



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS INTEGRAL DE ACTIVOS Y  
ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DEL  
ZOOLOGICO BIOPARQUE AMARU**

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

**AUTORES: JOSUÉ PAUL GONZÁLEZ CALLE**

**LUIS FELIPE CABRERA SERRANO**

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

Cuenca - Ecuador

2024

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Josué Paul González Calle con documento de identificación N° 0350221891 y Luis Felipe Cabrera Serrano con documento de identificación N° 0302263876; 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, 6 de febrero del 2024

Atentamente,



---

Josué Paul González Calle

0350221891



---

Luis Felipe Cabrera Serrano

0302263876

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

Nosotros, Josué Paul González Calle con documento de identificación N° 0350221891 y Luis Felipe Cabrera Serrano con documento de identificación N° 0302263876, 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: “Desarrollo de una base de datos integral de activos y análisis de criticidad en los procesos logísticos del Zoológico Bioparque 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, 6 de febrero del 2024

Atentamente,

---

Josué Paul González Calle  
0350221891

---

Luis Felipe Cabrera Serrano  
0302263876

## 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: DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS INTEGRAL DE ACTIVOS Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DEL ZOOLOGICO BIOPARQUE AMARU, realizado por Josué Paul González Calle con documento de identificación N° 0350221891 y por Luis Felipe Cabrera Serrano con documento de identificación N° 0302263876, 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, 6 de febrero del 2024

Atentamente,



---

Ing. Cristian Leonardo García García, PhD.

0103898318

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios y al a virgen santísima del Rocío, a mis padres y a mi familia, por creer en mí desde el primer día y por todos sus sacrificios que han sido la clave de mi éxito.

Dedico esta tesis también a las personas que hoy ya no están conmigo, y a todos aquellos que han sido una parte importante de mi camino académico y personal.

A mis profesores, por su dedicación y pasión por la enseñanza en mi camino.

Josué Paul González Calle

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y ejemplo de perseverancia. Su amor incondicional y sacrificios han sido la inspiración detrás de cada logro en este camino académico.

A mi amada pareja, quien ha compartido este viaje a mi lado, brindándome aliento y comprensión en cada paso. Tu apoyo ha sido mi sostén emocional, y tu presencia ha convertido los desafíos en experiencias compartidas de crecimiento.

Luis Felipe Cabrera Serrano

## AGRADECIMIENTO

Desde niño me enseñaron a dar gracias por las cosas buenas y también malas de la vida.

y al ver el resultado de mi esfuerzo lo único que me queda decir es ¡Gracias! Todo el trabajo fue posible gracias al apoyo incondicional de Lenin Aurelio Gonzalez Idrovo y Lourdes del Rosio Calle Calle , mis padres, que estuvieron a mi lado y me dieron todo lo que necesité.

Gracias a Betzabeth, mi enamorada que me acompañó noches enteras; Gracias, también, a Carlos Gonzalez y Ricardo Gonzalez, mis hermanos y de igual forma agradezco a mi cuñada Katherine Sanches, que siempre estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles siempre motivándome para seguir adelante y llenándome de amor. Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes. Este trabajo es la muestra de innumerables acontecimientos que no solo tuvieron que ver con lo académico, sino más bien con su cariño y amor.

Gracias infinitas a ustedes, y por supuesto, a mi Dios y a mi virgen santísima del Rocío, por ponerlos en mi camino.

Josué Paul González Calle

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por su incansable dedicación y sacrificios que han hecho posible mi educación. Gracias por ser mi faro en las tempestades y mi mayor alegría en los triunfos.

A mi pareja, por su amor constante, paciencia y comprensión durante este proceso. Tu apoyo ha sido fundamental para mantener mi equilibrio emocional y enfocarme en mis metas.

A toda mi familia, cuyo aliento y apoyo han sido fundamentales en mi camino. Agradezco la fortaleza que me han brindado, haciéndome sentir respaldado en cada desafío.

Este logro no solo es mío, sino de todos ustedes que han sido parte de mi vida. Gracias por ser mi red de seguridad y por ser los pilares que sostienen mis sueños.

Luis Felipe Cabrera Serrano



## RESUMEN

Este trabajo se centra en abordar la gestión de activos en el Zoológico Bioparque AMARU, ubicado en Cuenca Ecuador. Se propone una intervención basada en la implementación de normas internacionales y metodologías específicas para mejorar la gestión logística y la eficacia en el manejo de activos.

Para obtener el listado de activos se han reconocido los principales procesos logísticos del zoológico y se identificaron los activos involucrados. En términos de resultados, se logró una codificación detallada de los activos, aplicando la normativa ISO 14224. Lo que ha permitido no solo la sistematización de la información, sino también una gestión más eficiente y estandarizada de los activos en el zoológico. Además, se identificaron patrones de mantenimiento y fallos comunes, proporcionando una comprensión profunda de la operación de los activos en el contexto del zoológico.

Uno de los aspectos más destacados de la investigación fue la priorización efectiva de fallos de mayor riesgo a través del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE). Este enfoque ayuda a identificar y cuantificar los riesgos asociados con fallos potenciales, facilitando la toma de decisiones estratégicas para la mitigación y prevención de riesgos.

Se sugiere una mejora continua en la recopilación de datos y la realización de inspecciones y pruebas más frecuentes. La concientización del personal sobre la importancia del AMFE y la colaboración interdisciplinaria con expertos de diferentes campos son aspectos cruciales para optimizar la gestión de activos.

En conjunto, este estudio proporciona una base sólida para implementar medidas concretas destinadas a mejorar la eficiencia de los procesos logísticos y operacionales en el Zoológico Bioparque AMARU.

**Palabras clave:** Gestión de Activos, ISO 14224, AMFE, Riesgos, Mantenimiento, Logística, Zoológico, Conservación, Adaptabilidad.

## ABSTRACT

This work focuses on addressing asset management at Bioparque AMARU Zoo, located in Cuenca, Ecuador. An intervention is proposed based on the implementation of international standards and specific methodologies to enhance logistical management and effectiveness in asset handling.

To compile the asset list, the main logistical processes of the zoo have been recognized, and the involved assets have been identified. In terms of results, a detailed coding of assets was achieved, applying ISO 14224 regulations. This has allowed not only the systematization of information but also a more efficient and standardized management of assets in the zoo. Additionally, common maintenance patterns and failures were identified, providing a deep understanding of asset operation in the zoo's context.

One of the research highlights was the effective prioritization of high-risk failures through Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). This approach helps identify and quantify risks associated with potential failures, facilitating strategic decision-making for risk mitigation and prevention.

Continuous improvement is suggested in data collection, along with more frequent inspections and tests. Staff awareness of the importance of FMEA and interdisciplinary collaboration with experts from different fields are crucial aspects to optimize asset management.

Overall, this study provides a solid foundation for implementing concrete measures aimed at improving the efficiency of logistical and operational processes at Bioparque AMARU Zoo.

**Keywords:** Asset Management, ISO 14224, FMEA, Risks, Maintenance, Logistics, Zoo, Conservation, Adaptability.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>1</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>2</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. PROBLEMA.....	6
2.1. Descripción del Problema .....	6
2.2. Antecedentes .....	6
2.3. Importancia y Alcances.....	7
2.4. Delimitación.....	7
3. OBJETIVOS .....	9
3.1. Objetivo General .....	9
3.2. Objetivos Específicos.....	9
4. CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	10
4.1. Procesos Logísticos en Zoológicos .....	10
4.1.1. Adquisición y transporte de animales .....	10
4.1.2. Manejo de Suministros .....	10
4.1.3. Cuidado y Manejo en el Zoológico.....	11
4.1.4. Gestión Reproductiva.....	11
4.2. Gestión de Activos de un Zoológico.....	11
4.3. Normativa ISO 14224.....	14

4.3.1.	Metodología de Recolección y Clasificación de Datos .....	14
4.3.2.	Normalización de Códigos y Terminología.....	15
4.3.3.	Taxonomía .....	15
4.3.4.	Categorías de Mantenimiento .....	16
4.4.	Estudio de Criticidad AMFE .....	18
4.4.1.	Definiciones Clave en el AMFE.....	19
4.4.2.	El Proceso Detallado del AMFE.....	20
CAPÍTULO II: CODIFICACIÓN DE ACTIVOS.....		22
4.5.	Identificación de activos .....	22
4.6.	Codificación de activos.....	22
4.6.1.	Codificación Activos Zona Alta .....	23
4.6.2.	Codificación Activos Zona Media.....	26
4.6.1.	Codificación Activos Zona Baja.....	31
4.7.	Codificación de mantenimientos.....	32
5.	CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE CRITICIDAD .....	37
5.1.	Análisis Cuantitativo-Cualitativo.....	37
5.2.	Detección de fallos comunes .....	40
5.3.	Definición de la frecuencia del fallo .....	41
5.4.	Definición de la gravedad del fallo .....	41
5.5.	Definición de la detectabilidad del fallo .....	42
5.6.	Cálculo del Número Prioritario de Riesgo o NPR.....	42
5.7.	Matrices de Riesgo elaboradas con la norma española UNE-EN 60812.....	43
5.7.1.	Matriz de riesgo de activos eléctricos .....	44
5.7.2.	Matriz de riesgo de activos mecánicos .....	48
5.7.3.	Matriz de riesgo de activos hidráulicos .....	49

6.	CONCLUSIONES .....	52
7.	RECOMENDACIONES .....	54
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	55
	<b>Anexos .....</b>	<b>61</b>
	Anexo 1: Identificación y clasificación de activos .....	61
	Anexo 2. Análisis modal de fallos y efectos .....	68

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto sobre “Desarrollo de una base de datos integral de activos y análisis de criticidad en los procesos logísticos del Zoológico Bioparque AMARU”, tiene como objetivo abordar la problemática fundamental relacionada con la falta de un adecuado análisis de los procesos logísticos, el manejo y mantenimiento de los activos esenciales Zoológico Bioparque AMARU.

En el Zoológico Bioparque AMARU y otros zoológicos en Ecuador, la falta de análisis en los procesos logísticos y en el manejo de activos es una problemática que ralentiza las operaciones y pone en riesgo a los trabajadores. Este trabajo de investigación busca abordar este problema, proponiendo soluciones para mejorar la gestión logística y la seguridad.

Este trabajo se desarrolla en un momento crucial en el que la sociedad exige estándares éticos más altos en los zoológicos. El Zoológico Bioparque AMARU, como caso de estudio, se convierte en un ejemplo relevante. La aplicación de estándares internacionales como la norma ISO 14224 y la metodología AMFE permitirá mejorar la gestión de activos y procesos logísticos en beneficio de la conservación y la educación.

A lo largo de esta tesis, se desarrollarán los fundamentos teóricos, se describirá la metodología aplicada y se presentarán los resultados de la investigación con el propósito de ofrecer una contribución valiosa al campo de la gestión logística en zoológicos y, por ende, al bienestar de los animales y la satisfacción de los visitantes.

## **2. PROBLEMA**

### **2.1. Descripción del Problema**

La gestión de activos y la logística en los zoológicos son áreas que enfrentan desafíos significativos. La falta de una base de datos integral de activos y un análisis de criticidad en los procesos logísticos puede llevar a ineficiencias en la asignación de recursos, retrasos en la entrega de alimentos y riesgos para la seguridad del personal. Esto afecta no solo la eficiencia de los zoológicos, sino también el bienestar de los animales en cautiverio y la promoción de prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

El Zoológico Bioparque AMARU, al ser uno de los zoológicos más grandes de Ecuador, se encuentra en una posición óptima para abordar esta problemática, que también afecta a otros zoológicos en el país. La falta de una gestión eficiente de activos y logística plantea desafíos tanto a nivel operativo como en la consecución de objetivos más amplios, como la conservación de la biodiversidad y la conciencia ambiental. Por lo tanto, resolver esta problemática es crucial para mejorar el bienestar de los animales y la seguridad del personal, además de promover la responsabilidad ambiental.

