actuadores.

Fuente: Autores

### 5.8.11 Bombas recirculables.

Para mantener un rendimiento adecuado de las bombas recirculables en el Zoológico Amaru, es esencial implementar actividades de mantenimiento preventivo (Tabla 26) ya que están en constante funcionamiento y cuando se produzca un fallo realizar las respectivas acciones correctivas (Tabla 27).

**Tabla 26***Actividades Preventivas para las bombas recirculables.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección Visual</b>	Para identificar signos de desgaste, corrosión o fugas en la carcasa y el estado de las conexiones.
<b>Pruebas de Funcionamiento</b>	Para asegurar que las bombas estén operando dentro de los parámetros especificados.
<b>Monitoreo de Vibraciones</b>	Utilizar sistemas de monitoreo para detectar posibles desequilibrios mecánicos antes de que se vuelvan críticos.

Fuente: Autores

**Tabla 27***Actividades Correctivas para las bombas recirculables.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación o Reemplazo de Impulsores y Rotores</b>	Reparar o reemplazar impulsores y rotores dañados para mantener la eficiencia del rendimiento.
<b>Reparación de Motor Eléctrico</b>	Identificar y reparar problemas eléctricos en el motor, como conexiones sueltas o fallos en el sistema de arranque.

Fuente: Autores

**5.8.12 Sistema independiente de aspersión.**

El mantenimiento de estos sistemas es esencial para garantizar su funcionamiento efectivo y prolongar su vida útil. En la siguiente (Tabla 28) se detalla que actividades preventivas se debe realizar

**Tabla 28***Actividades Preventivas para el sistema de independiente de aspersión.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección Visual</b>	Realizar inspecciones para detectar daños en los aspersores, tuberías y conexiones.
<b>Limpieza de Filtros</b>	Para prevenir obstrucciones y asegurar un flujo de agua constante.
<b>Monitoreo del Sistema de Control</b>	Verificar su funcionamiento y sus componentes electrónicos (cables).

Fuente: Autores

Ante la aparición de problemas o fallos, y en el caso de que el activo deje de funcionar, es necesario implementar acciones correctivas de manera inmediata (Tabla 29).

**Tabla 29***Actividades Correctivas para el sistema de independiente de aspersión.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de Motor Eléctrico</b>	Diagnosticar y reparar problemas eléctricos en el motor, como conexiones sueltas o fallos en el sistema de arranque
<b>Reparación de Fugas</b>	Reparar cualquier fuga en las tuberías o conexiones para evitar desperdicio de agua y pérdida de presión.

Fuente: Autores

### 5.8.13 ATV Yamaha.

Este activo reconocido por su rendimiento confiable y habilidad para maniobrar en terrenos diversos, encuentra aplicaciones sumamente valiosas en las operaciones y el mantenimiento de las instalaciones. Por esta razón, es crucial realizar actividades de mantenimiento preventivas (Tabla 30) para garantizar una prestación adecuada de los servicios. Asimismo, en caso de que ocurra algún fallo, se procede a registrar y llevar a cabo las correspondientes actividades correctivas.

**Tabla 30**

*Actividades preventivas para el ATV Yamaha.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Cambio de aceite</b>	Realiza cambios de aceite según las recomendaciones del fabricante. Utilizar el tipo y la viscosidad adecuada.
<b>Filtro de aire</b>	Inspecciona y limpia o reemplaza el filtro de aire regularmente.
<b>Bujías</b>	Inspecciona y reemplaza las bujías según el intervalo recomendado.
<b>Sistema de combustible</b>	Inspecciona el sistema de combustible en busca de fugas y reemplazar los filtros de combustible según la ficha técnica.

<b>Sistema de refrigeración</b>	Verifica el nivel de refrigerante y realiza los ajustes de ser necesario o cambios según las recomendaciones del fabricante.
<b>ABS de frenos</b>	Inspecciona el estado de las pastillas y discos de freno. Reemplazar de ser necesario.
<b>Ajustes y alineación</b>	Ajusta la tensión de la cadena según las especificaciones. También realizar la alineación de las ruedas si es necesario.

Fuente: Autores

En caso de que el activo experimente un fallo o se necesite reemplazar piezas dañadas, se consideran las correspondientes actividades correctivas, como se detalla en la (Tabla 31).

**Tabla 31**

*Actividades Correctivas para el ATV Yamaha.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de Componentes Dañados</b>	Sustituye las piezas desgastadas como bujías, filtros, correas y componentes del sistema de frenos.
<b>Reparación de fugas</b>	Repara cualquier fuga de aceite, refrigerante o combustible.



<b>Reparación de Problemas Eléctricos</b>	Soluciona problemas eléctricos como fallos en las luces, problemas de arranque, etc.
<b>Reparación de suspensión</b>	Realizar los cambios de amortiguadores y torres de ser necesario para una mejor confiabilidad.
<b>Reparación del escape</b>	En caso de perforación en el escape realizar las respectivas soldaduras o reemplazo para un sonido suave.

Fuente: Autores

#### **5.8.14 Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua).**

Ofrecen un control preciso de la temperatura en entornos específicos, ya que mantener condiciones térmicas adecuadas resulta fundamental para garantizar el bienestar de los animales. En la siguiente (Tabla 32) se muestra actividades específicas de mantenimiento preventivo para evitar problemas leves.

**Tabla 32**

*Actividades Preventivas para el Chiller.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección Visual</b>	Realizar inspecciones de la bomba de circulación para detectar signos de desgaste, corrosión o fugas.

<b>Lubricación</b>	<b>de</b>	Lubricar los componentes móviles según las
<b>Componentes</b>		recomendaciones del fabricante para reducir la fricción y el desgaste.
<b>Realizar pruebas</b>	<b>de</b>	Para asegurar que la bomba esté operando dentro de los
<b>Funcionamiento</b>		parámetros especificados
<b>Realizar calibraciones</b>		Ajustar de acuerdo a los parámetros del sistema para un rendimiento eficiente.

Fuente: Autores

A continuación, se presenta acciones correctivas (Tabla 33) para solucionar problemas temperatura del agua para determinada especie.

**Tabla 33**

*Actividades Correctivas para el Chiller.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparación de Fugas</b>	Reparar cualquier fuga en las tuberías, conexiones o en la propia bomba para prevenir pérdidas de refrigerante.
<b>Reparación de Motor Eléctrico</b>	Diagnosticar problemas eléctricos en el motor de la bomba, como conexiones sueltas o fallos en el sistema de arranque.

<b>Reemplazo de Componentes Desgastados</b>	Cambiar componentes mecánicos desgastados, como cojinetes y sellos mecánicos, para evitar daños mayores y mejorar el rendimiento.
---	---

Fuente: Autores

### 5.8.15 Refrigerador.

La presencia de un refrigerador aporta beneficios esenciales para el cuidado de los animales. Es fundamental asegurar su correcto funcionamiento. A continuación, se presentan las actividades de mantenimiento preventivo (Tabla 34) para evitar que los alimentos o medicinas sufran algún problema.

**Tabla 34**

*Actividades Preventivas para Refrigerador.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Limpieza Regular</b>	Realizar limpieza del condensador y el evaporador para eliminar el polvo y la suciedad.
<b>Verificación de Puertas</b>	Inspeccionar y ajustar las puertas del refrigerador para asegurar un cierre correcto.
<b>Revisión de Conexiones Eléctricas</b>	Examinar y ajustar las conexiones eléctricas para prevenir problemas de suministro eléctrico.
<b>Verificación del termostato</b>	Inspeccionar y calibrar para garantizar el control de temperatura.

Fuente: Autores

Cuando un mantenimiento preventivo no es suficiente, es necesario tomar acciones correctivas (Tabla 35) para garantizar las prestaciones adecuadas del activo.

**Tabla 35**

*Actividades Correctivas para Refrigerador.*

---

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparar fugas</b>	Inspeccionar el sistema en busca de posibles fugas para conservar la capacidad de temperatura.
<b>Reemplazo de Sensores de Temperatura</b>	Sustituir en caso de que se encuentre defectuoso.

---

Fuente: Autores

#### **5.8.16 Aspersores**

Al desempeñar un papel crucial en la creación de entornos que satisfacen las necesidades específicas de los animales y contribuyen al bienestar general en condiciones controladas. Estos dispositivos de riego automatizado al ser de uso regular se implementa actividades preventivas (Tabla 36) para evitar algún tipo de obstrucciones.

**Tabla 36**

*Actividades Preventivas para Aspersores.*

---

<b>Mantenimiento Preventivo</b>
---------------------------------

---

<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inspección regular</b>	Realizar inspecciones para detectar posibles problemas, como obstrucciones, daños visibles o pérdida de presión.
<b>Limpieza del Filtro</b>	Limpiar los filtros regularmente para prevenir obstrucciones. También utilizar herramientas o cepillos suaves para eliminar la suciedad, sedimentos u otros materiales del filtro.
<b>Ajuste de Boquillas</b>	Verificar que las boquillas estén ajustadas correctamente.
<b>Revisión de Sellados</b>	Verificar el estado de los sellos y empaques.  Reemplazar cualquier sello dañado o gastado para prevenir fugas.
<b>Revisión de la Presión</b>	Controlar regularmente la presión del sistema.  Ajustar la presión según las especificaciones del fabricante para un rendimiento óptimo

Fuente: Autores

Cuando un mantenimiento preventivo no es suficiente, es necesario tomar acciones correctivas (Tabla 37) para garantizar las prestaciones adecuadas del activo.

**Tabla 37**

*Actividades Correctivas para Aspersores.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>

<b>Reparar fugas</b>	Inspecciona y repara cualquier fuga en las conexiones o en el propio aspersor.
<b>Limpiar Boquillas</b>	Si las boquillas están obstruidas, límpialas con una aguja o herramienta diseñada para una limpieza correcta.
<b>Reparación de Daños Físicos</b>	Reparar cualquier daño físico, como dobleces o roturas en el cuerpo del aspersor. De ser necesario reemplazar el aspersor.

Fuente: Autores

### 5.8.17 Sistema de aspersión automática

El sistema de aspersión automática juega un papel fundamental en el zoológico, por lo que se implementan medidas preventivas (Tabla 38), dado que está sujeto a un monitoreo continuo.

**Tabla 38**

*Actividades Preventivas para Sistemas de Aspersión Automática.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Programación y Configuración</b>	Verificar y ajusta la programación del sistema según las necesidades estacionales y los requisitos de riego.
<b>Inspección Visual</b>	Realizar inspecciones visuales para detectar posibles problemas, como fugas, obstrucciones o daños en las tuberías.

<b>Limpieza de Filtros</b>	Limpiar los filtros del sistema para prevenir obstrucciones y asegurar un flujo de agua adecuado.
<b>Revisión de Boquillas</b>	Inspecciona y limpia las boquillas de los aspersores para evitar obstrucciones.

Fuente: Autores

Cuando el mantenimiento preventivo resulta insuficiente, es decir, se produjo una falla se requiere implementar acciones correctivas (Tabla 39) para asegurar el adecuado rendimiento del activo.

**Tabla 39**

*Actividades Correctivas para Sistemas de Aspersión Automática.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Corrección de Problemas de Programación</b>	Solucionar problemas de programación en el controlador. Asegurando que la programación esté alineada con las necesidades de riego.
<b>Sustitución de Tuberías Dañadas</b>	Reemplazar cualquier sección de tubería que esté dañada o tenga fugas.
<b>Reparación de Problemas Eléctricos</b>	Solucionar problemas eléctricos, como cables dañados o conexiones sueltas. Verifica que los sensores y actuadores estén funcionando correctamente.

Fuente: Autores

### 5.8.18 Bombas Hidráulicas

El uso de bombas hidráulicas abarca diversas aplicaciones que van más allá de la simple circulación de agua. Estas bombas, al aprovechar la fuerza hidráulica, se convierten en herramientas esenciales para facilitar diversas funciones y mejorar la eficiencia operativa en el entorno zoológico. Es por ello que se realiza planes de mantenimiento para mantener las prestaciones necesarias como actividades preventivas (Tabla 40) para evitar fallos.

**Tabla 40**

*Actividades Preventivas para Bombas Hidráulicas.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Cambio de Aceite Hidráulico</b>	Realizar cambios de aceite hidráulico según el intervalo recomendado por el fabricante.
<b>Filtro de aceite</b>	Verificar y cambiar los filtros de aceite según las especificaciones.
<b>Verificación de Niveles de Aceite</b>	Controlar regularmente el nivel de aceite en el depósito en caso de disponer o revisar que no presenten fugas.
<b>Inspección Visual</b>	Realizar inspecciones visuales para detectar posibles fugas, daños o acumulación de suciedad en las bombas y componentes.

Fuente: Autores



Con el transcurso del tiempo, los componentes que conforman el activo experimentan deterioro y eventualmente se producen fallos. Para abordar estas situaciones, es necesario llevar a cabo actividades correctivas, como se detalla en la (Tabla 41).

**Tabla 41**

*Actividades Correctivas para Bombas Hidráulicas.*

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reparar fugas</b>	Identificar y reparar cualquier fuga de aceite en la bomba o en las conexiones. Sustituye sellos o empaques dañados.
<b>Desmontaje y Limpieza</b>	Desmontar la bomba según las instrucciones del fabricante para limpiar y eliminar acumulaciones de suciedad.
<b>Pruebas de Funcionamiento</b>	Realizar pruebas de funcionamiento después de cualquier mantenimiento correctivo para su correcto funcionamiento.

Fuente: Autores

### **5.9 Cronograma de actividades.**

Se llevó a cabo una cuidadosa distribución de las actividades con el objetivo de proporcionar una visualización clara de la frecuencia con la que serán ejecutadas, ya sea en una base mensual, trimestral, semestral o anual. Para facilitar aún más la identificación de los periodos de tiempo asociados con cada grupo de actividades, se asignaron colores específicos.

Estos colores no solo cumplen una función estética, sino que también se convierten en una codificación visual eficaz para diferenciar las distintas periodicidades. Cada grupo de actividades se encuentra marcado con un color único, estableciendo una práctica y eficiente clasificación temporal. Este enfoque no solo optimiza la organización y planificación de las tareas, sino que también simplifica la interpretación visual, permitiendo a los responsables identificar rápidamente las actividades según su frecuencia programada. La asociación de colores a los diferentes periodos de tiempo añade un elemento visual intuitivo y sistemático, contribuyendo así a una gestión más eficiente y a una comprensión más rápida de la programación de actividades.

- Actividades semanales (**Azul**)
- Actividades Mensuales (**Verde**).
- Actividades Trimestrales (**Naranja**).
- Actividades Semestrales (**Amarillo**).
- Actividades Anuales (**Gris**).

De la siguiente manera quedan distribuidas las actividades.

**Tabla 42**

*Actividades distribuidas de los activos críticos.*

Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Inspección visual regular	Calibración regular	Revisión de aislamiento	Pruebas de continuidad	Actualización de software
Limpieza	Verificar que se encuentre a fuente de alimentación estable.	Verificación de la ubicación del sensor	Verificación de potencia eléctrica	Bujías

Monitoreo de temperatura	Inspección del sistema de suspensión	Limpieza del sensor	Calibración regular	Sistema de combustible
Revisión detallada del motor	Calibración programada	Revisión del cableado eléctrico	Cambios regulares de aceite y filtros	Ajustes y alineación
Limpieza de elementos calefactores	Mantenimiento de filtración	Medición de la Intensidad	Verificación del sistema de tracción 4x4	Filtro de aceite
	Cambio de Aceite y Mezcla de Combustible	Verificación de las conexiones eléctricas	Control de neumáticos todo terreno	
	Afilado de la Cadena	Medición de temperatura	Revisión del sistema de frenos	
	Ajuste de la Tensión de la Cadena	Limpieza del Filtro de Aire	Limpieza de Lentes	
	Lubricación de componentes móviles	Inspección de Cables y Conexiones	Pruebas Funcionales	
	Limpieza de Filtros	Inspección de Interruptores y Controles	Lubricación	
	Limpieza Regular	Monitoreo de Vibraciones	Monitoreo de Sensores y Actuadores	
	Verificación de Puertas	Monitoreo del Sistema de Control	Pruebas de Funcionamiento	
	Verificación del termostato	Ajuste de Boquillas	Realizar calibraciones	
	Revisión de Sellados	Verificación de Niveles de Aceite	Cambio de aceite	
	Revisión de la Presión		Filtro de aire	

	Programación y Configuración		Sistema de refrigeración	
			ABS de frenos	
			Cambio de Aceite Hidráulico	

Fuente: Autores

### **5.10 Cronograma de actividades anuales de los activos críticos del zoológico Amaru.**

El cronograma de actividades constituye una herramienta importante para garantizar el correcto funcionamiento de los activos presentes para el bienestar de los animales. Este plan integral aborda una serie de aspectos clave a lo largo del año, con el objetivo principal de prevenir posibles fallas y asegurar un entorno seguro. En el anexo 1 se detalla todas las actividades preventivas que se deben ejecutar a cada activo crítico.

## 6. CAPÍTULO III: DESARROLLAR UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

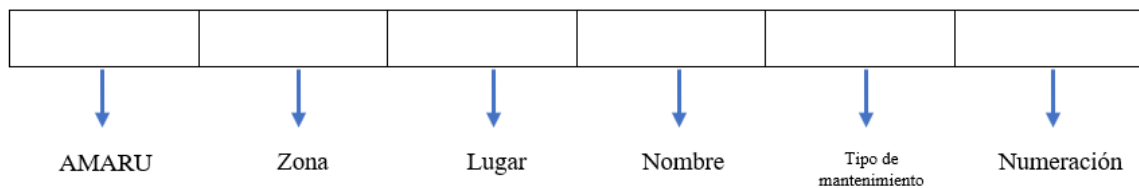
### 6.1 Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo

La codificación de las actividades de mantenimiento se llevó a cabo mediante el siguiente formato, señalando que hay dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo → Código → TRPV
- Mantenimiento correctivo → Código → TRCV

**Figura 7**

*Creación de los códigos según el tipo de mantenimiento*



Fuente: Autores

#### 6.1.1 Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo

La codificación de las actividades de mantenimiento preventivo consiste en asignar códigos específicos a cada tarea, facilitando la organización y seguimiento de las acciones necesarias. Este enfoque estructurado optimiza la eficiencia operativa y contribuye a la prolongación de la vida útil de los activos mediante una gestión proactiva del mantenimiento.

**Tabla 43**

*Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo.*

Actividad	Activo	Código del activo	Tipo de mantenimiento	Numeración	Código
Inspección regular	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-ASP-TRPV-1

Limpieza del Filtro	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-ASP-TRPV-2
Ajuste de Boquillas	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-ASP-TRPV-3
Revisión de Sellados	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRPV	4	AMR-ZM-ARE-ASP-TRPV-4
Revisión de la Presión	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRPV	5	AMR-ZM-ARE-ASP-TRPV-5
Cambio de aceite	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	1	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-1
Filtro de aire	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	2	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-2
Bujías	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	3	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-3
Sistema de combustible	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	4	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-4
Sistema de refrigeración	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	5	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-5
ABS de frenos	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	6	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-6
Ajustes y alineación	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRPV	7	AMR-ZA-MOV-POL-TRPV-7
Cambio de Aceite Hidráulico	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-BOH-TRPV-1
Filtro de aceite	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-BOH-TRPV-2
Verificación de Niveles de Aceite	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-BOH-TRPV-3
Inspección Visual	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRPV	4	AMR-ZM-ARE-BOH-TRPV-4
Inspección Visual	Bombas recirculables	AMR-ZM-ARC-BRE	TRPV	1	AMR-ZM-ARC-BRE-TPRV-1
Pruebas de Funcionamiento	Bombas recirculables	AMR-ZM-ARC-BRE	TRPV	2	AMR-ZM-ARC-BRE-TPRV-2
Monitoreo de Vibraciones	Bombas recirculables	AMR-ZM-ARC-BRE	TRPV	3	AMR-ZM-ARC-BRE-TPRV-3
Inspección visual regular	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-1
Pruebas de continuidad	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-2
Verificación de potencia eléctrica	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-3
Limpieza	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	4	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-4
Revisión de aislamiento	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	5	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-5

Monitoreo de temperatura	Cable calefactor	AMR-ZM-ARE-CAC	TRPV	6	AMR-ZM-ARE-CAC-TRPV-6
Cambios regulares de aceite y filtros	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	1	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-1
Revisión detallada del motor	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	2	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-2
Inspección del sistema de suspensión	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	3	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-3
Verificación del sistema de tracción 4x4	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	4	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-4
Control de neumáticos todoterreno	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	5	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-5
Revisión del sistema de frenos	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRPV	6	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRPV-6
Inspección Visual	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRPV	1	AMR-ZM-ARC-CHI-TRPV-1
Lubricación de Componentes	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRPV	2	AMR-ZM-ARC-CHI-TRPV-2
Realizar pruebas de Funcionamiento	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRPV	3	AMR-ZM-ARC-CHI-TRPV-3
Realizar calibraciones	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRPV	4	AMR-ZM-ARC-CHI-TRPV-4
Calibración regular	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRPV	1	AMR-ZA-NUT-COG-TRPV-1
Verificación de la ubicación del sensor	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRPV	2	AMR-ZA-NUT-COG-TRPV-2
Limpieza del sensor	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRPV	3	AMR-ZA-NUT-COG-TRPV-3
Revisión del cableado eléctrico	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRPV	4	AMR-ZA-NUT-COG-TRPV-4
Medición de temperatura	Focos cerámicos	AMR-ZM-ARE-FOC	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-FOC-TRPV-1
Limpieza de elementos calefactores	Focos cerámicos	AMR-ZM-ARE-FOC	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-FOC-TRPV-2
Verificación de conexiones eléctricas.	Focos cerámicos	AMR-ZM-ARE-FOC	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-FOC-TRPV-3

Inspección visual	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRPV	1	AMR-ZM-ARC-FOV-TRPV-1
Medición de la Intensidad	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRPV	2	AMR-ZM-ARC-FOV-TRPV-2
Limpieza de Lentes	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRPV	3	AMR-ZM-ARC-FOV-TRPV-3
Verificación de Conexiones Eléctricas	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRPV	4	AMR-ZM-ARC-FOV-TRPV-4
Inspección visual	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-FOG-TRPV-1
Calibración programada	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-FOG-TRPV-2
Verificación de Conexiones eléctricas	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-FOG-TRPV-3
Pruebas Funcionales	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRPV	4	AMR-ZM-ARE-FOG-TRPV-4
Mantenimiento de filtración	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRPV	5	AMR-ZM-ARE-FOG-TRPV-5
Inspección visual	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRPV	1	AMR-ZA-BOG-HDR-TRPV-1
Mantenimiento del sistema de enfriamiento	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRPV	2	AMR-ZA-BOG-HDR-TRPV-2
Lubricación de componentes móviles	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRPV	3	AMR-ZA-BOG-HDR-TRPV-3
Inspección de Interruptores y Controles	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRPV	4	AMR-ZA-BOG-HDR-TRPV-4
Limpieza de los conductos de alta presión del fluido	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRPV	5	AMR-ZA-BOG-HDR-TRPV-5
Cambio de Aceite y Mezcla de Combustible	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRPV	1	AMR-ZA-BOG-MOT-TRPV-1
Limpieza del Filtro de Aire	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRPV	2	AMR-ZA-BOG-MOT-TRPV-2
Afilado de la Cadena	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRPV	3	AMR-ZA-BOG-MOT-TRPV-3