### **2.2. Antecedentes**

El concepto de zoológico ha evolucionado a lo largo del tiempo, pasando de ser meros espectáculos de exhibición de animales a instituciones comprometidas con la conservación, la educación y la investigación. Los zoológicos desempeñan un papel importante en la concienciación pública sobre la biodiversidad y la necesidad de preservarla. Sin embargo, a pesar de sus nobles objetivos, los zoológicos enfrentan desafíos significativos en la actualidad.

Históricamente, la gestión de activos y los procesos logísticos en los zoológicos han sido aspectos subdesarrollados y poco sistematizados. La falta de un enfoque integral en la administración de activos y la logística ha llevado a problemas en la gestión cotidiana de estos

centros. En particular, la falta de una base de datos estructurada de activos y un análisis de criticidad de los procesos logísticos ha llevado a ineficiencias en la asignación de recursos y a la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

### **2.3.Importancia y Alcances**

La importancia de abordar este problema radica en la mejora del bienestar de los animales en cautiverio y la seguridad de los trabajadores en los zoológicos. Una gestión logística eficiente es esencial para garantizar la entrega oportuna de alimentos, atención médica y otros recursos necesarios para los animales. Además, una gestión adecuada de los activos y procesos logísticos contribuye a la conservación y al respeto por el medio ambiente.

El alcance de este trabajo de investigación se enfoca en el Zoológico Bioparque AMARU, sin embargo, los resultados y las metodologías desarrolladas pueden ser de relevancia para otros zoológicos en Ecuador y en otros lugares. El enfoque se centra en la implementación de una base de datos integral de activos y un análisis de criticidad en los procesos logísticos como un modelo para la mejora de la gestión logística en zoológicos.

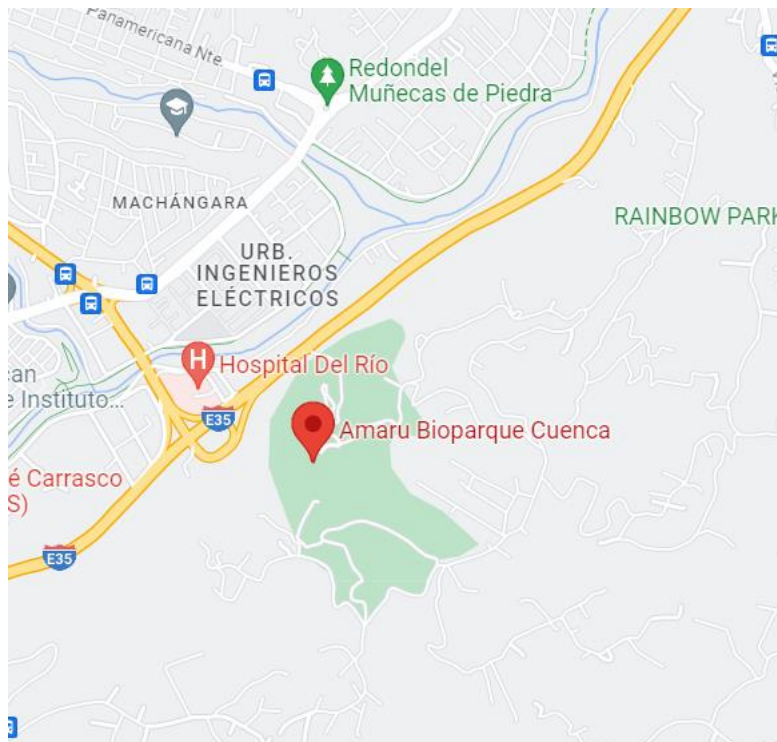
### **2.4.Delimitación**

Este estudio se centra en el Zoológico Bioparque AMARU que se encuentra en la Provincia del Azuay, Ciudad de Cuenca, ubicada al sur del Ecuador, la cual tiene una altitud de 2500 m.s.n.m, una extensión de 70.59 km<sup>2</sup> y una población aproximada de 580000 habitantes. La ubicación exacta es señalada en la figura 1. La delimitación de la investigación se refiere a la aplicación de la metodología y las recomendaciones específicamente en este zoológico. Aunque se espera que los hallazgos sean transferibles a otros zoológicos, la tesis se centra en la situación particular del Zoológico Bioparque AMARU y sus procesos logísticos.



## Figura 1

Ubicación de Amaru Bioparque Cuenca



*Nota.* Ubicación obtenida de Google Maps (Google, 2023).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

El objetivo general de este trabajo de investigación es diseñar e implementar una base de datos integral que contenga información detallada sobre los activos y llevar a cabo un análisis de criticidad en los procesos logísticos y operacionales del Zoológico Bioparque AMARU, con el fin de desarrollar un plan de mantenimiento efectivo y sostenible.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Estudiar los diferentes modelos de gestión y logística aplicados al caso de forma estructurada y estandarizada.
- Codificar los activos del zoológico utilizando la norma ISO 14224 mediante la aplicación de una herramienta informática.
- Realizar un estudio de criticidad para los procesos logísticos involucrados utilizando metodologías cuantitativas-cualitativas.

## **4. CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **4.1. Procesos Logísticos en Zoológicos**

La logística desempeña un papel fundamental en la operación de los zoológicos, ya que involucra la planificación, implementación y control de los flujos de recursos, como alimentos, equipo médico, transporte de animales, entre otros. La logística de mantenimiento se define como “provisión de recursos, servicios y gestión necesarios para realizar el mantenimiento” (Asociación Española de Normalización, 2018).

“Actualmente, en el país están registrados en el Ministerio del Ambiente (MAE) 37 zoológicos que albergan a 6504 animales. Estos se encuentran en 14 provincias, pero el 46% se concentra en Napo (7), Pastaza (6) y Pichincha (4) y se encuentran en proceso de normalización.” (Alarcón, 2019)

A continuación, se detallan procesos logísticos clave en los zoológicos:

#### **4.1.1. Adquisición y transporte de animales**

La adquisición de animales es un proceso que requiere una planificación cuidadosa y una coordinación efectiva. Los zoológicos deben asegurarse de que los animales sean adquiridos de manera ética y legal. Una vez adquiridos, los animales deben ser transportados al zoológico. Este proceso puede ser complejo y requiere una planificación cuidadosa para garantizar el bienestar del animal. (Straight, 2019)

#### **4.1.2. Manejo de Suministros**

El manejo de suministros en los zoológicos es un aspecto crucial que garantiza el funcionamiento eficiente y efectivo de estas instituciones. Esto incluye la adquisición y almacenamiento de alimentos para animales, equipo médico, y otros suministros necesarios para el cuidado y mantenimiento de los animales. Los zoológicos deben asegurarse de que estos

suministros estén disponibles cuando sean necesarios y que se almacenen de manera adecuada para mantener su calidad. (Hanson, 2014)

#### **4.1.3. Cuidado y Manejo en el Zoológico**

En el zoológico, los recintos deben aproximarse al entorno natural de los animales y ser estimulantes para ellos, pero esto presenta desafíos para la sanidad y el control de parásitos. Además, la alimentación y la nutrición son aspectos críticos; por ejemplo, los patrones de alimentación deben considerar los hábitos naturales de las especies para proporcionar enriquecimiento adicional. (Clancy, 2022)

#### **4.1.4. Gestión Reproductiva**

La gestión reproductiva es un aspecto importante en la administración de un zoológico. Comprender la biología y el comportamiento social de los animales es clave para promover o controlar la reproducción. Existen varios métodos contraceptivos y programas de cría, incluyendo técnicas quirúrgicas y no quirúrgicas. Además, la monitorización reproductiva que utiliza técnicas no invasivas como el monitoreo de niveles hormonales a través de muestras de orina o heces es una práctica común. Tecnologías reproductivas artificiales como la inseminación artificial y la transferencia de embriones también se han utilizado con éxito en muchas especies de zoológicos. (Clancy, 2022)

### **4.2. Gestión de Activos de un Zoológico**

“Para una gestión eficiente de activos, se deben seguir siete actividades clave según el Marco de competencias de 2008 del Institute of Asset Management. Estas incluyen: desarrollar una política que guíe la gestión de activos y cumpla con los objetivos de la organización; desarrollar una estrategia que dirija la actividad de gestión de activos y defina el enfoque de planificación; planificar la gestión de activos considerando todas las opciones futuras y elaborar planes detallados; cumplir con los planes trabajando eficientemente con los activos;

desarrollar las habilidades y competencias de las personas para mejorar la gestión de activos; gestionar los riesgos evaluando el riesgo de la acción o inacción para el rendimiento de los activos; y recopilar la información correcta para la toma de decisiones en la gestión de activos. Estas actividades se superponen y todas son esenciales para una gestión exitosa de los activos. a.” (Davis, 2008)

La administración de activos en un zoológico es un componente vital que ha experimentado una evolución considerable a lo largo del tiempo. A medida que los zoológicos han pasado de ser simplemente lugares de entretenimiento a convertirse en instituciones comprometidas con la conservación, la investigación y la educación, la administración eficaz de los activos se ha vuelto indispensable para garantizar el bienestar de los animales en cautividad y la seguridad del personal. En este contexto, se examinará las prácticas y ejemplos actuales de otros zoológicos y expertos en el campo, para proporcionar una visión amplia y actualizada que pueda ser aplicada en el Bioparque Amaru y otros zoológicos similares.

- 1) Enfoque en la Conservación y Educación: Los zoológicos modernos, como Al Ain Zoo en Emiratos Árabes Unidos, han evolucionado para centrarse no solo en el entretenimiento sino también en la conservación de especies en peligro de extinción y la educación ambiental. Este enfoque requiere una gestión de activos que apoye programas de investigación, educación y conservación. (Rosmiman, 2016)
- 2) Integración Tecnológica: La gestión eficiente de activos en zoológicos a menudo implica la integración de tecnologías avanzadas. Por ejemplo, el Zoo & Aquarium Public Institute en Al Ain utiliza un software de gestión de instalaciones asistido por computadora (CAFM) con funcionalidades inmobiliarias integradas (IWMS) para manejar el mantenimiento reactivo y preventivo de la infraestructura del

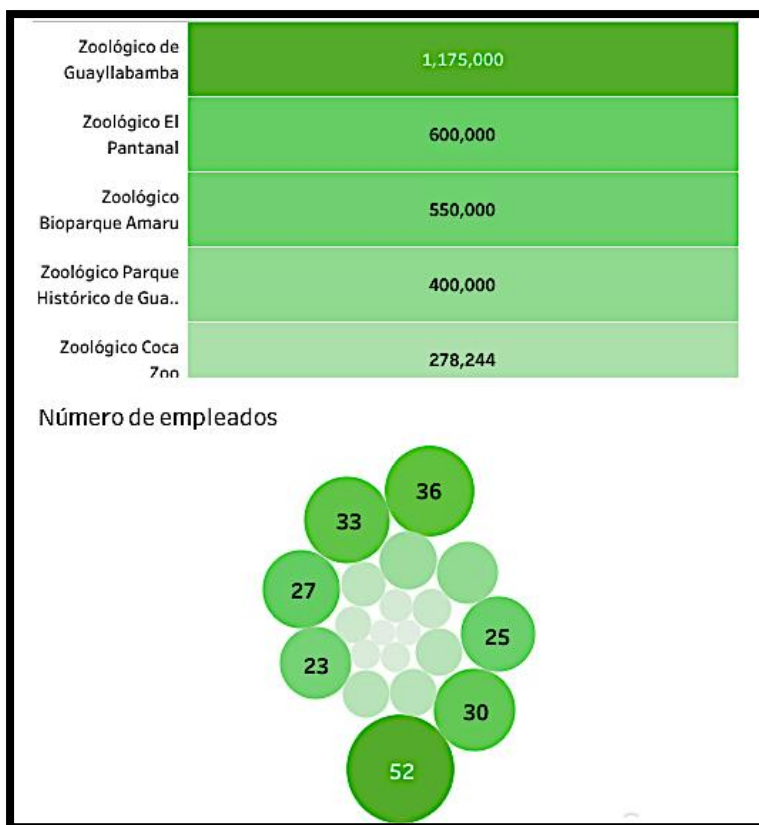
zoológico. Esta integración evita la duplicación de datos en múltiples sistemas. (Rosmiman, 2016)