Ajuste de la Tensión de la Cadena	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRPV	4	AMR-ZA-BOG-MOT-TRPV-4
Inspección de Cables y Conexiones	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRPV	5	AMR-ZA-BOG-MOT-TRPV-5
Limpieza Regular	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRPV	1	AMR-ZA-CL-REF-TRPV-1
Verificación de Puertas	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRPV	2	AMR-ZA-CL-REF-TRPV-2
Revisión de Conexiones Eléctricas	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRPV	3	AMR-ZA-CL-REF-TRPV-3
Verificación del termostato	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRPV	4	AMR-ZA-CL-REF-TRPV-4
Programación y Configuración	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRPV	1	AMR-ZM-ARC-ARC-TRPV-1
Inspección Visual	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRPV	2	AMR-ZM-ARC-ARC-TRPV-2
Limpieza de Filtros	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRPV	3	AMR-ZM-ARC-ARC-TRPV-3
Revisión de Boquillas	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRPV	4	AMR-ZM-ARC-ARC-TRPV-4
Inspección Visual	Sistema independiente de aspersión	AMR-ZM-ARC-SIA	TRPV	1	AMR-ZM-ARC-SIA-TRPV-1
Limpieza de Filtros	Sistema independiente de aspersión	AMR-ZM-ARC-SIA	TRPV	2	AMR-ZM-ARC-SIA-TRPV-2
Monitoreo del Sistema de Control	Sistema independiente de aspersión	AMR-ZM-ARC-SIA	TRPV	3	AMR-ZM-ARC-SIA-TRPV-3
Calibración regular	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-TCR-TRPV-1
Inspección visual	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-TCR-TRPV-2
Actualización de software	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-TCR-TRPV-3
Verificar que se encuentre a fuente de alimentación estable.	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRPV	4	AMR-ZM-ARE-TCR-TRPV-4

Inspección Visual	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRPV	1	AMR-ZM-ARE-VEH-TRPV-1
Lubricación	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRPV	2	AMR-ZM-ARE-VEH-TRPV-2
Monitoreo de Sensores y Actuadores	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRPV	3	AMR-ZM-ARE-VEH-TRPV-3

Fuente: Autores

### 6.1.2 Codificación de las actividades de mantenimiento correctivo

La codificación de las actividades de mantenimiento correctivo consiste en asignar códigos específicos a cada tarea, facilitando la organización y seguimiento de las acciones necesarias. Este enfoque estructurado optimiza la eficiencia operativa y contribuye a la prolongación de la vida útil de los activos mediante una gestión proactiva del mantenimiento.

**Tabla 44**

*Codificación de las actividades de mantenimiento correctivo.*

Actividad	Activo	Código del activo	Tipo de mantenimiento	Numeración	Código
Reparar fugas	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-ASP-TRCV-1
Limpiar Boquillas	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-ASP-TRCV-2
Reparación de Daños Físicos	Aspersores	AMR-ZM-ARE-ASP	TRCV	3	AMR-ZM-ARE-ASP-TRCV-3
Reparación de Componentes Dañados	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRCV	1	AMR-ZA-MOV-POL-TRCV-1
Reparación de fugas	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRCV	2	AMR-ZA-MOV-POL-TRCV-2
Reparación de Problemas Eléctricos	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRCV	3	AMR-ZA-MOV-POL-TRCV-3
Reparación de suspensión	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRCV	4	AMR-ZA-MOV-POL-TRCV-4
Reparación del escape	ATV Yamaha	AMR-ZA-MOV-POL	TRCV	5	AMR-ZA-MOV-POL-TRCV-5

Reparar fugas	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-BOH-TRCV-1
Desmontaje y Limpieza	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-BOH-TRCV-2
Pruebas de Funcionamiento	Bombas Hidráulicas	AMR-ZM-ARE-BOH	TRCV	3	AMR-ZM-ARE-BOH-TRCV-3
Reparación o Reemplazo de Impulsores y Rotores	Bombas recirculables	AMR-ZM-ARC-BRE	TRCV	1	AMR-ZM-ARC-BRE-TRCV-1
Reparación de Motor Eléctrico	Bombas recirculables	AMR-ZM-ARC-BRE	TRCV	2	AMR-ZM-ARC-BRE-TRCV-2
Reemplazo de cables defectuosos	Cables calefactores	AMR-ZM-ARE-CAC	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-CAC-TRCV-1
Reparación de sistemas de tracción	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRCV	1	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRCV-1
Sustitución de componentes de suspensión	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRCV	2	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRCV-2
Solución de problemas eléctricos	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRCV	3	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRCV-3
Reparación de fugas de fluidos	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRCV	4	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRCV-4
Ajuste de la alineación y equilibrio	Camioneta Toyota Hilux 4x4	AMR-ZA-MOV-CAM1	TRCV	5	AMR-ZA-MOV-CAM1-TRCV-5
Reparación de Fugas	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRCV	1	AMR-ZM-ARC-CHI-TRCV-1
Reparación de Motor Eléctrico	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRCV	2	AMR-ZM-ARC-CHI-TRCV-2
Reemplazo de Componentes Desgastados	Chiller	AMR-ZM-ARC-CHI	TRCV	3	AMR-ZM-ARC-CHI-TRCV-3
Reemplazo del termostato	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRCV	1	AMR-ZA-NUT-COG-TRCV-1
Reparación de conexiones eléctricas	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRCV	2	AMR-ZA-NUT-COG-TRCV-2
Pruebas de funcionamiento	Congeladores	AMR-ZA-NUT-COG	TRCV	3	AMR-ZA-NUT-COG-TRCV-3
Reparación	Focos cerámicos	AMR-ZM-ARE-FOC	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-FOC-TRCV-1
Reemplazo de Elementos Calefactores	Focos cerámicos	AMR-ZM-ARE-FOC	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-FOC-TRCV-2

Reemplazo Inmediato de Focos Defectuosos	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRCV	1	AMR-ZM-ARC-FOV-TRCV-1
Reparación de Conexiones	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRCV	2	AMR-ZM-ARC-FOV-TRCV-2
Análisis Post-Falla	Focos UV	AMR-ZM-ARC-FOV	TRCV	3	AMR-ZM-ARC-FOV-TRCV-3
Reparación de fugas	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-FOG-TRCV-1
Reemplazo de Componentes Dañados	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-FOG-TRCV-2
Desobstrucción de boquillas	Foggers (Aspersor de vivero)	AMR-ZM-ARE-FOG	TRCV	3	AMR-ZM-ARE-FOG-TRCV-3
Reparación de Conexiones Sueltas	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRCV	1	AMR-ZA-BOG-HDR-TRCV-1
Reemplazo de Escobillas o Carbones	Hidro lavadora	AMR-ZA-BOG-HDR	TRCV	2	AMR-ZA-BOG-HDR-TRCV-2
Reemplazo de Piezas Desgastadas	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRCV	1	AMR-ZA-BOG-MOT-TRCV-1
Reparación de Problemas de Encendido	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRCV	2	AMR-ZA-BOG-MOT-TRCV-2
Reparación de Problemas de Lubricación	Motosierra	AMR-ZA-BOG-MOT	TRCV	3	AMR-ZA-BOG-MOT-TRCV-3
Reparar fugas	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRCV	1	AMR-ZA-CL-REF-TRCV-1
Reemplazo de Sensores de Temperatura	Refrigeradora	AMR-ZA-CL-REF	TRCV	2	AMR-ZA-CL-REF-TRCV-2
Corrección de Problemas de Programación	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRCV	1	AMR-ZM-ARC-ARC-TRCV-1
Sustitución de Tuberías Dañadas	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRCV	2	AMR-ZM-ARC-ARC-TRCV-2
Reparación de Problemas Eléctricos	Sistema de aspersión automática	AMR-ZM-ARC-ARC	TRCV	3	AMR-ZM-ARC-ARC-TRCV-3
Reparación de Motor Eléctrico	Sistema independiente de aspersión	AMR-ZM-ARC-SIA	TRCV	1	AMR-ZM-ARC-SIA-TRCV-1
Reparación de Fugas	Sistema independiente de aspersión	AMR-ZM-ARC-SIA	TRCV	2	AMR-ZM-ARC-SIA-TRCV-2

Reemplazo de partes defectuosas	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-TCR-TRCV-1
Gestión de cortes de energía	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-TCR-TRCV-2
Monitoreo continuo	Timers controladores	AMR-ZM-ARE-TCR	TRCV	3	AMR-ZM-ARE-TCR-TRCV-3
Reparación de Fugas	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRCV	1	AMR-ZM-ARE-VEH-BRE-TRCV-1
Sustitución de Componentes Dañados	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRCV	2	AMR-ZM-ARE-VEH-BRE-TRCV-2
Reparación de Circuitos Eléctricos	Válvulas electrohidráulicas	AMR-ZM-ARE-VEH	TRCV	3	AMR-ZM-ARE-VEH-BRE-TRCV-3

Fuente: Autores

## **6.2 Resultado de la elaboración de una herramienta informática para la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de los activos del zoológico Amaru.**

El resultado de la elaboración de una herramienta informática para la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de los activos del zoológico Amaru representa un avance significativo en la eficiencia operativa y la preservación de sus instalaciones. Esta herramienta proporciona una solución integral que simplifica la planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de mantenimiento, asegurando un manejo proactivo y eficaz de los recursos. Con esta innovadora herramienta, el zoológico Amaru podrá mejorar la durabilidad y funcionalidad de sus activos, garantizando al mismo tiempo una experiencia óptima para visitantes y cuidadores.

## **6.3 Desarrollo de la herramienta informática**

Tras recopilar los datos esenciales, como los activos que se encuentran en el zoológico, identificación de los activos críticos y la especificación de las actividades asociadas a los mantenimientos preventivos y correctivos, se ha avanzado con la creación de una herramienta informática integral. Esta herramienta, diseñada específicamente para el

zoológico Amaru, se propone facilitar la gestión de activos mediante la generación de órdenes de trabajo, la supervisión y planificación eficiente de mantenimientos, así como la administración efectiva de inventarios y proveedores. Este desarrollo pretende optimizar la operación y prolongar la vida útil de los activos del zoológico, asegurando una experiencia óptima tanto para los visitantes como para los cuidadores.

### **6.3.1 Panel central de control de la herramienta informática**

A continuación, se describe la creación de la base de datos y en la herramienta informática. Es importante destacar que el sistema se ha estructurado en 7 módulos, cada uno con sus correspondientes submódulos. Estos elementos están diseñados para almacenar la información ingresada en tablas organizadas e interconectadas, asegurando así el correcto desempeño del software.

Los siete módulos serán los siguientes:

1. Módulo Gestión de activos
2. Módulo Gestión de activos críticos
3. Módulo Gestión de mantenimiento correctivo
4. Módulo Gestión de mantenimiento preventivo
5. Módulo Gestión de inventarios y proveedores
6. Módulo Orden de trabajo
7. Módulo Cronograma

Además de los siete módulos, el sistema también consta con un enlace que dirige a la página web del zoológico. Asimismo, dispondrá de un mapa específico que facilitará la localización de los activos de manera más eficiente. En la (figura 8) se demuestra el panel de control principal de la herramienta informática.