- 3) Diseño de Exhibiciones y Cuidado Animal: Es esencial que los operadores de zoológicos tengan un entendimiento integral del cuidado y manejo de los animales, incluyendo el diseño de exhibiciones, sistemas de soporte vital y áreas de preparación de alimentos. Comprender el comportamiento de los visitantes y desarrollar programas educativos que mejoren la experiencia del visitante también es crítico. (Hossain, 2021)
- 4) Educación Pública y Conservación: Los operadores de zoológicos deben trabajar activamente para educar al público sobre la importancia de la conservación. Esto incluye la preparación y ejecución de seminarios y campañas de sensibilización para resaltar el papel crucial de los zoológicos en el sector de conservación. (Hossain, 2021)

Como se aprecia en la figura 2, el Zoológico Bioparque Amaru es la tercera empresa que mayores recursos gestiona. Por lo que se realizará la codificación de activos mediante la norma ISO 14224. Implementar esta norma en el Bioparque Amaru permitiría una gestión de activos más eficiente y efectiva. Y un estudio de la criticidad mediante la metodología AMFE. Aplicar la metodología AMFE en el Bioparque Amaru podría ayudar a identificar y abordar posibles problemas antes de que ocurran.

## **Figura 2**

Zoológicos que mayores recursos utilizan en el Ecuador



*Nota.* Gráfico obtenido de elcomercio.com (Alarcón, 2019)

### 4.3. Normativa ISO 14224

La Normativa ISO 14224, elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), proporciona un marco esencial para la gestión y el intercambio de información sobre la fiabilidad y el mantenimiento de equipos en sectores industriales como el petróleo y gas, energía, minería y manufactura. Esta norma, reconocida internacionalmente, busca unificar y estandarizar la recopilación, análisis y presentación de datos relacionados con la confiabilidad, mantenimiento y rendimiento de activos industriales (British Standards Institution, 2016).

#### 4.3.1. Metodología de Recolección y Clasificación de Datos

El estándar ISO 14224 ofrece una estructura detallada para la recopilación y clasificación de datos de eventos de falla, mantenimiento y reparación. Incluye la identificación

de eventos de falla, sus causas raíz, los tipos de acciones de mantenimiento, los tiempos entre fallas y otras métricas clave. Esta normativa también introduce términos y definiciones estandarizados, conformando un “lenguaje de confiabilidad” que facilita la comunicación de la experiencia operativa (ISO, 2016).

#### **4.3.2. Normalización de Códigos y Terminología**

Esta norma también introduce un conjunto de códigos y terminología normalizados para asegurar la coherencia en la documentación y el intercambio de datos entre diferentes partes interesadas, como fabricantes, operadores y proveedores de servicios de mantenimiento. La estandarización de la comunicación y el análisis de datos a lo largo de la cadena de suministro y durante la vida útil del equipo es un aspecto clave de la ISO 14224 (British Standards Institution, 2016).

#### **4.3.3. Taxonomía**

La norma ISO 14224 establece una taxonomía para la clasificación sistemática de ítems o activos. Esta taxonomía se utiliza para recolectar datos de manera estructurada, lo que facilita el análisis, la comparación y la gestión de la información. Esta clasificación jerárquica va desde el nivel más amplio de la industria hasta el nivel más detallado de los componentes individuales. La jerarquía se desglosa de la siguiente manera (British Standards Institution, 2016):

- 1) Industria: El nivel más alto de la clasificación, que identifica el sector industrial general.
- 2) Categoría del Negocio: Segmenta la industria en categorías de negocio más específicas.
- 3) Instalación: Se refiere a la ubicación física donde se encuentran los equipos o sistemas.



- 4) Planta/Unidad: Dentro de la instalación, identifica plantas o unidades operativas individuales.
- 5) Sección/Sistema: Clasifica los sistemas o secciones dentro de una planta o unidad, como sistemas de bombeo o de procesamiento.
- 6) Unidad de Equipo: Se refiere a los equipos individuales que componen un sistema, como una bomba o un compresor.
- 7) Sub-unidad: Detalla las sub-unidades que componen una unidad de equipo, por ejemplo, el motor de una bomba.
- 8) Componente/Ítem Mantenible: Son las partes que se pueden mantener de una sub-unidad, como las válvulas o los sellos. “Parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual” (Asociación Española de Normalización, 2018).
- 9) Pieza: El nivel más detallado, que se refiere a las piezas individuales de un componente, como tornillos o juntas.

Cada nivel de esta jerarquía tiene definiciones específicas y ejemplos que ayudan a estandarizar la recopilación de datos en la industria. Esta estandarización permite que las organizaciones analicen el rendimiento, predigan fallas, realicen mantenimiento eficiente y gestionen los activos de manera más efectiva.

#### **4.3.4. Categorías de Mantenimiento**

Los mantenimientos pueden ser generales o pueden ser categorizados. Un mantenimiento general según la Asociación Española de Normalización (2018) es: “Conjunto exhaustivo de acciones de mantenimiento preventivo que se realizan con objeto de mantener el nivel requerido de desempeño de un elemento.”

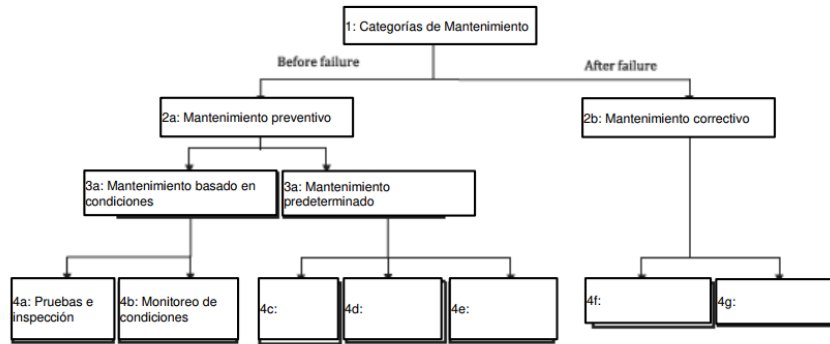
Según las normativas ISO 14224 ISO (2016). Se tiene los siguientes dos tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento Correctivo:** “Son aquellos que se realizan para corregir un ítem después de la falla. Como un mínimo para registrar la confiabilidad de un ítem, se requiere que el mantenimiento correctivo para corregir una falla se registre. El análisis de datos de falla requiere de atención si existen muchas fallas repetitivas en el mismo equipo o falla críticas en el equipo crítico de producción. Esto puede incluir la realización de un análisis de causa de raíz, basado en las características de falla subyacentes (modo de falla, causa y mecanismo de falla). Se pueden requerir mejoras para prevenir la reincidencia, extender la vida de servicio o mejorar la capacidad de detectar las fallas de manera anticipada.” (British Standards Institution, 2016).

**Mantenimiento Preventivo:** “Son aquellas que se realizan para prevenir que un ítem caiga en estado de falla, parte de esto pueden ser simplemente los chequeos (inspecciones, pruebas) para verificar la condición y el rendimiento del equipo con el fin de decidir si se requiere un mantenimiento preventivo. Se sugiere registrar el mantenimiento preventivo (PM) de manera similar a las acciones correctivas, proporcionando información clave, como la historia completa de fallas y mantenimientos, recursos utilizados y tiempo de parada total. Este registro beneficia a ingenieros de mantenimiento y confiabilidad. Es crucial equilibrar el mantenimiento preventivo y correctivo. Los PM a menudo se ejecutan a niveles jerárquicos superiores, lo que puede complicar la relación con elementos de niveles más bajos. Durante el PM, se pueden corregir fallas inminentes, registrándolas como cualquier otra falla. Algunas fallas menores corregidas durante el PM pueden no registrarse individualmente, y esta práctica varía entre compañías” (British Standards Institution, 2016).

### **Figura 3**

Categorías de mantenimiento según ISO 14224



*Nota.* Obtenido de Normativa ISO 14224 (British Standards Institution, 2016)

Otro tipo de mantenimiento que puede ser un subtipo de los antes mencionados y que cabe recalcar es el:

**Mantenimiento Subcontratado:** “Es un proceso económico empresarial que consiste en delegar ciertas tareas no propias de la función de una empresa, pero de igual importancia a una empresa externa especializada en la prestación de servicios de mantenimiento” (Drew, 2021).

#### 4.4. Estudio de Criticidad AMFE

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una metodología sistemática utilizada en ingeniería para identificar y evaluar los posibles modos de falla de un sistema, componente o proceso, así como para determinar sus efectos y la gravedad de estos efectos en términos de seguridad, calidad y rendimiento. El AMFE busca anticipar y mitigar posibles problemas y riesgos en productos o procesos antes de que ocurran en situaciones reales (París et al., 2004).

El AMFE se originó en la industria aeroespacial en los años 60 y fue adoptado más tarde por fabricantes de automóviles como Ford en los años 70. Hoy en día, es un método fundamental en el sector automotriz y se ha extrapolado con éxito a otros sectores. Este método, también conocido como AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), resalta los puntos críticos para eliminarlos o establecer sistemas preventivos. Su aplicación abarca desde la fase de diseño hasta diferentes áreas funcionales de la empresa, enfocándose en

elementos o procesos clave donde los fallos podrían tener consecuencias significativas (París et al., 2004). Un fallo común se puede definir como “cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida” (Asociación Española de Normalización, 2018).

#### 4.4.1. Definiciones Clave en el AMFE

**AMFE de Diseño:** Enfocado en los componentes de un producto, considerando las partes del componente y sus funciones, teniendo en cuenta las interconexiones existentes (Pursell, 2023).

**AMFE de Proceso:** Centrado en las operaciones que se realizan a lo largo del proceso productivo, operaciones de aprovisionamiento, producción, embalaje, almacenado y transporte (París et al., 2004).

**Modo de Fallo Potencial:** Definido como la forma en la que una pieza o conjunto podría fallar potencialmente, incumpliendo su propósito de diseño o proceso (Pursell, 2023).

**Causas de Fallo:** Se deben relacionar todas las causas posibles que puedan asignarse a cada modo de fallo, siendo esenciales para dirigir adecuadamente los esfuerzos de corrección. Un modo de fallo puede ser provocado por varias causas encadenadas (París et al., 2004).

**Gravedad, Frecuencia y Detectabilidad:** Evaluación de la severidad del efecto del fallo, la probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de detección previa del fallo (París et al., 2004).

**Índice de Prioridad de Riesgo (IPR):** Calculado en base a la gravedad, frecuencia y detectabilidad, orientando la priorización de intervenciones y acciones correctoras (Pursell, 2023).