## Figura 8

*Panel de control*

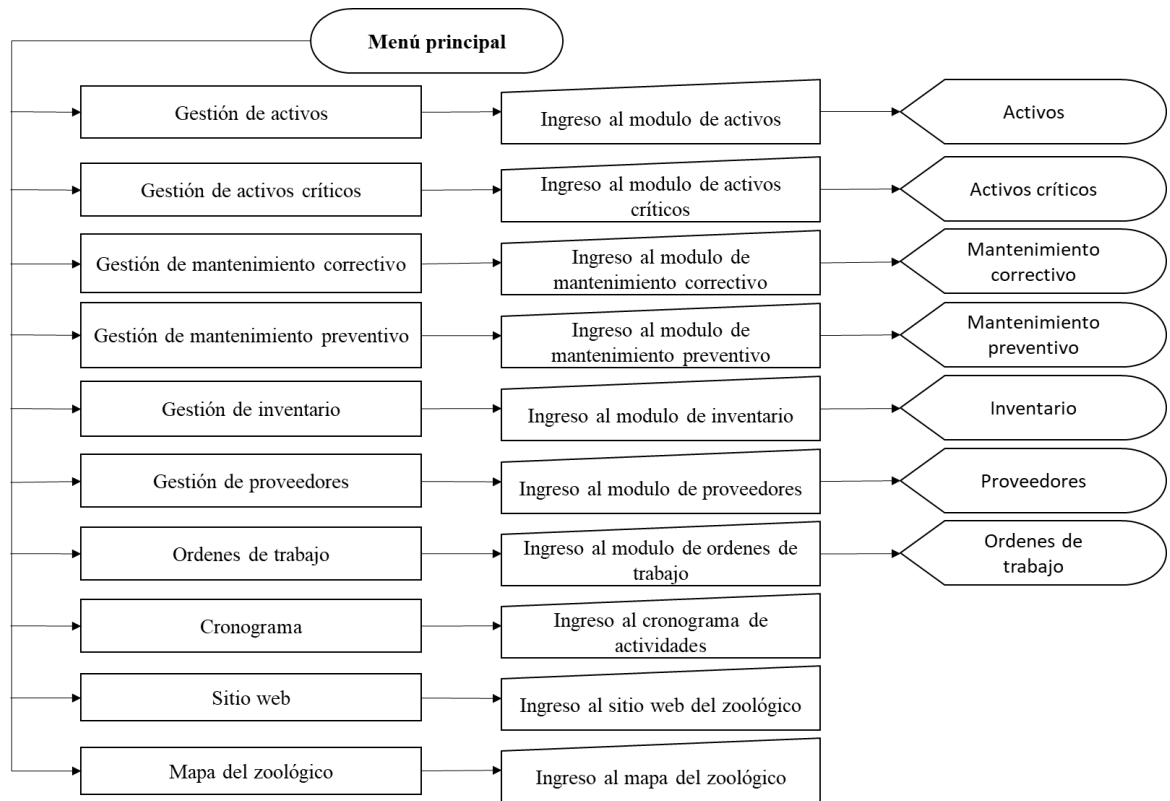


Fuente: Autores

El diagrama de flujo del panel de control (Figura 9) ilustra el funcionamiento de la herramienta informática. En el primer nivel de ingreso, se presentan los 7 módulos disponibles. Una vez que se selecciona un módulo específico, se despliegan los correspondientes sub-módulos. Dentro de cada sub-módulo, se encuentran los formularios respectivos, seguidos de la base de datos asociada a cada módulo.

## Figura 9

*Diagrama de flujo del panel de control*



Fuente: Autores

### 6.3.2 Módulo de la gestión de activos

El Módulo de la Gestión de Activos constituye un pilar esencial de la herramienta informática, enfocado en la administración eficaz y detallada de los activos del zoológico Amaru. Esta herramienta facilita la catalogación, organización y monitoreo de cada activo, proporcionando una visión completa de su estado y ubicación.

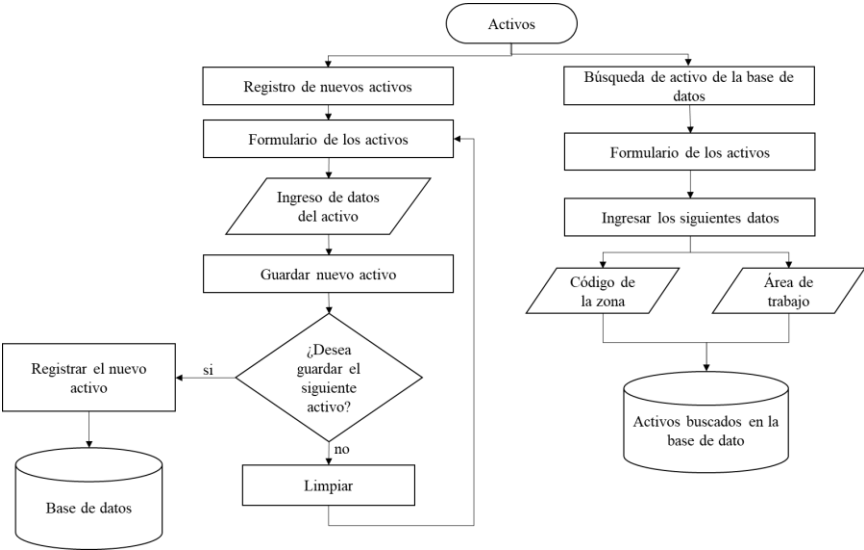
El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de activos (Figura 10) expone la operatividad de dicho módulo. Inicialmente, se realiza la entrada de nuevos activos, completando todos los datos requeridos en el formulario del sub-módulo de activos. Al guardar el nuevo activo, se presenta una confirmación para determinar si se desea incorporar dicho activo a la base de datos. Al optar por "sí", el activo se almacena en la base de datos. En caso de decidir no guardar, se puede seleccionar la opción "limpiar", lo que resulta en la



eliminación de todos los datos del formulario sin efectuar ningún registro. Además, el módulo incluye una función de búsqueda de activos, donde se introduce el código correspondiente a la zona y área de trabajo. Este proceso permite visualizar los activos específicos que se están buscando en la interfaz del sistema.

**Figura 10**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de activos*

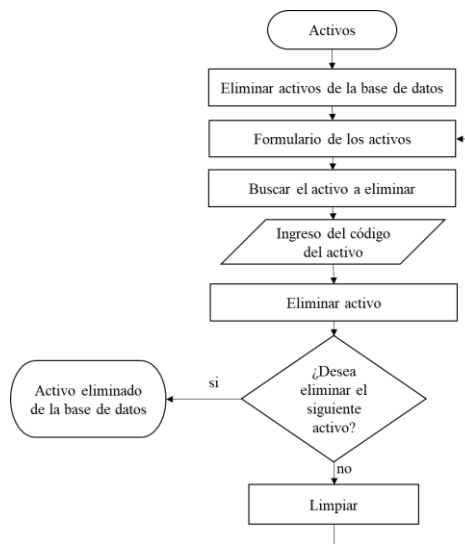


Fuentes: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de eliminación de activos (Figura 11) ilustra el proceso de eliminación de un activo. Inicialmente, se realiza una búsqueda del activo a través de su código y, una vez localizado, se procede a la eliminación. En este punto, se presenta una condición: si se selecciona "sí" para confirmar la eliminación, el activo se borra de la base de datos. Por otro lado, si se elige "no", se brinda la opción de limpiar los datos, regresando así al formulario sin realizar ninguna eliminación.

**Figura 11**

*Diagrama de flujo del módulo de activos para eliminar*



Fuente: Autores

### 6.3.3 Módulo de la gestión de activos críticos

Centrado en los elementos cruciales para el funcionamiento del zoológico, el Módulo de la Gestión de Activos Críticos destaca por su capacidad para priorizar y gestionar de manera especializada los activos esenciales mediante la herramienta informática. Asegura una atención preferencial a los recursos que impactan directamente en la operación del zoológico, minimizando el riesgo de fallos y maximizando la disponibilidad de estos activos vitales. Los activos críticos se encuentran en una sola base de datos en la herramienta informática que se puede visualizar en la (Tabla 36).

**Tabla 45**

*Módulo de activos críticos.*

ACTIVOS CRÍTICOS				
CÓDIGO	NOMBRE	CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	VALOR DEL IPR
AMR-MOV-CAM1-ZA	Camioneta Toyota hilux 4x4	Mecánicos/Móviles	Problemas mecánicos	120

MT-AMR-REF-COR-SUB	Refrigerador	Eléctrico	Problemas en el sistema de enfriamiento	100
MT-AMR-MQO-PRE-SUB	Máquina de oxígeno	Eléctrico	Sobrecalentamiento	126
MT-AMR-CAC-REM	Cable calefactor	Eléctrico	Sobrecalentamiento	147
	Monitor cardiaco	Eléctrico	Problemas batería	144
MT-AMR-COG-COR-SUB	Congelador	Eléctrico	Problemas en el termostato y regulador de temperatura	192
MT-AMR-MEL-COR-SUB	Motor eléctrico de puerta	Eléctrico	Problemas en la placa electrónica	120
MT-AMR-FOV-REM	Focos UV	Eléctrico	Fallo de la lámpara	100
MT-AMR-COC-COR	Cocina	Mecánicos/Fijo	Obstrucción en la línea de gas	105
MT-AMR-GEN-PRE	Generador	Mecánicos / Fijo	Sobrecalentamiento	120
MT-AMR-HDR-COR-SUB	Hidro lavadora	Mecánico/Móvil	Fallo motor eléctrico	105
	Chiller	Mecánico/Fijo	Fallo en la bomba de circulación	108
MT-AMR-VEH-REM	Válvulas electrohidráulicas	Hidráulico	Problemas de bobinas	105
MT-AMR-BRE-PRE/SUB	Bombas recirculables	Hidráulico	Fallo en el motor o impulsor	135
MT-AMR-SIA-PRE/SUB	Sistema independiente de aspersión	Hidráulico	Mal funcionamiento de la bomba	128

Fuente: Autores

### 6.3.4 Módulo de la gestión de mantenimiento correctivo

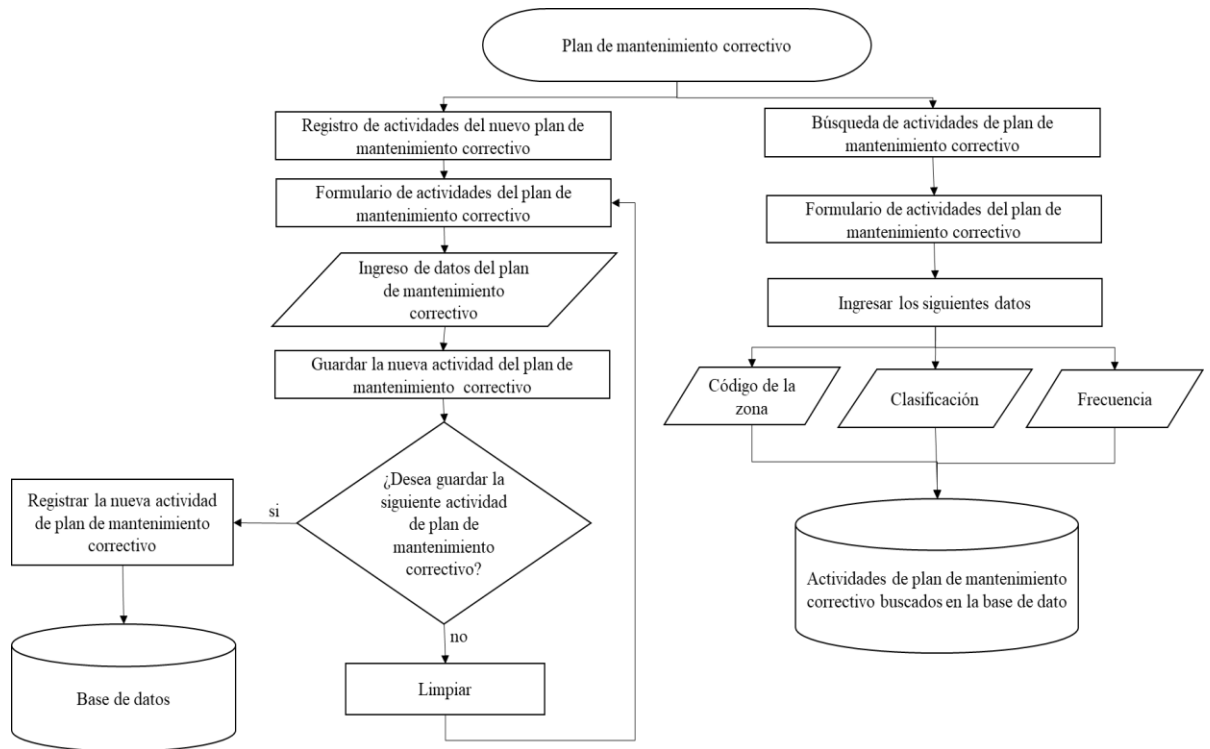
El Módulo de Gestión de Mantenimiento Correctivo se rige como la respuesta eficaz y ágil ante imprevistos y problemas emergentes en el funcionamiento de los activos. Enfocado en la corrección rápida y efectiva de fallas, este módulo despliega estrategias dinámicas para abordar problemas detectados, minimizando el tiempo de inactividad y restaurando la funcionalidad óptima de los activos. A través de un enfoque reactivo, este

módulo asegura una pronta respuesta a cualquier incidencia, optimizando así la disponibilidad y la confiabilidad del sistema en su conjunto.

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de plan de mantenimiento correctivo, guardar y buscar actividad (Figura 12) expone la operatividad de dicho módulo. Inicialmente, se realiza la entrada de nuevas actividades de mantenimiento correctivo, completando todos los datos requeridos en el formulario del módulo de registro de plan de mantenimiento correctivo. Al guardar la nueva actividad de plan de mantenimiento correctivo, se presenta una confirmación para determinar si se desea incorporar dicha actividad a la base de datos. Al optar por "sí", la actividad de mantenimiento correctivo se almacena en la base de datos. En caso de decidir no guardar, se puede seleccionar la opción "limpiar", lo que resulta en la eliminación de todos los datos del formulario sin efectuar ningún registro. Además, el módulo incluye una función de búsqueda de actividades del plan de mantenimiento correctivo, mediante el uso de datos específicos como el código de la zona, clasificación y frecuencia, es posible localizar las actividades deseadas. Este proceso facilita la visualización de actividades particulares en la interfaz del sistema.

### **Figura 12**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento correctivo, guardar y buscar la actividad.*

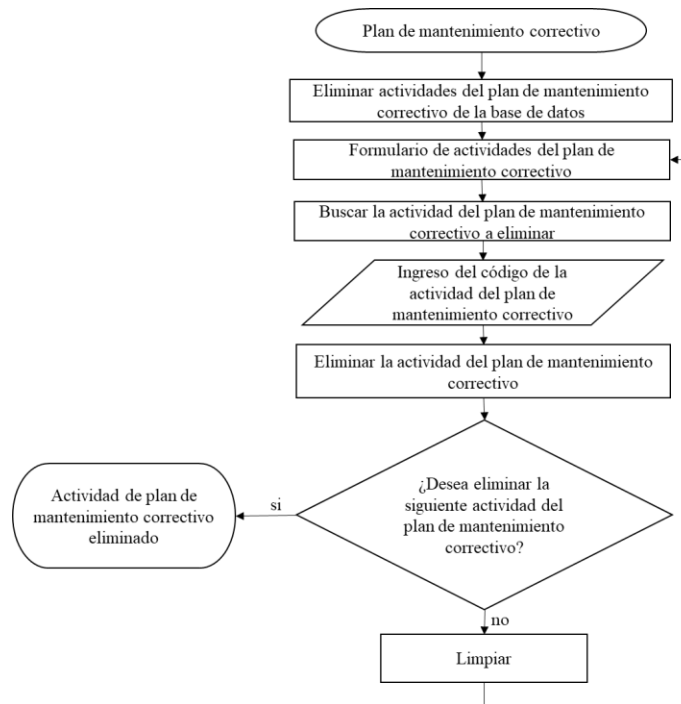


Fuentes: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de eliminación de actividades de mantenimiento correctivo (Figura 13) ilustra el proceso de eliminación de una actividad de mantenimiento correctivo. Inicialmente, se realiza una búsqueda de la actividad de mantenimiento correctivo a través de su código y, una vez localizado, se procede a la eliminación. En este punto, se presenta una condición: si se selecciona "sí" para confirmar la eliminación, la actividad se eliminará de la base de datos. Por otro lado, si se elige "no", se brinda la opción de limpiar los datos, regresando así al formulario sin realizar ninguna eliminación.

**Figura 13**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento, eliminar.*

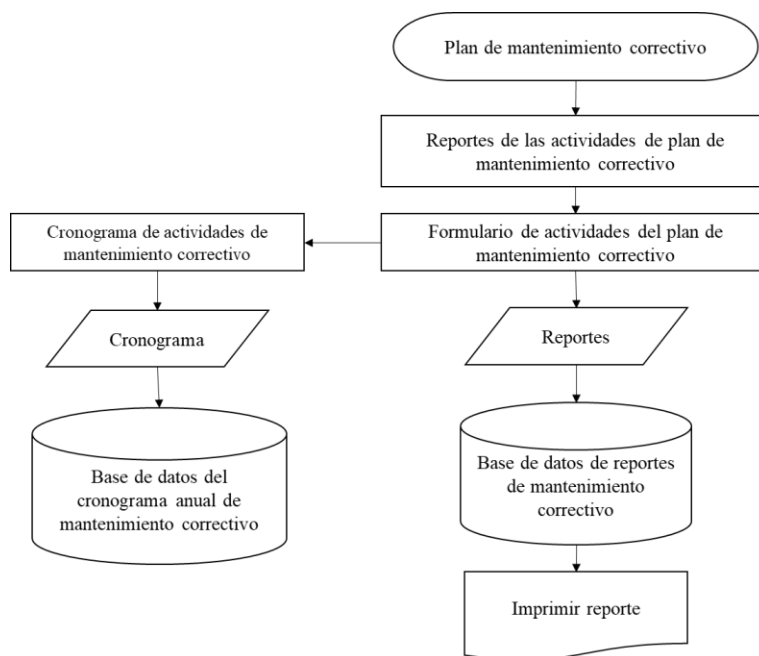


Fuente: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de planes de mantenimiento, reportes y cronograma (Figura 14) ilustra el proceso de generación de reportes y el acceso al cronograma de actividades de mantenimiento correctivo. Para obtener reportes, basta con hacer clic en la opción "reportes", lo que redirige a la base de datos correspondiente. En este punto, se presenta la opción de imprimir el reporte, y en caso de optar por no hacerlo, se regresa al formulario principal. En cuanto al cronograma, el acceso se realiza mediante la selección de la opción "cronograma", lo que conduce directamente a la base de datos del cronograma anual que contiene todas las actividades de mantenimiento correctivo. Este proceso permite una visualización eficiente y rápida de la programación de actividades planificadas para el mantenimiento correctivo.

**Figura 14**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento, reportes y cronograma.*



Fuente: Autores

### 6.3.5 Módulo de la gestión de mantenimiento preventivo

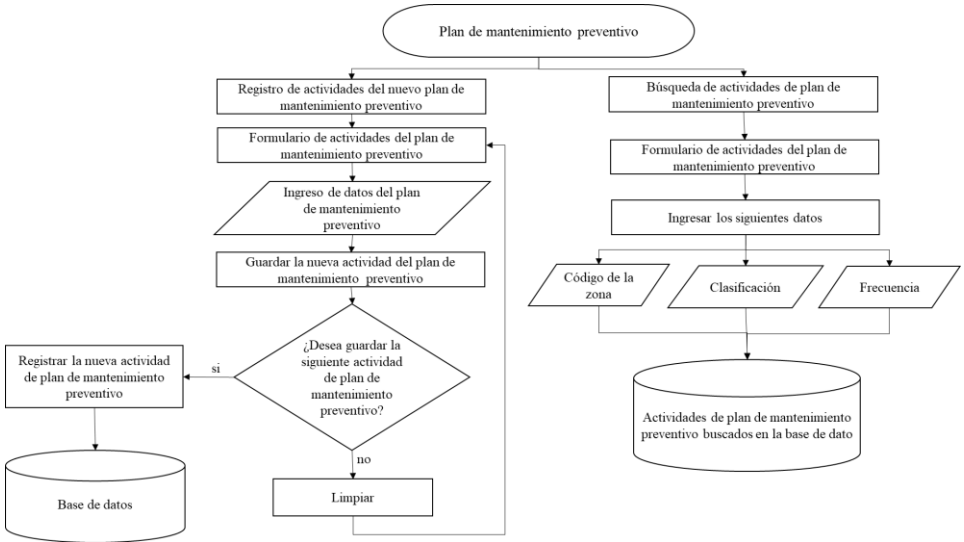
El Módulo de Gestión de Mantenimiento Preventivo se rige como la respuesta ante imprevistos y problemas emergentes en el funcionamiento de los activos. para asegurar la eficiencia y durabilidad de los activos. Enfocado en la anticipación y prevención de posibles fallas, este módulo se erige como un componente esencial en la gestión integral de activos. Este enfoque preventivo no solo garantiza un rendimiento óptimo, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de los activos, consolidando la eficacia y confiabilidad de toda la infraestructura.

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de plan de mantenimiento preventivo (Figura 15) expone la operatividad de dicho módulo. Inicialmente, se realiza la

entrada de nuevas actividades de mantenimiento preventivo, completando todos los datos requeridos en el formulario del módulo de registro de plan de mantenimiento correctivo. Al guardar la nueva actividad de plan de mantenimiento preventivo, se presenta una confirmación para determinar si se desea incorporar dicha actividad a la base de datos. Al optar por "sí", la actividad de mantenimiento preventivo se almacena en la base de datos. En caso de decidir no guardar, se puede seleccionar la opción "limpiar", lo que resulta en la eliminación de todos los datos del formulario sin efectuar ningún registro. Además, el módulo incluye una función de búsqueda de actividades del plan de mantenimiento preventivo, mediante el uso de datos específicos como el código de la zona, clasificación y frecuencia, es posible localizar las actividades deseadas. Este proceso facilita la visualización de actividades particulares en la interfaz del sistema.

**Figura 15**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento preventivo, guardar y buscar.*



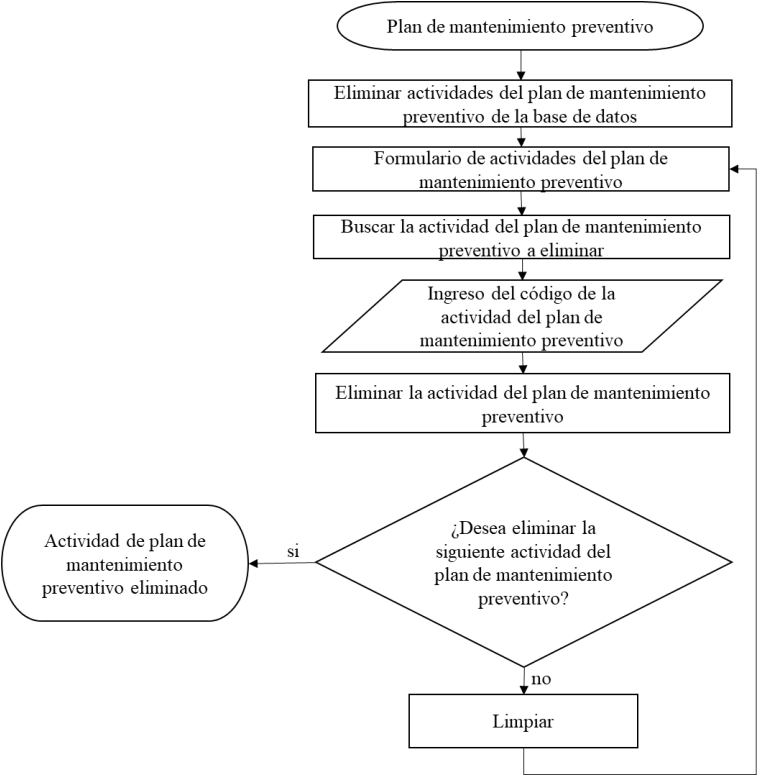
Fuente: Autores



El diagrama de flujo correspondiente al módulo de eliminación de actividades de mantenimiento preventivo (Figura 16) ilustra el proceso de eliminación de una actividad de mantenimiento preventivo. Inicialmente, se realiza una búsqueda de la actividad de mantenimiento preventivo a través de su código y, una vez localizado, se procede a la eliminación. En este punto, se presenta una condición: si se selecciona "sí" para confirmar la eliminación, la actividad se eliminará de la base de datos. Por otro lado, si se elige "no", se brinda la opción de limpiar los datos, regresando así al formulario sin realizar ninguna eliminación.