**Cliente o Usuario en el AMFE:** Usuario final del producto o al destinatario del resultado del proceso que ha sido analizado. En el AMFE, el cliente varía según la fase del proceso o ciclo de vida del producto en que se aplica el método (París et al., 2004). El ciclo de

vida puede definirse como “Serie de estados por los que pasa un elemento desde su concepción hasta su eliminación” (Asociación Española de Normalización, 2018).

**Funciones de Servicio:** Son necesidades directas de los sistemas analizados. Para determinarlas, es crucial analizar las necesidades que deben satisfacerse y el impacto de estas necesidades sobre el cliente. Estas funciones permiten determinar y priorizar las acciones en el AMFE (Pursell, 2023).

**Producto en el AMFE:** El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final de un proceso, o incluso el proceso en sí. Es importante definir claramente los límites de lo que se analiza en el AMFE (Pursell, 2023).

#### **4.4.2. El Proceso Detallado del AMFE**

El AMFE es un método cualitativo que permite relacionar sistemáticamente una lista de fallos posibles con sus efectos correspondientes. Este análisis se puede utilizar para evaluar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso. Los pasos detallados incluyen (París et al., 2004):

- 1) Identificación de elementos: Se identifican los elementos o componentes del sistema o proceso que se analizarán.
- 2) Identificación de modos de falla: Se enumeran los posibles modos de falla para cada elemento, es decir, las formas en que los elementos pueden dejar de funcionar como se espera.
- 3) Evaluación de efectos: Se evalúan los efectos potenciales de cada modo de falla en términos de consecuencias para el sistema, la seguridad, la calidad y el rendimiento.
- 4) Evaluación de la gravedad: Se asigna una puntuación a la gravedad de cada efecto en función de su impacto potencial.

- 5) Identificación de causas: Se determinan las causas raíz que podrían llevar a cada modo de falla.
- 6) Evaluación de detección: Se evalúa la probabilidad de detectar el modo de falla antes de que cause un efecto adverso.
- 7) Cálculo del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR): Se calcula el IPR para cada modo de falla multiplicando las puntuaciones de gravedad, ocurrencia y detección. Esto ayuda a priorizar las acciones de mitigación.
- 8) Acciones de mitigación: Se desarrollan estrategias para mitigar los modos de falla con altos valores de IPR. Estas estrategias pueden incluir mejoras de diseño, cambios en el proceso, redundancias, controles de calidad, entre otros.
- 9) Seguimiento y revisión: Se realiza un seguimiento de las acciones de mitigación y se revisa periódicamente el AMFE para asegurarse de que siga siendo relevante y eficaz.

## **CAPÍTULO II: CODIFICACIÓN DE ACTIVOS**

### **4.5. Identificación de activos**

En la gestión eficiente de un zoológico, la identificación precisa de los activos juega un papel fundamental. Esta tarea implica no solo reconocer y listar cada elemento que contribuye al funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones, sino también comprender su ubicación, estado, y valor dentro del ecosistema del zoológico. La correcta identificación de estos activos es esencial para la planificación estratégica, la asignación de recursos, y la implementación de medidas preventivas y correctivas en el mantenimiento. Este proceso asegura una gestión más eficaz y sostenible del zoológico, garantizando así un entorno seguro y enriquecedor tanto para los animales como para los visitantes.

La tabla con la clasificación de los activos se encuentra en el anexo 1.

### **4.6. Codificación de activos**

En el contexto de la gestión de activos dentro de instituciones dedicadas al cuidado y conservación de la biodiversidad, como los zoológicos, la implementación de una metodología sistemática para la codificación de activos es fundamental para el mantenimiento eficiente y el monitoreo efectivo de los recursos. Esta sección se dedica a establecer un sistema de codificación para los activos del Zoológico Amaru, basado en los principios de la normativa ISO 14224, que establece directrices claras para la jerarquización y clasificación de activos en la industria.

La adopción de esta norma permite un enfoque estandarizado y transferible, crucial para la operatividad y la gestión estratégica del zoológico. Se abordará específicamente cuatro niveles de jerarquización de activos propuestos por la ISO 14224, adaptándolos al contexto único de un zoológico.

El sistema de codificación propuesto utiliza un código alfabético de tres caracteres para definir el sistema del activo, es decir su sección principal, un código alfabético de dos caracteres para especificar su zona o nivel en la que se encuentra el activo, un código alfanumérico de dos a tres caracteres para identificar el subsistema del activo, es decir una subárea en la que se encuentra, y un código alfanumérico de cuatro a cinco caracteres para representar el ítem mantenible, es decir, el propio activo. Esta codificación detallada no solo facilita la identificación rápida y precisa de cada activo, sino que también soporta un mejor análisis de datos y una toma de decisiones informada en cuanto al mantenimiento y la asignación de recursos. Un activo codificado podría tener un formato como AAA-BB-CCC-DDD1 o AAA-BB-CC-DDD12, donde AAA representa la categoría principal del activo, BB la ubicación, CC o CCC el subsistema y DDD1 o DDD12 el ítem mantenible. Consulte la Tabla 1 para más detalles.

**Tabla 1**

Codificación generalizada de activos según la ISO 14224.

<b>Sistema</b>	<b>Nivel</b>	<b>Subsistema</b>	<b>Ítem Mantenible</b>
3 ítems	2 ítems	2 o 3 ítems	4 o 5 ítems

*Nota.* Los activos serán codificados mediante esta taxonomía, abreviando los nombres de cada categoría

#### 4.6.1. Codificación Activos Zona Alta

La codificación de activos de la zona alta del Bioparque Amaru se ha realizado por subsistemas.

**Tabla 2**

Clínica: CL

<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Código</b>
Lavadora	1	AMR- ZA-CL-LAV1
Refrigeradora	1	AMR-ZA-CL-REF1
Calefactor 1 Calefactor 2	2	AMR-ZA-CL-CAF1 AMR- ZA-CL-CAF2



Total de activos	4	
------------------	---	--

*Nota. Activos codificados del subsistema clínica de la zona alta.*

**Tabla 3**

Quirófano: QR

Nombre	Cantidad	Código
Máquina de oxígeno	1	AMR- ZA -QR-MQO1
Monitor cardiaco	1	AMR- ZA-QR-MOC1
Total de activos	2	

*Nota. Activos codificados del subsistema quirófano de la zona alta.*

**Tabla 4**

Hospitalización: HOS

Nombre	Cantidad	Código
Computadoras	1	AMR- ZA-HOS-COM1
Impresora	1	AMR- ZA-HOS-IMP1
Generador	1	AMR- ZA-HOS-GEN1
Total de activos	3	

*Nota. Activos codificados del subsistema hospitalización de la zona alta.*

**Tabla 5**

Bodega Grande: BOG

Nombre	Cantidad	Código
Soldadora	1	AMR- ZA-BOG-SOL1
Generador	1	AMR- ZA-BOG-GEN2
Amoladoras	2	AMR- ZA-BOG-AML1 AMR- ZA-BOG-AML2
Moto tierra	1	AMR- ZA-BOG-MOT1
Hidrolavadora	1	AMR-ZA-BOG-HDL1
Taladro	1	AMR-ZA-BOG-TDR1
Total de activos	7	

*Nota. Activos codificados del subsistema bodega de la zona alta.*

**Tabla 6**

Entrada por zona alta ENT

Nombre	Cantidad	Código
Motor Eléctrico de puerta	1	AMR-ZA-ENT-EL1
Motor eléctrico de cerca	1	AMR-ZA-ENT-EL2
Total de activos	2	

*Nota. Activos codificados del subsistema entrada de la zona alta.*

**Tabla 7**

Oficina de manejo: OFM

Nombre	Cantidad	Código
Computadora	1	AMR-OFM-COM2-ZA
Proyector	1	AMR-OFM-PYR1-ZA
Total de activos	2	

*Nota. Activos codificados del subsistema oficina de la zona alta.***Tabla 8**

Cocina: COC

Nombre	Cantidad	Código
Cocina	1	AMR-COC-COC1-ZA
Refrigerador	1	AMR-COC-REF2-ZA
Calefactores	2	AMR-COC-CAF3-ZA AMR-COC-CAF4-ZA
Total de activos	4	

*Nota. Activos codificados del subsistema cocina de la zona alta.***Tabla 9**

Movilidad: MOV

Nombre	Cantidad	Código
Camioneta Toyota Hilux 4x4	1	AMR-MOV-CAM1-ZA
Polaris Yamaha	2	AMR-MOV-POL1-ZA AMR-MOV-POL2-ZA
Total de activos	3	

*Nota. Activos codificados del subsistema movilidad de la zona alta.***Tabla 10**

Nutrición: NUT

Nombre	Cantidad	Código
Congeladores	5	AMR-NUT-COG1-ZA AMR-NUT-COG2-ZA AMR-NUT-COG3-ZA AMR-NUT-COG4-ZA AMR-NUT-COG5-ZA
Refrigeradores	2	AMR-NUT-REF3-ZA AMR-NUT-REF4-ZA
Total de activos	7	

*Nota. Activos codificados del subsistema nutrición de la zona alta.***Tabla 11**

Bioterios: BIO

Nombre	Cantidad	Código
Calefactor eléctrico	2	AMR-BIO-CAF5-ZA AMR- ZA-BIO-CAF6
Licuada	3	AMR- ZA-BIO-LIC1 AMR- ZA-BIO-LIC2 AMR- ZA-BIO-LIC3
<b>Total de activos</b>	<b>5</b>	

*Nota. Activos codificados del subsistema bioterios de la zona alta.*

**Tabla 12**

Nutrición en frutas y verduras: NFV

Nombre	Cantidad	Código
Cocina	2	AMR- ZA-NFV-COC2 AMR- ZA-NFV-COC3
Refrigerador	3	AMR- ZA-NFV-REF5 AMR- ZA-NFV-REF6 AMR- ZA-NFV-REF7
Motor eléctrico	1	AMR- ZA-NFV-MEL3
<b>Total de activos</b>	<b>6</b>	

*Nota. Activos codificados del subsistema nutrición en frutas y verduras de la zona alta.*

#### 4.6.2. Codificación Activos Zona Media

La codificación de activos de la zona media del Bioparque Amaru se ha realizado por subsistemas.

**Tabla 13**

Área de reptiles: ARE

Nombre	Cantidad	Código
Fogers (Aspersor de vivero)	7	AMR-ZM-ARE-FIG1 AMR-ZM-ARE-FIG2 AMR-ZM-ARE-FIG3 AMR-ZM-ARE-FIG4 AMR-ZM-ARE-FIG5 AMR-ZM-ARE-FIG6 AMR-ZM-ARE-FIG7
Timers controlador de riego	1	AMR- ZM-ARE-TCR1
Válvulas electrohidráulicas	8	AMR-ZM-ARE-VEH1 AMR-ZM-ARE-VEH2 AMR-ZM-ARE-VEH3 AMR-ZM-ARE-VEH4

		AMR-ZM-ARE-VEH5 AMR-ZM-ARE-VEH6 AMR-ZM-ARE-VEH7 AMR-ZM-ARE-VEH8
Cables calefactores	30	AMR-ZM-ARE-CAC1 AMR-ZM-ARE-CAC2 AMR-ZM-ARE-CAC3 AMR-ZM-ARE-CAC4 AMR-ZM-ARE-CAC5 AMR-ZM-ARE-CAC6 AMR-ZM-ARE-CAC7 AMR-ZM-ARE-CAC8 AMR-ZM-ARE-CAC9 AMR-ZM-ARE-CAC10 AMR-ZM-ARE-CAC11 AMR-ZM-ARE-CAC12 AMR-ZM-ARE-CAC13 AMR-ZM-ARE-CAC14 AMR-ZM-ARE-CAC15 AMR-ZM-ARE-CAC16 AMR-ZM-ARE-CAC17 AMR-ZM-ARE-CAC18 AMR-ZM-ARE-CAC19 AMR-ZM-ARE-CAC20 AMR-ZM-ARE-CAC21 AMR-ZM-ARE-CAC22 AMR-ZM-ARE-CAC23 AMR-ZM-ARE-CAC24 AMR-ZM-ARE-CAC25 AMR-ZM-ARE-CAC26 AMR-ZM-ARE-CAC27 AMR-ZM-ARE-CAC28 AMR-ZM-ARE-CAC29 AMR-ZM-ARE-CAC30
Mantas térmicas	5	AMR-ZM-ARE-MAT1 AMR-ZM-ARE-MAT2 AMR-ZM-ARE-MAT3 AMR-ZM-ARE-MAT4 AMR-ZM-ARE-MAT5
Focos Uv	15	AMR-ZM-ARE-FOV1 AMR-ZM-ARE-FOV2 AMR-ZM-ARE-FOV3 AMR-ZM-ARE-FOV4 AMR-ZM-ARE-FOV5 AMR-ZM-ARE-FOV6 AMR-ZM-ARE-FOV7 AMR-ZM-ARE-FOV8 AMR-ZM-ARE-FOV9 AMR-ZM-ARE-FOV10

		AMR-ZM-ARE-FOV11 AMR-ZM-ARE-FOV12 AMR-ZM-ARE-FOV13 AMR-ZM-ARE-FOV14 AMR-ZM-ARE-FOV15
Focos Ceramicos	15	AMR-ZM-ARE-FOC1 AMR-ZM-ARE-FOC2 AMR-ZM-ARE-FOC3 AMR-ZM-ARE-FOC4 AMR-ZM-ARE-FOC5 AMR-ZM-ARE-FOC6 AMR-ZM-ARE-FOC7 AMR-ZM-ARE-FOC8 AMR-ZM-ARE-FOC9 AMR-ZM-ARE-FOC10 AMR-ZM-ARE-FOC11 AMR-ZM-ARE-FOC12 AMR-ZM-ARE-FOC13 AMR-ZM-ARE-FOC14 AMR-ZM-ARE-FOC15
Bombas hidráulicas	3	AMR-ZM-ARE-BOH1 AMR-ZM-ARE-BOH2 AMR-ZM-ARE-BOH3
Termostatos	15	AMR-ZM-ARE-TER1 AMR-ZM-ARE-TER2 AMR-ZM-ARE-TER3 AMR-ZM-ARE-TER4 AMR-ZM-ARE-TER5 AMR-ZM-ARE-TER6 AMR-ZM-ARE-TER7 AMR-ZM-ARE-TER8 AMR-ZM-ARE-TER9 AMR-ZM-ARE-TER10 AMR-ZM-ARE-TER11 AMR-ZM-ARE-TER12 AMR-ZM-ARE-TER13 AMR-ZM-ARE-TER14 AMR-ZM-ARE-TER15
Aspersores	70	AMR-ZM-ARE-ASP1 AMR-ZM-ARE-ASP2 AMR-ZM-ARE-ASP3 AMR-ZM-ARE-ASP4 AMR-ZM-ARE-ASP5 AMR-ZM-ARE-ASP6 AMR-ZM-ARE-ASP7 AMR-ZM-ARE-ASP8 AMR-ZM-ARE-ASP9 AMR-ZM-ARE-ASP10 AMR-ZM-ARE-ASP11

		AMR-ZM-ARE-ASP12 AMR-ZM-ARE-ASP13 AMR-ZM-ARE-ASP14 AMR-ZM-ARE-ASP15 AMR-ZM-ARE-ASP16 AMR-ZM-ARE-ASP17 AMR-ZM-ARE-ASP18 AMR-ZM-ARE-ASP19 AMR-ZM-ARE-ASP20 AMR-ZM-ARE-ASP21 AMR-ZM-ARE-ASP22 AMR-ZM-ARE-ASP23 AMR-ZM-ARE-ASP24 AMR-ZM-ARE-ASP25 AMR-ZM-ARE-ASP26 AMR-ZM-ARE-ASP27 AMR-ZM-ARE-ASP28 AMR-ZM-ARE-ASP29 AMR-ZM-ARE-ASP30 AMR-ZM-ARE-ASP31 AMR-ZM-ARE-ASP32 AMR-ZM-ARE-ASP33 AMR-ZM-ARE-ASP34 AMR-ZM-ARE-ASP35 AMR-ZM-ARE-ASP36 AMR-ZM-ARE-ASP37 AMR-ZM-ARE-ASP38 AMR-ZM-ARE-ASP39 AMR-ZM-ARE-ASP40 AMR-ZM-ARE-ASP41 AMR-ZM-ARE-ASP42 AMR-ZM-ARE-ASP43 AMR-ZM-ARE-ASP44 AMR-ZM-ARE-ASP45 AMR-ZM-ARE-ASP46 AMR-ZM-ARE-ASP47 AMR-ZM-ARE-ASP48 AMR-ZM-ARE-ASP49 AMR-ZM-ARE-ASP50 AMR-ZM-ARE-ASP51 AMR-ZM-ARE-ASP52 AMR-ZM-ARE-ASP53 AMR-ZM-ARE-ASP54 AMR-ZM-ARE-ASP55 AMR-ZM-ARE-ASP56 AMR-ZM-ARE-ASP57 AMR-ZM-ARE-ASP58 AMR-ZM-ARE-ASP59 AMR-ZM-ARE-ASP60 AMR-ZM-ARE-ASP61
--	--	--

		AMR-ZM-ARE-ASP62 AMR-ZM-ARE-ASP63 AMR-ZM-ARE-ASP64 AMR-ZM-ARE-ASP65 AMR-ZM-ARE-ASP66 AMR-ZM-ARE-ASP67 AMR-ZM-ARE-ASP68 AMR-ZM-ARE-ASP69 AMR-ZM-ARE-ASP70
<b>Total de activos</b>	<b>169</b>	

*Nota. Activos codificados del subsistema área de reptiles de la zona media.*

**Tabla 14**

Área de Acuario: ARC

<b>Nombre</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Código</b>
Sistema de aspersión automática	2	AMR-ZM-ARC-SAA1 AMR-ZM-ARC-SAA2
Lámparas para focos uv	3	AMR-ZM-ARC-LFU1 AMR-ZM-ARC-LFU2 AMR-ZM-ARC-LFU3
Focos Uv	3	AMR-ZM-ARC-FOV16 AMR-ZM-ARC-FOV17 AMR-ZM-ARC-FOV18
Calefactores	3	AMR-ZM-ARC-CAF7 AMR-ZM-ARC-CAF8 AMR-ZM-ARC-CAF9
Microscopio	1	AMR-ZM-ARC-MIC1
Oxigenadores	5	AMR-ZM-ARC-OXG1 AMR-ZM-ARC-OXG2 AMR-ZM-ARC-OXG3 AMR-ZM-ARC-OXG4 AMR-ZM-ARC-OXG5
Bombas recirculadoras	5	AMR-ZM-ARC-BRE1 AMR-ZM-ARC-BRE2 AMR-ZM-ARC-BRE3 AMR-ZM-ARC-BRE4 AMR-ZM-ARC-BRE5
Sistema independiente de aspersión	1	AMR-ZM-ARC-SIA1
Balanzas digitales	2	AMR-ZM-ARC-BD1 AMR-ZM-ARC-BD2
Estereoscopio	1	AMR-ZM-ARC-EST1
Sistema portátil de almacenamiento de energía	1	AMR-ZM-ARC-SPA1
Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua)	1	AMR-ARC-CHI1-ZM
<b>Total de activos</b>	<b>28</b>	

*Nota. Activos codificados del subsistema acuario de la zona media.*

**Tabla 15**

Área de anfibios: ADA

Nombre	Cantidad	Código
Calefactores	2	AMR-ZM-ADA-CAF10 AMR-ZM-ADA-CAF11
Bombas hidráulicas	4	AMR-ZM-ADA-BOH4 AMR-ZM-ADA-BOH5 AMR-ZM-ADA-BOH6 AMR-ZM-ADA-BOH7
Total de activos	6	

*Nota. Activos codificados del subsistema área de anfibios de la zona media.*

**Tabla 16**

Bar: BAR

Nombre	Cantidad	Código
Refrigerador	3	AMR-ZM-BAR-REF8 AMR-ZM-BAR-REF9 AMR-ZM-BAR-REF10
Freidor	1	AMR-ZM-BAR-FRE1
Plancha de cocina	1	AMR-ZM-BAR-PLC1
Cocina	1	AMR-ZM-BAR-COC4
Licuada	1	AMR-ZM-BAR-LIC4
Computador	1	AMR-ZM-BAR-COM3
Impresora	1	AMR-ZM.BAR-IMP2
Total de activos	9	

*Nota. Activos codificados del subsistema bar de la zona media.*

#### 4.6.1. Codificación Activos Zona Baja

La codificación de activos de la zona baja del Bioparque Amaru se ha realizado por subsistemas.

**Tabla 17**

Boletería: BOL

Nombre	Cantidad	Código
Computadora	1	AMR-ZB-BOL-COM4
Impresora	2	AMR-ZB-BOL-IMP3



		AMR-ZB-BOL-IMP4
Total de activos	3	

*Nota. Activos codificados del subsistema boletería de la zona baja.*

**Tabla 18**

Salida zona baja: SAL

Nombre	Cantidad	Código
Motor Eléctrico de puerta	1	AMR-ZB-SAL-MEL3
Motor eléctrico de cerca	1	AMR-ZB-SAL-MEL4
Total de activos	2	

*Nota. Activos codificados del subsistema boletería de la zona baja.*

#### 4.7. Codificación de mantenimientos

El sistema de codificación que se propone para los mantenimientos utiliza un código alfabético de dos caracteres que definen la industria del mantenimiento. Un código alfabético de tres caracteres que definen el sistema del activo, es decir su sección principal. Otro código alfabético de tres caracteres define el ítem mantenible, es decir, el activo que necesita mantenimiento. Y otro código alfabético de tres o seis caracteres que define el tipo de mantenimiento. Esta codificación facilita la identificación rápida y precisa de cada mantenimiento. Un mantenimiento codificado quedaría AA-BBB-CCC-DDD o AA-BBB-CCC-DDD-EEE. Ver tabla 2.

**Tabla 19**

Codificación generalizada de mantenimientos.

Industria	Sistema	Ítem Mantenible	Tipo de Mantenimiento
2 ítems	3 ítems	3 ítems	3 o 6 ítems
Mantenimiento: MT	Amaru: AMR	Lavadora: LAV	Correctivo: COR Predictivo: PRE <b>Subcontratados:</b> Correctivo/Subcontratado: COR-SUB

			Predictivo/Subcontratado: <b>PRE-SUB</b> En el caso que no exista mantenimiento, si no el remplazo del activo: REM
--	--	--	--

*Nota.* Los mantenimientos serán codificados mediante esta taxonomía, abreviando los nombres de cada categoría.

**Tabla 20**

Codificación específica de mantenimientos.