**Figura 16**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de mantenimiento preventivo, eliminar.*

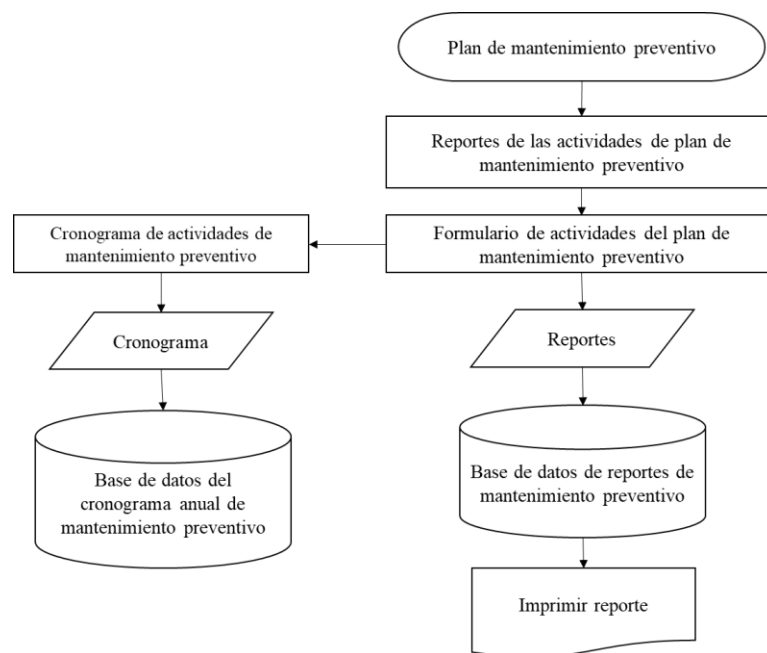


Fuente: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de planes de mantenimiento, reportes y cronograma (Figura 17) ilustra el proceso de generación de reportes y el acceso al cronograma de actividades de mantenimiento preventivo. Para obtener reportes, basta con hacer clic en la opción "reportes", lo que redirige a la base de datos correspondiente. En este punto, se presenta la opción de imprimir el reporte, y en caso de optar por no hacerlo, se regresa al formulario principal. En cuanto al cronograma, el acceso se realiza mediante la selección de la opción "cronograma", lo que conduce directamente a la base de datos del cronograma anual que contiene todas las actividades de mantenimiento preventivo.

**Figura 17**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de plan de mantenimiento preventivo, reportes y cronograma.*



Fuente: Autores

### 6.3.6 Módulo de la orden de trabajo

Módulo de la Orden de Trabajo (Figura 18) simplifica y optimiza el proceso de coordinación de actividades dentro del zoológico mediante la herramienta informática. Desde la asignación de responsabilidades hasta el seguimiento del progreso, esta herramienta proporciona una plataforma centralizada para garantizar que cada tarea se complete de manera eficiente y en línea con los objetivos establecidos.

**Figura 18**

*Módulo de orden de trabajo.*

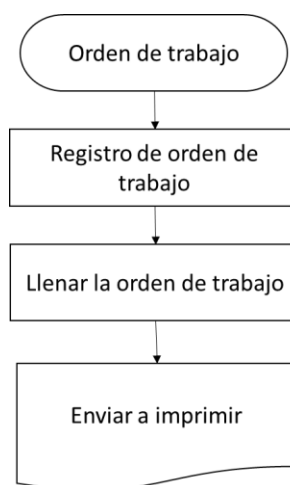
AMARU BIOPARQUE CUENCA		Orden de trabajo de mantenimiento de activos			
		No. Orden de trabajo	5	Fecha	
<b>Inicio</b>					
Responsable AMARU				Fecha de inicio	
Técnico responsable				Fecha de finalización	
<b>Descripción del activo</b>					
Codigo			Nombre		
Clasificación de activos	Estacionarios o fijos		Marca	Kilometraje	
	Móviles		Modelo	Horas de trabajo	
	Eléctrico	Ubicación del activo	Zona alta		
	Mecánicos		Zona media		
	Hidráulicos		Zona baja		
<b>Mantenimiento del activo</b>					
Mantenimiento preventivo		Frecuencia de mantenimiento			
Mantenimiento correctivo		Contacto del responsable de mantenimiento			
Tareas específicas		Descripción			

Fuente: Autores

El diagrama de flujo del módulo de órdenes de trabajo (Figura 19) proporciona una visualización clara del proceso que sigue este módulo. Inicialmente, se elige el módulo de órdenes de trabajo, luego se completan todos los datos relacionados con las actividades a realizar y, finalmente, se procede a imprimir y agendar la orden de trabajo.

## Figura 19

*Diagrama de flujo del módulo de orden de trabajo.*



Fuente: Autores

### 6.3.6 Módulo de la gestión de inventario y proveedores

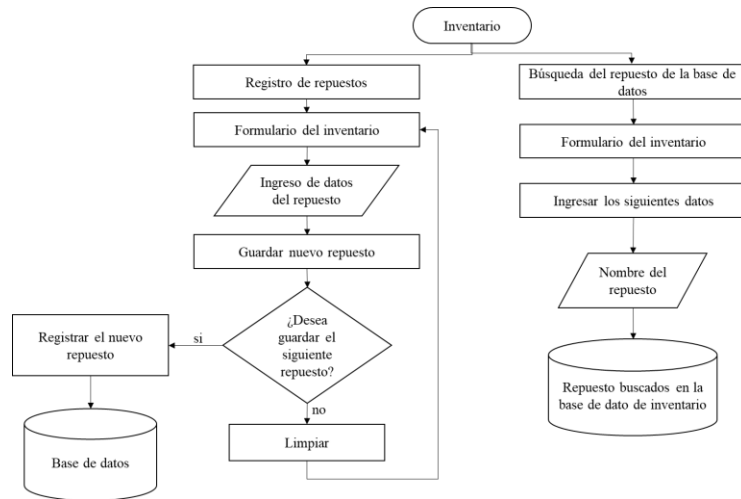
El Módulo de la Gestión de Inventario y Módulo de proveedores, como parte integral de la herramienta informática, se encarga de la administración eficiente de los recursos y las relaciones con proveedores. Desde el seguimiento del inventario hasta la gestión de la cadena de suministro, esta herramienta garantiza la disponibilidad constante de los insumos necesarios para el funcionamiento del zoológico, optimizando así la eficiencia operativa y minimizando interrupciones.

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de inventarios, guardar y buscar (Figura 20), detalla la funcionalidad de este módulo de manera exhaustiva. En una primera fase, se lleva a cabo la introducción de nuevos repuestos, completando todos los campos necesarios en el formulario del módulo de inventarios. Al confirmar el guardado del nuevo repuesto, se presenta una opción para determinar si se desea efectivamente añadir dicho repuesto. Optar por "sí" conlleva a la incorporación del repuesto a la base de datos. En caso

de elegir "no guardar", se puede utilizar la opción "limpiar", lo que resulta en la eliminación de todos los datos del formulario sin realizar ningún registro. Además, el módulo integra una función de búsqueda de repuestos, permitiendo la localización mediante el nombre del repuesto. Este proceso simplifica la visualización del repuesto deseado en la base de datos de inventario.

## Figura 20

Diagrama de flujo del módulo de inventarios, registro y buscar.

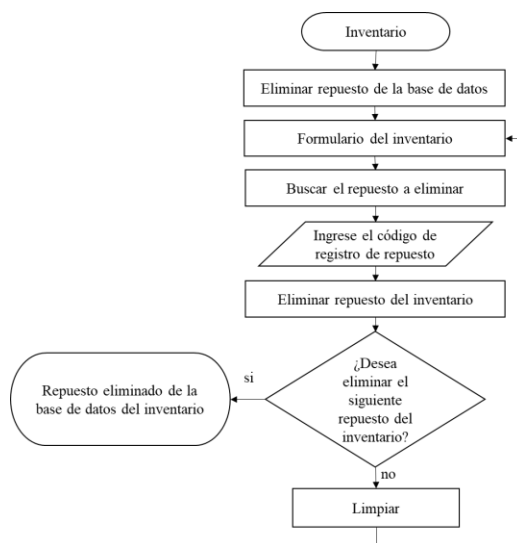


Fuente: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de inventario, eliminar (Figura 21) ilustra el proceso de eliminación de un repuesto. Inicialmente, se realiza una búsqueda del código de registro del repuesto y, una vez localizado, se procede a la eliminación. En este punto, se presenta una condición: si se selecciona "sí" para confirmar la eliminación, del repuesto se eliminará de la base de datos. Por otro lado, si se elige "no", se brinda la opción de limpiar los datos, regresando así al formulario sin realizar ninguna eliminación.

## Figura 21

Diagrama de flujo del módulo de inventario, eliminar.