<b>Activo</b>	<b>Descripción Mantenimiento</b>	<b>Vida útil Estimada (Años)</b>	<b>Código Único</b>	<b>Intervalo de mantenimient o empleado por la empresa (meses)</b>
Lavadora	Mantenimiento General	10 -15	MT-AMR-LAV- COR-SUB	60
Refrigerador	Dañado los sensores Problemas eléctricos	10-15	MT-AMR-REF- COR-SUB	12
Calefactor	Ninguno	15-20	MT-AMR-CAF- REM	4
Máquina de oxígeno	Revisar el correcto funcionamiento Carga de oxígeno Revisar fugas Sistema eléctrico	5 - 10	MT-AMR-MQO- PRE-SUB	6

Monitor cardiaco	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-MOC-PRE-SUB	6
Computadora	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-COM-PRE	36
Impresora	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-IMP-COR-SUB	36
Soldadora	Mantenimiento General	10-20	MT-AMR-SOL-COR-SUB	12
Generador	Mantenimiento General	10-20	MT-AMR-GEN-PRE	6
Amoladora	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-AML-PRE-SUB	12
Hidro lavadora	CAMBIO DE RUEDAS Mantenimiento de bujías Mantenimiento Estético Mantenimiento de pistola Mantenimiento preventivo cada 4 meses	5-10	MT-AMR-HDR-COR-SUB	4
Motosierra	Fallo en sistema de escape Desgaste de cadena Mantenimiento Preventivo	5-10	MT-AMR-MOT-COR-SUB	4
Motor eléctrico	Mantenimiento Falla en control	10-20	MT-AMR-MEL-COR-SUB	12
Proyector	Ninguno	5-10	MT-AMR-PYR-REM	60

Cocina	Mantenimiento general	10-20	MT-AMR-COC-COR	Sin daños
Fogers (Aspersor de vivero)	Mantenimiento general	3-5	MT-AMR-FOG-REM	9
Timers	Ninguno	5-10	MT-AMR-TCR-REM	24
Válvulas electrohidráulicas	Ninguno	10-20	MT-AMR-VEH-REM	30
Cables calefactores	Ninguno	10-20	MT-AMR-CAC-REM	20
Mantas térmicas	Ninguno	5-10	MT-AMR-MAT-REM	12
Focos uv	Ninguno	0,4	MT-AMR-FOV-REM	4
Focos cerámicos	Ninguno	5-10	MT-AMR-FOC-REM	15
Bombas Hidráulicas	Mantenimiento General	10-20	MT-AMR-BOH-PRE	6
Termostato	Ninguno	10-15	MT-AMR-TER-REM	24
Aspersores	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-ASP-COR-SUB	4
Camioneta Toyota hilux	Mantenimiento preventivo Cada 5 km el cambio de aceite ABS de motor	15-20	MT-AMR-CAM-PRE	6
ATV Yamaha	Mantenimiento Predictivo escaso.	10-20	MT-AMR-POL-PRE	12
Freidora	Ninguno	5-10	MT-AMR-FRE-REM	60
Plancha	Ninguno	5-10	MT-AMR-PLC-REM	60
Licuadora	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-LIC-COR-SUB	36
Congeladores	Fallo de regulador de temperatura Por vejez	10-20	MT-AMR-COG-COR-SUB	3

Sistema de aspiración automática	Mantenimiento General	10-15	MT-AMR-SAA-PRE	12
Lamparas de focos uv	ninguno	0,4	MT-AMR-FOV-REM	4
Microscopio	Ninguno	10-20	MT-AMR-MIC-REM	36
Bombas recirculadoras	Mantenimiento General	10-20	MT-AMR-BRE-PRE/SUB	24
Sistema independiente de aspiración	Mantenimiento General	10-15	MT-AMR-SIA-PRE/SUB	12
Balanzas digitales	Ninguno	5-10	MT-AMR-BD-REM	60
Estereoscopio	Ninguno	10-20	MT-AMR-EST-REM	60
Sistema portátil de almacenamiento de energía	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-SPA-COR-SUB	12
Chiller	Mantenimiento General	15-25	MT-AMR-CHI-PRE	24
Taladro	Mantenimiento General	5-10	MT-AMR-TDR-COR-SUB	12
Oxigenador	Ninguno	5-10	MT-AMR-OXG-REM	9

*Nota.* Cada activo con su mantenimiento codificado, su intervalo de vida útil y un tiempo en meses del intervalo de mantenimiento que mantiene Amaru.

## 5. CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE CRITICIDAD

### 5.1. Análisis Cuantitativo-Cualitativo

En esta sección se realiza un análisis cuantitativo-cualitativo de los modos de fallo identificados en la sección anterior, utilizando la metodología del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE). El objetivo de este análisis es evaluar la criticidad de cada modo de fallo, considerando su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, su severidad o impacto en el sistema y su detectabilidad o facilidad de identificación.

Para realizar el análisis, se utiliza la tabla 21, que clasifica la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de cada modo de fallo según unos criterios establecidos y asigna un valor numérico entre 1 y 10, siendo 1 el más bajo y 10 el más alto. La tabla 21 se basa en la experiencia previa, los datos históricos y el juicio de los expertos involucrados en el proceso. La tabla 21 se muestra a continuación:

**Tabla 21**

Clasificación de la frecuencia / probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja/Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado ni una en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5

Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
------	--	-----

Después de estimar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de cada modo de fallo, el siguiente paso en el AMFE es evaluar la gravedad o severidad de cada efecto de fallo, es decir, el impacto que tiene el fallo en el cliente o usuario del producto, proceso o sistema. La gravedad se mide en una escala de 1 a 10, siendo 1 el menor impacto y 10 el mayor impacto.

Para clasificar la gravedad de cada efecto de fallo, se utiliza la tabla 22, que se basa en unos criterios definidos según el nivel de satisfacción o insatisfacción del cliente o usuario, así como el cumplimiento o incumplimiento de las normas de seguridad y calidad. La tabla 22 se muestra a continuación:

**Tabla 22**

Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el usuario.

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el operario ni siquiera se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el operario. El operario	3

	observará deterioro en el rendimiento del sistema.	
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	4
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta al funcionamiento de seguridad del proceso.	5

La tabla 23 ofrece una herramienta útil en el análisis de fallos y efectos, proporcionando una clasificación sistemática de la facilidad con la que se pueden detectar los defectos en un sistema o proceso.

La tabla divide la detectabilidad de los defectos en cinco categorías: Muy Alta, Alta, Mediana, Pequeña e Improbable. Cada categoría tiene un criterio específico que describe la probabilidad de detección del defecto y un valor numérico asociado que va del 1 al 10.

Esta clasificación ayuda a los ingenieros y técnicos a entender y cuantificar la probabilidad de que un defecto pase desapercibido y llegue al cliente final, permitiendo así la implementación de medidas correctivas y preventivas más efectivas.

**Tabla 23**

Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3



Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al operario.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse por los procedimientos establecidos.	9-10

## 5.2. Detección de fallos comunes

Esta sección se enfoca en la detección de los fallos más comunes en los activos. Se identificó y analizó los posibles modos de fallo que pueden surgir en el funcionamiento diario de los distintos activos del Bioparque Zoológico Amaru.

Los zoológicos, como cualquier otra entidad operativa, están sujetos a una variedad de fallos potenciales. Estos pueden variar desde problemas estructurales en las instalaciones hasta fallos en los sistemas de alimentación y cuidado de los animales. Cada uno de estos fallos tiene el potencial de afectar negativamente la salud y el bienestar de los animales, así como la experiencia de los visitantes.

En la tabla del anexo 2 se puede ver listado los activos cada uno con tres de sus fallos más comunes, los fallos comunes se han codificado usando la codificación de mantenimiento de cada activo definido en el capítulo anterior y con un subcódigo alfabético extra que describe el nombre del fallo del activo. Por ejemplo para el activo “Amoladoras” se tiene los siguientes fallos listados y codificados en la tabla 24.

### Tabla 24

Fallos comunes codificados de las amoladoras

Amoladoras	Desgaste de escobillas.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-DES
	Problemas en el interruptor.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-PRO
	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-SOB

*Nota.* Codificación de fallos comunes del activo “Amoladora”

### 5.3. Definición de la frecuencia del fallo

La frecuencia del fallo se refiere a la regularidad con la que un fallo específico ocurre en un activo determinado durante un período de tiempo establecido. Esta métrica es crucial para entender y evaluar el rendimiento y la confiabilidad del activo. Se puede calcular mediante el análisis histórico de datos, pruebas, inspecciones y mantenimiento realizado.

Se realizó un análisis exhaustivo de los registros históricos de mantenimiento y operación de los activos del zoológico. Se contabilizaron los incidentes de fallos y se normalizaron en función del tiempo de operación para obtener una medida de la frecuencia de fallos. Luego con ayuda de la tabla 21 se asignó un valor para la frecuencia a cada fallo de cada activo.

### 5.4. Definición de la gravedad del fallo

La gravedad del fallo se refiere al impacto potencial que un fallo específico puede tener en el activo, las operaciones o la seguridad. Esta métrica es crucial para entender y evaluar el riesgo asociado con cada fallo.

Se puede calcular considerando factores como los costos asociados con la reparación, el tiempo de inactividad y los posibles riesgos para la seguridad o el medio ambiente. Se realizó un análisis detallado de cada tipo de fallo identificado para los activos del zoológico. Se evaluó el impacto potencial de cada fallo y se asignó un valor de gravedad basado en criterios

predefinidos. Luego, con la ayuda de la tabla 22, se asignó un valor para la gravedad a cada fallo de cada activo.

### **5.5. Definición de la detectabilidad del fallo**

La detectabilidad del fallo se refiere a la capacidad para identificar y reconocer un fallo antes o después de que ocurra. Esta métrica es crucial para entender y evaluar la eficacia de los sistemas de monitoreo y alerta existentes.

Se puede calcular considerando la naturaleza de los síntomas del fallo y las capacidades de las herramientas de monitoreo disponibles. Se evaluó la eficacia de los sistemas de monitoreo y alerta existentes en el zoológico para cada tipo de fallo identificado. Se asignaron valores más altos a aquellos fallos que son más difíciles de detectar debido a limitaciones en las herramientas de monitoreo o a la naturaleza sutil de los síntomas del fallo. Luego, con la ayuda de la tabla 23, se asignó un valor para la detectabilidad a cada fallo de cada activo.

### **5.6. Cálculo del Número Prioritario de Riesgo o NPR**

El Número Prioritario de Riesgo (NPR) es una métrica que se utiliza en el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para priorizar los fallos según su importancia. Se calcula como el producto de tres factores: la frecuencia del fallo, la gravedad del fallo y la detectabilidad del fallo.

Se ha calculado el NPR para cada fallo de cada activo del zoológico utilizando los valores de frecuencia, gravedad y detectabilidad que se ha definido en las secciones anteriores. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{NPR} = \text{Frecuencia} \times \text{Gravedad} \times \text{Detectabilidad}$$

Donde:

La **Frecuencia** es el valor asignado a la regularidad con la que ocurre un fallo específico, como se definió en la sección 5.3.

La **Gravedad** es el valor asignado al impacto potencial de un fallo, como se definió en la sección 5.4.

La **Detectabilidad** es el valor asignado a la capacidad para identificar un fallo, como se definió en la sección 5.5.

Los fallos con un NPR más alto serán considerados como los más críticos y requerirán una atención prioritaria para su mitigación o eliminación. Este enfoque permitió centrar esfuerzos en los fallos que presentan el mayor riesgo para la operación del zoológico y el bienestar de los animales.

### 5.7. Matrices de Riesgo elaboradas con la norma española UNE-EN 60812

La norma española por parte de UNE Normalización Española (2021) presenta la matriz de riesgo para el análisis modal de fallos y efectos o AMFE. Estas matrices son herramientas que permiten representar de forma gráfica la relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso y la severidad de sus consecuencias. Para elaborar una matriz de riesgo, se debe identificar primero los fallos más críticos que pueden ocurrir en el activo.

En la tabla 25 se tiene una matriz que calcula el nivel de riesgo con la probabilidad y la gravedad de que ocurra un evento. Para esto la matriz tiene dos ejes, uno para la gravedad en el eje horizontal, y otro para la probabilidad o frecuencia en el eje vertical. La norma asigna cinco valores para el eje vertical o de probabilidad de ocurrencia y cuatro valores para el horizontal o de gravedad.

**Tabla 25**

Valor de la matriz de riesgo según la norma española UNE-EN 60812

<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>A</b>	5	10	15	20
	<b>B</b>	4	8	12	16
	<b>C</b>	3	6	9	12
	<b>D</b>	2	4	6	8
	<b>E</b>	1	2	3	4
	<b>0</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>

	<b>Gravedad</b>
--	-----------------

*Nota.* Los valores de la tabla están etiquetados con números del 1 al 20, indicando diferentes niveles de riesgo. Son el producto de la gravedad y la probabilidad para cada combinación posible. Obtenido de (UNE Normalización Española, 2021)

Para elaborar la matriz de fallos comunes de los activos del Bioparque Amaru, se ha ajustado la escala de la matriz de riesgo para que los valores de gravedad y frecuencia de los fallos se correspondan con los intervalos establecidos en el AMFE de fallos realizado.

**Tabla 26**

Valor de la matriz de riesgo adaptado al AMFE realizado anteriormente

<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>(8, 10]</b>	25	50	75	100
	<b>(6, 8]</b>	20	40	60	80
	<b>(4, 6]</b>	15	30	45	60
	<b>(2, 4]</b>	10	20	30	40
	<b>(0, 2]</b>	5	10	15	20
	<b>0</b>	<b>(0, 2.5]</b>	<b>(2.5, 5]</b>	<b>(5, 7.5]</b>	<b>(7.5, 10]</b>
	<b>Gravedad</b>				

*Nota.* Los valores de la tabla están etiquetados con números del 1 al 100, indicando diferentes niveles de riesgo. Son el producto de la gravedad y la probabilidad más alta del intervalo de una región para cada combinación posible.

### 5.7.1. Matriz de riesgo de activos eléctricos

Esta matriz aborda los riesgos asociados a los componentes eléctricos del Bioparque Amaru. Se han identificado y priorizado los fallos eléctricos de acuerdo con su NPR, con un enfoque en aquellos con un número prioritario de riesgo mayor que 90. Se puede ver los activos identificados con sus fallos críticos, su número prioritario de riesgo, su gravedad y frecuencia en la tabla 27.

**Tabla 27**

Activos eléctricos y NPR, gravedad y frecuencia de sus fallos críticos

Activo	Fallo común	Valor NPR	Gravedad	Frecuencia
Cables calefactores	Sobrecalentamiento	392	7	8
	Corto circuito	240	10	8
Monitor cardiaco	Problemas de batería	96	8	2
Congeladores	Problemas en el termostato	256	8	8
	Fallo de regulador de temperatura	192	8	8
	Fugas de refrigerante	144	6	8
Refrigeradora	Fallo de sensores	144	6	8
	Problemas en el sistema de enfriamiento	96	6	8
	Fugas de refrigerante	96	3	8
Proyector	Problemas en la lampara	96	8	4
Fogers(Aspersor de vivero)	Obstrucción de boquillas	126	6	7
	Des continuidad eléctrica	144	6	8

	Problemas de calibración	120	5	8
Timers controladores	Fallos en la programación	96	6	8
	Problemas de alimentación	128	8	8
Focos Uv	Fallo en la lampara	100	10	5
Focos cerámicos	Fallos en los elementos calefactores	108	6	6
Sistema de aspersión automática	Programación o configuración incorrecta	144	6	8
Aspersores	Obstrucción de la boquilla	120	6	10

*Nota.* El número prioritario de riesgo NPR se ha obtenido como producto de la gravedad, frecuencia y una variable extra del análisis modal de fallos y efectos (AMFE), detectabilidad.

Con ayuda de la tabla 27 se ha realizado la matriz de riesgo para los activos eléctricos con potenciales fallos críticos, esta matriz está en la tabla 28.

**Tabla 28**

Matriz de riesgo para fallos de activos eléctricos

<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>(8, 10]</b>			<b>Aspersores</b> <i>Obstrucción de la boquilla (120)</i>	
	<b>(6, 8]</b>		<b>Refrigeradora</b> <i>Fugas de refrigerante (96)</i> <b>Fogers (Aspersor de vivero)</b> <i>Problemas de calibración (120)</i>	<b>Cables calefactores</b> <i>Sobrecalentamiento (392)</i> <b>Congeladores</b> <i>Fugas de refrigerante (144)</i> <b>Refrigeradora</b> <i>Fallo de sensores (144)</i> <i>Problemas en el sistema de enfriamiento (96)</i> <b>Fogers (Aspersor de vivero)</b> <i>Obstrucción de boquillas (126)</i> <i>Descontinuidad eléctrica (144)</i> <b>Timers controladores</b> <i>Fallos en la programación (96)</i> <b>Sistema de aspersión automática</b> <i>Programación o configuración incorrecta (144)</i>	<b>Cables calefactores</b> <i>Corto circuito (240)</i> <b>Congeladores</b> <i>Problemas en el termostato (256)</i> <i>Fallo de regulador de temperatura (192)</i> <b>Timers controladores</b> <i>Problemas de alimentación (128)</i>
	<b>(4, 6]</b>			<b>Focos cerámicos</b> <i>Fallos en los elementos calefactores (108)</i>	<b>Focos Uv</b> <i>Fallo en la lampara (100)</i>
	<b>(2, 4]</b>				<b>Proyector</b> <i>Problemas en la lampara (96)</i>
	<b>(0, 2]</b>				<b>Monitor cardiaco</b> <i>Problemas de batería (96)</i>
	<b>0</b>	<b>(0, 2.5]</b>	<b>(2.5, 5]</b>	<b>(5, 7.5]</b>	<b>(7.5, 10]</b>
	<b>Gravedad</b>				



### 5.7.2. Matriz de riesgo de activos mecánicos

La matriz de riesgo de activos mecánicos se centra en los riesgos derivados de componentes mecánicos presentes en el Bioparque Amaru. Aquí, se han evaluado y clasificado los fallos mecánicos según su NPR, priorizando aquellos con un mayor nivel de riesgo. Se puede ver los activos identificados con sus fallos críticos, su número prioritario de riesgo, su gravedad y frecuencia en la tabla 29.

**Tabla 29**

Activos mecánicos y NPR, gravedad y frecuencia de sus fallos críticos

Activo	Fallo común	Valor NPR	Gravedad	Frecuencia
Camioneta hilux	Cambio del kit de embrague	108	6	3
Motor cierra	Desgaste en la cadena	144	6	8
Hidrolavadora	Obstrucción de filtros	210	7	6
	Fallo en el motor	168	7	8
ATV Yamaha	Fallo en el sistema de freno	120	6	5
	Desgaste de embrague	120	5	8
Oxigenadores	Obstrucción de los filtros	96	8	4

Chiller	Fallo de la bomba de circulación	108	9	4
---------	----------------------------------	-----	---	---

*Nota.* El número prioritario de riesgo NPR se ha obtenido como producto de la gravedad, frecuencia y una variable extra del análisis modal de fallos y efectos (AMFE), detectabilidad.

Con ayuda de la tabla 29 se ha realizado la matriz de riesgo para los activos eléctricos con potenciales fallos críticos, esta matriz está en la tabla 30.

**Tabla 30**

Matriz de riesgo para fallos de activos mecánicos

<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	(8, 10]				
	(6, 8]		<b>ATV Yamaha</b> <i>Desgaste de embrague (120)</i>	<b>Motosierra</b> <i>Desgaste en la cadena (144)</i> <b>Hidrolavadora</b> <i>Fallo en el motor (168)</i>	
	(4, 6]			<b>Hidrolavadora</b> <i>Obstrucción de filtros (210)</i> <b>ATV Yamaha</b> <i>Fallo en el sistema de freno (120)</i>	
	(2, 4]			<b>Camioneta hilux</b> <i>Cambio del kit de embrague (108)</i>	<b>Oxigenadores</b> <i>Obstrucción de los filtros (96)</i> <b>Chiller</b> <i>Fallo de la bomba de circulación (108)</i>
	(0, 2]				
	0	(0, 2.5]	(2.5, 5]	(5, 7.5]	(7.5, 10]
	<b>Gravedad</b>				

### 5.7.3. Matriz de riesgo de activos hidráulicos

En esta sección, se presenta la matriz de riesgo para los activos hidráulicos del zoológico. Se han considerado los fallos hidráulicos en función de su NPR, con especial

atención a aquellos con un número prioritario de riesgo superior a 90. Se puede ver los activos identificados con sus fallos críticos, su número prioritario de riesgo, su gravedad y frecuencia en la tabla 31.

**Tabla 31**

Activos hidráulicos y NPR, gravedad y frecuencia de sus fallos críticos

Activo	Fallo común	Valor NPR	Gravedad	Frecuencia
Bombas hidráulicas	Cavitacion por flujo inadecuado	120	6	5
Válvulas electrohidráulicas	Bobinas quemadas	105	7	5
Bombas recirculables	Fallo en el motor o en el impulsor	135	9	5
Sistema independiente de aspersion	Mal funcionamiento de la bomba	128	8	4

*Nota.* El número prioritario de riesgo NPR se ha obtenido como producto de la gravedad, frecuencia y una variable extra del análisis modal de fallos y efectos (AMFE), detectabilidad.

Con ayuda de la tabla 31 se ha realizado la matriz de riesgo para los activos eléctricos con potenciales fallos críticos, esta matriz está en la tabla 32.

**Tabla 32**

Matriz de riesgo para fallos de activos hidráulicos

<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>(8, 10]</b>				
	<b>(6, 8]</b>				
	<b>(4, 6]</b>			<b>Válvulas electrohidráulicas</b> <i>Bobinas quemadas (105)</i> <b>Bombas hidráulicas</b> <i>Cavitacion por flujo inadecuado (120)</i>	<b>Bombas recirculables</b> <i>Fallo en el motor o en el impulsor (135)</i>
	<b>(2, 4]</b>				<b>Sistema independiente de aspersión</b> <i>Mal funcionamiento de la bomba (128)</i>
	<b>(0, 2]</b>				
	<b>0</b>	<b>(0, 2.5]</b>	<b>(2.5, 5]</b>	<b>(5, 7.5]</b>	<b>(7.5, 10]</b>
	<b>Gravedad</b>				

## 6. CONCLUSIONES

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) ha demostrado ser una herramienta invaluable en la gestión de activos de un zoológico. A través de este análisis, se ha logrado identificar y cuantificar los riesgos asociados con 126 fallos potenciales en 42 activos diferentes. Este logro se alinea directamente con el objetivo de evaluar y gestionar los riesgos vinculados a los activos, proporcionando una visión detallada de las posibles amenazas.

El cálculo del Número Prioritario de Riesgo (NPR) para cada fallo ha demostrado ser una herramienta valiosa y estratégica para la asignación de recursos destinados a la mitigación y prevención de riesgos en el Zoológico Bioparque AMARU. Al identificar y focalizar la atención en los fallos con un NPR más alto, se garantiza una asignación estratégica de recursos para abordar los mayores riesgos.

En el ámbito de los activos hidráulicos, se destacan varios fallos críticos que demandan atención inmediata. Entre ellos, se encuentran las válvulas electrohidráulicas con un NPR de 105, las bombas hidráulicas con cavitación por flujo inadecuado, presentando un NPR de 120, y el sistema independiente de aspersion con mal funcionamiento de la bomba, con un NPR de 128. Estos fallos representan los mayores riesgos para la operación del zoológico y el bienestar de los animales, justificando una atención prioritaria y estratégica.