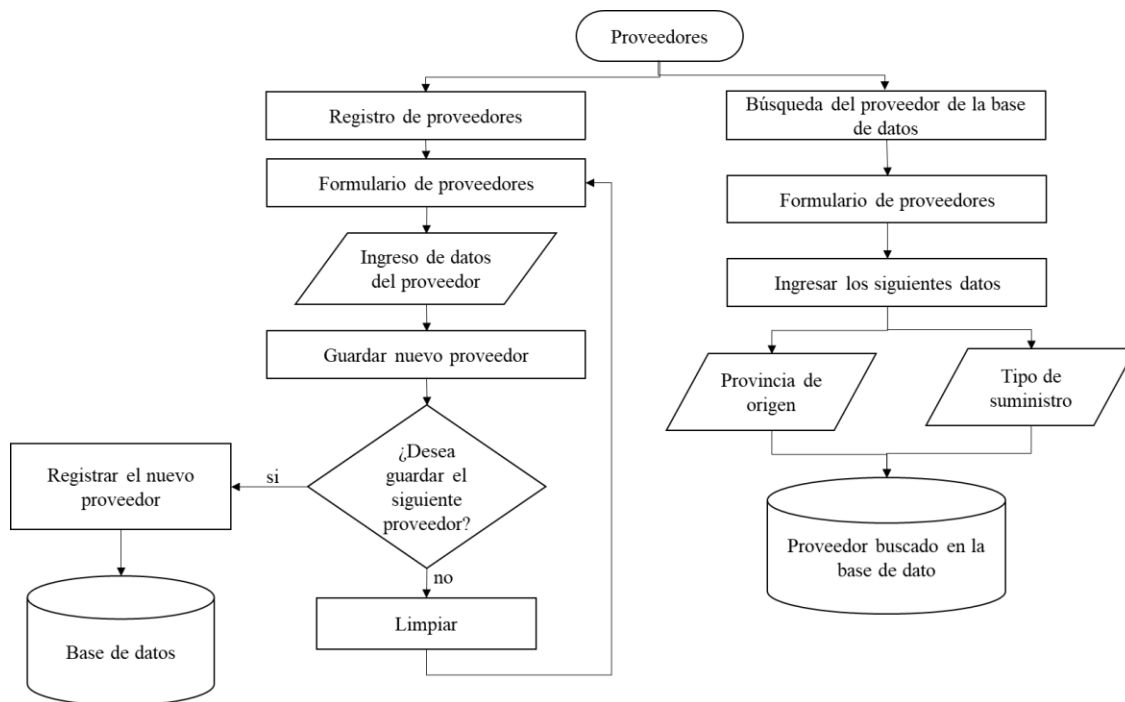


Fuente: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de registro de proveedores, guardar y buscar (Figura 22), detalla la funcionalidad de este módulo de manera exhaustiva. En una primera fase, se lleva a cabo la introducción de nuevos proveedores, completando todos los campos necesarios en el formulario del módulo de proveedores. Al confirmar el guardado del nuevo proveedor, se presenta una opción para determinar si se desea efectivamente añadir dicho proveedor. Optar por "sí" conlleva a la incorporación del proveedor a la base de datos. En caso de elegir "no guardar", se puede utilizar la opción "limpiar", lo que resulta en la eliminación de todos los datos del formulario sin realizar ningún registro. Además, el módulo integra una función de búsqueda de proveedores, permitiendo la localización mediante el ingreso de la provincia de origen y tipo de suministro. Este proceso simplifica la visualización de proveedores deseado en la base de datos de proveedores.

**Figura 22**

*Diagrama de flujo del módulo de registro de proveedores, guardar y buscar.*

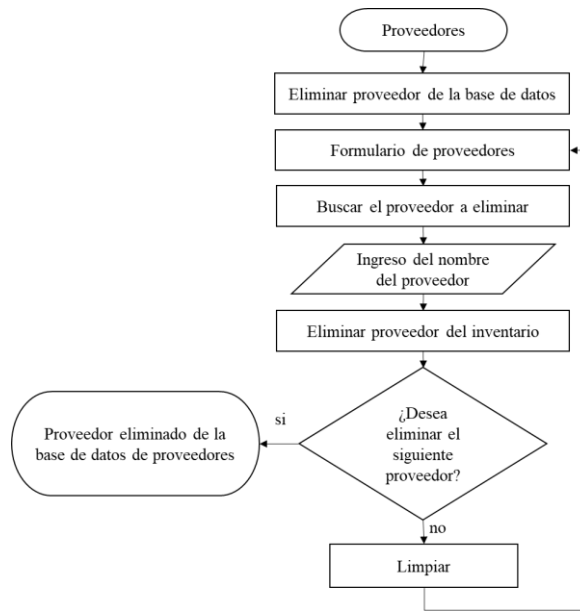


Fuente: Autores

El diagrama de flujo correspondiente al módulo de proveedores, eliminar (Figura 23) ilustra el proceso de eliminación de un proveedor. Inicialmente, se realiza una búsqueda del código de proveedor y, una vez localizado, se procede a la eliminación. En este punto, se presenta una condición: si se selecciona "sí" para confirmar la eliminación, del proveedor se eliminará de la base de datos. Por otro lado, si se elige "no", se brinda la opción de limpiar los datos, regresando así al formulario sin realizar ninguna eliminación.

**Figura 23**

*Diagrama de flujo del módulo de proveedores, eliminar.*



Fuente: Autores

### 6.3.7 Módulo de cronograma de actividades de mantenimiento anual

El Módulo de Cronograma de Actividades de Mantenimiento Anual, detallado en la (Figura 30), ofrece una explicación detallada de todas las actividades planificadas a lo largo del año. Estas actividades se centran en el mantenimiento preventivo, contribuyendo significativamente a prolongar la vida útil de los activos. Este cronograma no solo establece una guía precisa para las intervenciones programadas, sino que también garantiza una supervisión rigurosa y un control estricto. La implementación de este enfoque preventivo se traduce en beneficios tangibles, asegurando que los activos operen de manera óptima y eficiente durante períodos más extensos.



**Figura 24**

*Cronograma de actividades anual de las actividades de mantenimiento.*

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					AÑO: 2024		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		
Código	Equipo	Ubicación	Actividad	Frecuencia	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana		
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Inspección visual	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Prueba de continuidad	Semanal											X															X	
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Verificación de potencia eléctrica	Semanal	X											X															
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Limpieza	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Revisión de aislamiento	Semanal				X							X							X						X			
AHR-201-ARE-CAO	Cable coloflector	Zona alta	Mantenimiento temperatura	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AHR-201-ARE-TCR	Tenno controladora	Zona media	Calibración	Trimestral		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
AHR-201-ARE-TCR	Tenno controladora	Zona media	Inspección visual	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AHR-201-ARE-TCR	Tenno controladora	Zona media	Activación de refresco	Anual																										X	
AHR-201-ARE-TCR	Tenno controladora	Zona media	Verificar que el sistema de alimentación esté en funcionamiento	Trimestral		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	

Fuente: Autores

### 6.3.6 Módulo del mapa del zoológico y sitio web

El Módulo del Mapa en la (Figura 31), proporciona una herramienta eficaz para localizar cada activo en su respectivo lugar y zona dentro del zoológico Amaru. Esta funcionalidad no solo ahorra tiempo, sino que también garantiza que los visitantes no se pierdan, ya que cuentan con el conocimiento preciso de la ubicación de cada activo, ya sea un elemento crítico o uno común. Además, el sitio web en la (figura 32), ofrece una amplia gama de información sobre el zoológico Amaru, incluyendo su misión, visión y valores, horarios de atención, tarifas de entrada y otros detalles relevantes que enriquecen la experiencia de los usuarios.

**Figura 25**

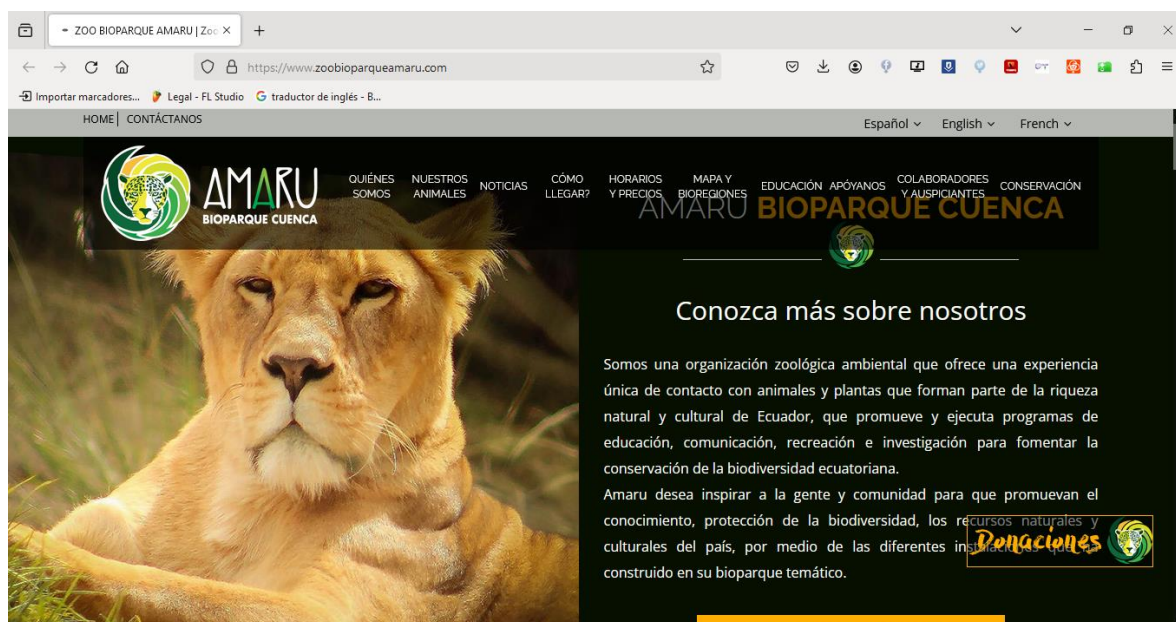
*Mapa del zoológico.*



Fuente: Autores

**Figura 26**

*Página web del zoológico Amaru.*



Fuente: Autores

## 7.CONCLUSIONES

Una vez finalizado el análisis actual del zoológico Amaru, se pudo constatar la ausencia de un plan de mantenimiento para sus activos, lo que resultó en la inexistencia de una base de datos correspondiente a dichos activos. Además, se carecía de registros que identificaran todos los activos presentes en el zoológico, lo que dificultaba la determinación de cuáles eran críticos. Esta falta de información desde el principio complicaba el desarrollo de un plan de mantenimiento eficiente. En respuesta a esta carencia, se decidió iniciar con la recopilación de datos, creando así una base de datos que abarcara todos los activos del zoológico. Este enfoque permitiría dar inicio al desarrollo de la herramienta informática fundamentada en la información precisa de los activos.

En cuanto a la recolección de datos, se facilitó debido a la simultaneidad de este proyecto con otro centrado en el levantamiento de datos. Una vez recopilada toda la información necesaria, se creó una base de datos que comprendía un total de 260 activos. Posteriormente, se llevó a cabo la identificación de los activos críticos mediante un Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMFEC). Este método emplea criterios y valores para determinar la criticidad de los activos, considerándolos críticos cuando los valores superan 100, según la gravedad de los posibles fallos. Como resultado de este proceso, se identificaron 15 activos como críticos.

Una vez identificados los activos críticos, a los cuales se les otorgará prioridad en el plan de mantenimiento correctivo y preventivo, se procede al desarrollo de la herramienta informática conforme a los requisitos específicos del zoológico. La herramienta constará de ocho módulos diseñados para optimizar la gestión operativa. Iniciando con el Módulo de

Gestión de Activos, aquí se alojará la base de datos que contiene todos los activos existentes. Este módulo permite el registro de nuevos activos y la eliminación de aquellos que no tienen utilidad en el zoológico.

El siguiente módulo, el de Gestión de Activos Críticos, alberga una base de datos exclusiva para los activos críticos identificados. Continuando con el tercer y cuarto módulo, se encuentran el Módulo de Gestión de Mantenimiento Correctivo y el Módulo de Gestión de Mantenimiento Preventivo. En estos módulos, se centraliza la base de datos que contiene todas las actividades programadas para el mantenimiento. Además, se brinda la posibilidad de ingresar y dar de baja actividades según la necesidad y ejecución efectiva en el zoológico. Asimismo, se ha incorporado la función de generar informes, estos informes permiten conocer la cantidad de actividades de mantenimiento realizadas en periodos específicos, como semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Los módulos tres y cuatro se complementa con el módulo cinco, el cual aborda la planificación anual de actividades de mantenimiento. En el Módulo de Cronograma, se encuentra una base de datos que detalla las actividades programadas para todo el año en términos de mantenimiento.

Continuando se tiene los módulos seis y siete, que es el módulo de inventarios y el módulo de proveedores, estos módulos tienen una base de datos y también se pueden ingresar nuevos proveedores como también nuevos repuestos en el caso del módulo de inventarios, y también eliminar de la base de datos proveedores o repuestos que ya no se utilizan. Finalmente, el módulo de órdenes de trabajo facilita el seguimiento de las actividades de mantenimiento realizadas en los activos críticos. Esta orden puede imprimirse para obtener una constancia física de las operaciones realizadas.

## **8. RECOMENDACIONES**

Para llevar a cabo de manera efectiva el plan de mantenimiento de los activos críticos, es esencial iniciar con la correcta documentación de los diversos problemas que puedan surgir en cada activo, abarcando sus distintas zonas, ya sea en la parte alta, media o baja. Este enfoque integral resulta fundamental, ya que las actividades registradas desempeñan un papel crucial en la determinación del tipo de mantenimiento requerido, ya sea preventivo o correctivo.

Se enfatiza la importancia de llevar a cabo los controles propuestos en el cronograma de actividades de manera responsable. Este enfoque proactivo se erige como un factor clave para prevenir la detención de los activos, asegurando que su operación sea eficiente y a un menor costo. Además, este cuidado sistemático contribuye significativamente a prolongar la vida útil de los activos, manteniendo su funcionalidad a lo largo del tiempo de manera sostenible.

## REFERENCIAS

- Alarcón Quiñonez, B. A., & Romero Montenegro, D. M. (2021). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena .
- Alba Rosales, F. Y., & Chinchay Guerrero, W. E. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos-unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018.
- ANSI. (2023). American National Standards Institute. American National Standards Institute.
- Buelvas Díaz, C. E. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L.
- Callomamani Yunca, E. (2021). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de la planta pre concentrado Ore Sorting de la Unidad minera San Rafael-MINSUR, 2020.
- Campos Macedo, E. L. (2020). Análisis de experiencias de implementación de planes de mantenimiento basados en la metodología RCM en la industria en los últimos 14 años. Revisión sistemática.
- Castillo, F. R. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. . Dominio de las ciencias, , 4(6), 307-323.
- Chacón León, H. A. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de los equipos de chancado secundario en una empresa minera.

- Colom Garau, M. (2023). Proyecto de optimización del plan de mantenimiento de los ferrocarriles S8100 . Universidad Politècnica de València.
- De La Cruz Cabanillas, M. B. (2022). Implementación de jaula de inflado de neumáticos para disminuir riesgos de mantenimiento en la empresa Transportes M. Catalán SAC.
- Freire Pérez, F. I. (2019). Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo mediante la distribución de WEIBULL para las Inyectoras horizontales de polímeros en la empresa Ingeniería Diseño de Suelas. Universidad Técnica de Ambato.
- Gutierrez Flores, I. A., & Urrutia Diaz, E. M. (2020). Propuesta de implementación de gestión de calidad para el mantenimiento de las estructuras metálicas de plantas industriales. . Lima 2019.
- Hernández, A. C., Guillén, D. D., Vega, E. L., Guevara, L. Y., & Cabrera, R. C. (2020). Diseño de plan de mantenimiento preventivo, Kardex, VSM Y Balance de línea para reducir costos. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, , 2(7).
- Herrera Asto, C. A. (2019). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el circuito de chancado en la Compañía Minera Chungar-Unidad Alpamarca.
- I., S.-U., Rodríguez-Pineda, M., Acosta-Rozo, R., & Gómez-Monsalve, P. (2019). Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología AMEF. Mundo Fesc, , 18(9), 36-46.
- ISO. (2011). ISO 13374:2011, Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines on principles, methods and applications. International Organization for Standardization. .

- ISO. (2018). Asset management - Overview, principles and terminology. ISO 55000:2018,. International Organization for Standardization. .
- Kerlinger, F. (1982). Fundamentos de la investigación del comportamiento. Mexico: Nueva editorial Interamericana.
- MIMOSA. (2023). MIMOSA standards. MIMOSA standards.
- Orozco Lozada, d. a. (2023). plan de mantenimiento preventivo para el horno fessmann, de la planta frigoandes en la empresa avidesa macpollo sa.
- Pereda, S. (1987). Psicología experimental. Metodología. Madrid: Pirámide.
- Ramos, M. G., & Pachón, S. R. (2021). Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. . Ciencia y poder aéreo, 2(16), 98-111.
- Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. Técnica Industrial, 1., 1(1).
- Taylor, S. J. (1998). Introduction to qualitative research methods. New York: John Wiley & Sons.
- Urbina, I. S., Pineda, M. R., Rozo, R. A., & Monsalve, P. G. (2020). Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología amef. revista colombiana de tecnologías de avanzada (rcta), 3(especial), 143-154.
- Uribe, S. C. (2020). Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil.



Valdivieso Torres, J. C. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas SA.





## Anexo 2

### Base de datos del registro de activos.

ACTIVOS DE CADA ZONA											
CÓDIGO DEL ACT.	CÓDIGO AL.	NOMBRE DEL ACT.	CÓDIGO DEL ACT.	CANTID.	ZONA	CÓDIGO DE LA Z.	ÁREA DE TRABAJO	CÓDIGO DEL ÁREA DE TRABAJO	CLASIFICACIÓN DEL ACT.	FUNCION DEL ACTIVO	COMPARADO
AMR---	AMR										0
AMR-ZA-CL-LAV1	AMR	Lavadora	LAV1	1	Zona Alta	ZA	Clinica	CL	Eléctrico	"Es un aparato electromecánico, de uso doméstico o industrial, utilizado para lavar ropa."	0
AMR-ZA-CL-REF1	AMR	Refrigerador	REF1	1	Zona Alta	ZA	Clinica	CL	Eléctrico	"La heladera es un electrodoméstico que genera frío para posibilitar la conservación de los alimentos y de otros productos."	0
AMR-ZA-CL-CAF1	AMR	Calefactor 1	CAF1	1	Zona Alta	ZA	Clinica	CL	Eléctrico	"Dispositivos que producen energía calorífica a partir de la energía eléctrica, generalmente mediante el efecto Joule. Incorporan un ventilador para distribuir el aire caliente."	0
AMR-ZA-CL-CAF2	AMR	Calefactor 2	CAF2	1	Zona Alta	ZA	Clinica	CL	Eléctrico	"Dispositivos que producen energía calorífica a partir de la energía eléctrica, generalmente mediante el efecto Joule. Incorporan un ventilador para distribuir el aire caliente."	0
AMR-ZA-QR-MQO1	AMR	Máquina de oxígeno	MQO1	1	Zona Alta	ZA	Quirófano	QR	Eléctrico	"Un concentrador de oxígeno es un dispositivo médico que proporciona terapia de oxígeno de bajo flujo a pacientes con insuficiencias respiratorias."	0
AMR-ZA-QR-MOC1	AMR	Monitor cardíaco	MOC1	1	Zona Alta	ZA	Quirófano	QR	Eléctrico	"Un monitor de eventos cardíacos es un dispositivo que usted controla para registrar la actividad eléctrica de su corazón (ECG). Este dispositivo es casi del tamaño de un localizador. Este registra la frecuencia y el ritmo de su corazón."	0
AMR-ZA-HOS-COM1	AMR	Computadoras	COM1	1	Zona Alta	ZA	Hospitalización	HOS	Eléctrico	"Máquina digital programable, de funcionamiento electrónico, que procesa grandes cantidades de datos a altas velocidades."	0
AMR-ZA-HOS-IMP1	AMR	Impresora	IMP1	1	Zona Alta	ZA	Hospitalización	HOS	Eléctrico	"Una impresora es un dispositivo que imprime. El verbo imprimir, por su parte, hace referencia a marcar letras y otros caracteres gráficos en un papel u otro material."	0
AMR-ZA-HOS-GEN1	AMR	Generador	GEN1	1	Zona Alta	ZA	Hospitalización	HOS	Mecánico/Fijo	"Es un artefacto capaz de producir energía o fuerza. Permite convertir la energía mecánica en energía eléctrica al conservar una diferencia de potencial entre dos terminales o polos a partir del campo magnético que actúa sobre los conductores."	0
AMR-ZA-BOG-SOL1	AMR	Soldadora	SOL1	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Eléctrico	"Una soldadora es un dispositivo que se utiliza para unir dos o más piezas de un material (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo."	0
AMR-ZA-BOG-GEN2	AMR	Generador	GEN2	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Mecánico/fijo	"Es un artefacto capaz de producir energía o fuerza. Permite convertir la energía mecánica en energía eléctrica al conservar una diferencia de potencial entre dos terminales o polos a partir del campo magnético que actúa sobre los conductores."	0
AMR-ZA-BOG-AML1	AMR	Amoladora 1	AML1	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Eléctrico	"Una amoladora es una herramienta que puede ser eléctrica o inelábrica, funcionando esta última normalmente a batería. Su uso es manual en cualquiera de las opciones y está destinada a labores de bricolaje tanto en el ámbito profesional como también en el ámbito doméstico"	0
AMR-ZA-BOG-AML2	AMR	Amoladora 2	AML2	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Eléctrico	"Una amoladora es una herramienta que puede ser eléctrica o inelábrica, funcionando esta última normalmente a batería. Su uso es manual en cualquiera de las opciones y está destinada a labores de bricolaje tanto en el ámbito profesional como también en el ámbito doméstico"	0
AMR-ZA-BOG-MOT1	AMR	Motosierra	MOT1	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Mecánico/fijo	"Es una de las herramientas modernas más versátiles, utilizada para tareas de tala, desramado, tronzo o poda de árboles, corte de cortafuegos para la extinción de incendios forestales, corte de hielo o cemento, recolección de leña y más."	0
AMR-ZA-BOG-BOG	AMR	Hidro lavadora	BOG	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Mecánico/Móvil	"Es una máquina que tiene la capacidad de rociar agua con alta presión para la limpieza de una gran variedad de elementos. No solo son de 10 a 50 veces más potentes que una manguera de jardín, sino que además cuentan con la ventaja de utilizar hasta un 80% menos de agua."	0
AMR-ZA-BOG-BOG	AMR	Taladro	BOG	1	Zona Alta	ZA	Bodega grande	BOG	Eléctrico	"Es una herramienta aguda o cortante con que se agujerea la madera u otra cosa."	0
AMR-ZA-ENT-MEL1	AMR	Motor Eléctrico de puerta	MEL1	1	Zona Alta	ZA	Entrada por zona alta	ENT	Eléctrico	"Es un dispositivo que se utiliza para abrir y cerrar puertas de garaje de manera automática. Este motor se conecta al portón y se encarga de moverlo hacia arriba o hacia abajo, según sea necesario."	0
AMR-ZA-ENT-MEL2	AMR	Motor eléctrico de cerca	MEL2	1	Zona Alta	ZA	Entrada por zona alta	ENT	Eléctrico	"Es un dispositivo que se utiliza para abrir y cerrar puertas de garaje de manera automática. Este motor se conecta al portón y se encarga de moverlo hacia arriba o hacia abajo, según sea necesario."	0
AMR-ZA-OFM-COM2	AMR	Computadora	COM2	1	Zona Alta	ZA	Oficina de manejo	OFM	Eléctrico	"Máquina digital programable, de funcionamiento electrónico, que procesa grandes cantidades de datos a altas velocidades."	0
AMR-ZA-OFM-PYR1	AMR	Proyector	PYR1	1	Zona Alta	ZA	Oficina de manejo	OFM	Eléctrico	"Un proyector es una máquina que se utiliza para la proyección de imágenes. De acuerdo con el tipo de imágenes a mostrar, el aparato presenta diferentes características."	0
AMR-ZA-COC-COC1	AMR	Cocina	COC1	1	Zona Alta	ZA	Cocina	COC	Mecánico/Fijo	"Aparato que permite cocinar la comida. La cocina puede contar con hornillos, fuegos, parrilla y otros componentes, que se utilizarán de acuerdo con la comida que se desea preparar. La cocina puede funcionar a gas, electricidad o carbón."	0
AMR-ZA-COC-REF2	AMR	Refrigerador	REF2	1	Zona Alta	ZA	Cocina	COC	Eléctrico	"La heladera es un electrodoméstico que genera frío para posibilitar la conservación de los alimentos y de otros productos."	0