Asimismo, en el ámbito de los activos mecánicos, se identifican fallos críticos que requieren intervención inmediata. Destacan el desgaste de embrague en el ATV Yamaha con un NPR de 120, el desgaste en la cadena de la motosierra con un NPR de 144, y el fallo en el motor de la hidro lavadora con un NPR de 168. La gestión proactiva de estos fallos es esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad en las operaciones del zoológico.

En cuanto a los activos eléctricos, se han identificado fallos críticos que demandan una atención especial. Entre ellos, se destacan el sobrecalentamiento de los cables calefactores con un NPR de 392, los problemas en el termostato de los congeladores con un NPR de 256, y el

corto circuito en los cables calefactores con un NPR de 240. Estos fallos eléctricos representan riesgos significativos para la integridad de los activos.

A pesar de estos avances, es crucial reconocer que el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es un proceso dinámico y continuo. La gestión de riesgos no se detiene en la identificación inicial, sino que evoluciona con la recopilación constante de datos y una comprensión en constante crecimiento de los activos y sus posibles fallos. La adaptabilidad se presenta como un elemento clave, ya que los valores de frecuencia, gravedad y detectabilidad, y por ende el NPR, pueden requerir ajustes a medida que se acumula más información.

En conclusión, este estudio no solo ha contribuido al campo de la gestión de activos en zoológicos, sino que también ha proporcionado un enfoque estructurado y cuantitativo respaldado por datos tangibles. La implementación exitosa del AMFE en el Zoológico Bioparque AMARU destaca su relevancia y fortalece su consideración como una práctica fundamental en la gestión de activos en diversos entornos similares, respaldado por los resultados específicos obtenidos durante la investigación.

## **7. RECOMENDACIONES**

La formación y la concienciación del personal del zoológico sobre la importancia del AMFE y cómo contribuye a la gestión de activos puede mejorar la eficacia de las medidas de mitigación y prevención de fallos.

La colaboración con expertos de diferentes disciplinas puede proporcionar una visión más completa de los posibles fallos y sus efectos. Esto podría incluir veterinarios, biólogos, ingenieros, y personal de mantenimiento.

Considera la posibilidad de explorar otras técnicas de gestión de riesgos y comparar su eficacia con la del AMFE. También se podría investigar cómo integrar estas técnicas con el AMFE para una gestión de activos más efectiva.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agropinos. (2022). *Sistemas de riego por aspersión: Todo lo que debe saber*.  
<https://www.agropinos.com/blog/sistema-de-riego-por-aspersion>
- Alarcón, I. (2019). *20 zoológicos en Ecuador volcados a la rehabilitación de víctimas de tráfico ilegal*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/20-zoologicos-volcados-rehabilitacion-victimas.html>
- ASALE, R.-, & RAE. (2014a). *Calefactor, calefactora* / *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.  
<https://dle.rae.es/calefactor>
- ASALE, R.-, & RAE. (2014b). *Cocina* / *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/cocina>
- ASALE, R.-, & RAE. (2014c). *Generador, generadora* / *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.  
<https://dle.rae.es/generador>
- ASALE, R.-, & RAE. (2014d). *Proyector* / *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/proyectora>
- Asociación Española de Normalización. (2018). *Terminología del mantenimiento*. COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN.
- Autopuerta. (2020). *¿Qué tipo de motores se utilizan en un portón eléctrico?* Autopuerta.net: Puertas de cochera y portones automáticos. <https://autopuerta.net/que-tipo-de-motores-se-utilizan-en-un-porton-electrico/>
- Blueshark. (2022, febrero 21). Lámpara UV: ¿Cuál Es Su Uso? - BLUE SHARK. *Blue Shark Sistemas de purificación y esterilización*. <https://blue-shark.com/es/lampara-uv/>



- Bricalia. (2022). *¿QUÉ ES UNA AMOLADORA Y QUÉ USOS LE PODEMOS DAR? -*.  
Bricalia. <https://bricalia.com/es/blog/blog-de-herramientas-jardin-y-hogar-bricalia/que-es-una-amoladora-y-que-usos-le-podemos-dar>
- British Standards Institution. (2016). *BS EN ISO 14224:2016: Petroleum, petrochemical and natural gas industries—Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. British Standards Institution.
- Clancy, M. (2022). *Management of Zoo Animals—Exotic and Laboratory Animals*. MSD Veterinary Manual. <https://www.msdsvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/zoo-animals/management-of-zoo-animals>
- Connor, N. (2019, septiembre 22). *¿Qué es la manta térmica y cómo funciona la manta térmica de emergencia? - Definición*. Thermal Engineering. <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-manta-termica-y-como-funciona-la-manta-termica-de-emergencia-definicion/>
- Consumoteca. (2019, octubre 18). *Congelador. Definición y tipos de congeladores (actualizado 2020)*. Consumoteca. <https://www.consumoteca.com/electrodomesticoss/congelador/>
- Davis, R. (2008). *Introducción a la gestión de activos*. The Institute of Asset Management. <https://eatechnology.com/media/idrjutri/introduccion-a-la-gestion-de-activos-esp%C3%B1ol.pdf>
- De Maquinas y Herramientas. (2014). *Hidrolavadoras—Tipos y Partes | De Máquinas y Herramientas*. <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/hidrolavadoras-tipos-y-usos>
- De Maquinas y Herramientas. (2018, agosto 11). *Introducción a la motosierra. De Máquinas y Herramientas*. <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-corte/introduccion-a-la-motosierra>

- Drew. (2021, diciembre 30). *Outsourcing de mantenimiento: ¿Cuándo sí, cuándo no?*  
<https://blog.wearedrew.co/mantenimiento/outsourcing-de-mantenimiento-cuando-si-cuando-no>
- DrTango. (2022, octubre 26). *Monitores de eventos cardíacos: MedlinePlus enciclopedia médica.* <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007700.htm>
- Ecochillers. (2023). *¿Qué es un Chiller? – Ecochillers.* <https://ecochillers.net/que-es-un-chiller/>
- Editorial Etecé. (2023, noviembre 19). *Computadora—Concepto, tipos, componentes y generaciones.* <https://concepto.de/>. <https://concepto.de/computadora/>
- Elementos Calefactores. (2023). *Elementos Calefactores AS.*  
<https://elementoscalefactores.com/>
- Energy5. (2023). *Sistemas portátiles de almacenamiento de energía El futuro de la electricidad.* Energy5. <https://energy5.com/es/sistemas-port225tiles-de-almacenamiento-de-energ237a-el-futuro-de-la-electricidad>
- Gandhi, M. (2019, noviembre 27). *Temporizadores PLC: Definición y usos industriales - AUTYCOM.* <https://www.autycom.com/temporizadores-plc-definicion-y-usos/>,  
<https://www.autycom.com/temporizadores-plc-definicion-y-usos/>
- Google. (2023). *Google Maps. Google Maps.*  
[https://www.google.com/maps/place/Amaru+Bioparque+Cuenca/@-2.8920192,-78.9674962,14.67z/data=!4m6!3m5!1s0x91cd19c35eb45559:0xeaba4154b64349cc!8m2!3d-2.8952283!4d-78.9570356!16s%2Fg%2F11dzdyrdn\\_?entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/Amaru+Bioparque+Cuenca/@-2.8920192,-78.9674962,14.67z/data=!4m6!3m5!1s0x91cd19c35eb45559:0xeaba4154b64349cc!8m2!3d-2.8952283!4d-78.9570356!16s%2Fg%2F11dzdyrdn_?entry=ttu)
- Grundfos. (2020). *Bomba de recirculación.* <https://www.grundfos.com/es/learn/research-and-insights/recirculation-pump>
- Hanson, J. (2014). *Sustainable food procurement in British and Irish zoos | Emerald Insight.*  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-02-2013-0035/full/html>

- Hossain, I. (2021, diciembre 21). *Zoo Operations & Management | WORLDWIDE ZOO CONSULTANTS*. <https://worldwidezoo.com/zoo-operations-management/>
- Inventto. (2023). *¿Qué es una freidora industrial?* Inventto Group. <https://inventtogroup.com/blogs/inventto-group/freidora-industrial>
- Machón, E. (2023, noviembre 25). *Las 12 mejores planchas eléctricas de cocina*. Micasa Revista. <https://www.micasarevista.com/recetas-trucos-cocina/a34664051/planchas-cocina-electricas-amazon/>
- Martinez, I. M. (2019, marzo 5). *¿Qué es una bomba hidráulica? Fabricación de equipamiento hidráulico auxiliar | Bezares*. <https://bezares.com/es-mx/que-es-una-bomba-hidraulica/>
- Meaning88. (2018). *Definition of OXYGENATOR*. <http://www.meaning88.com/dictionary/oxygenator>
- Mecafenix, A. (2022, abril 13). *Que es un termostato y para que sirve*. *Ingeniería Mecafenix*. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/termostato/>
- París, C. M., Ramos, R. O., & Belloví, M. B. (2004). *Análisis modal de fallos y efectos*. *AMFE*. 2-5.
- Pérez, J. (2023). *Definicion.de Heladera*. Definición.de. <https://definicion.de/heladera/>
- Pérez, J., & Ana, G. (2019). *Definicion.de Lavarropas*. Definición.de. <https://definicion.de/lavarropas/>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2022). *Definicion.de Aspersor*. Definición.de. <https://definicion.de/aspersor/>
- Petbox. (2020). *Emisor de calor ceramico 100W | Pet Box Guatemala*. <https://www.petbox.com.gt/producto/emisor-de-calor-ceramico-100w/>
- Pursell, S. (2023, de agosto de). *Cómo hacer un AMEF paso a paso con ejemplo*. <https://blog.hubspot.es/marketing/amef>

- Quino, J. (2019). *Balanza Digital*. Sistema de Gestión de la Información sobre la Investigación (CRIS Ulima). <https://cris.ulima.edu.pe/es/equipments/balanza-digital>
- RAE. (2014a). *Impresor, impresora* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/impresor>
- RAE. (2014b). *Licuada* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/licuada>
- RAE. (2022). *Taladro* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/taladro>
- Reverso. (2020). *Soldadura*. <https://dictionary.reverso.net/spanish-english/soldadura>
- Rock. (2023, agosto 30). *Sistemas de aspersión: Tipos, componentes y principales beneficios*. Blog | Tecnología para la Agricultura. <https://bloglatam.jacto.com/sistemas-de-aspersion/>
- Rosmiman. (2016, mayo 20). Assets & Facilities Maintenance Management for the Zoo & Aquarium Public Institution in Al Ain, UAE. *Rosmiman*. <https://rosmiman.com/en/case-study/assets-facilities-maintenance-management-for-the-zoo-aquarium-public-institution-in-al-ain-uae/>
- Sánchez Lera, R. M., & Oliva García, N. R. (2015). Historia del microscopio y su repercusión en la Microbiología. *Humanidades Médicas*, 15(2), 355-372.
- Senninger. (2019). *Fogger* | *Aspersor de vivero e invernadero* | *Senninger*. <https://www.senninger.com/es/product/fogger>
- Significados.com. (2013). *Estereoscopio*. *Significados*. <https://www.significados.com/estereoscopio/>
- Sistemas de Calefaccion. (2020). Calefactores eléctricos. *Calefactor de ambientes*. <https://www.sistemasdecalefaccion.com/calefactores-electricos/>

- Straight, B. (2019, agosto 20). *From A to Z: How animals get to aquariums and zoos, and everywhere in between*. FreightWaves. <https://www.freightwaves.com/news/from-a-to-z-how-animals-get-to-aquariums-and-zoos-and-everywhere-in-between>
- Tameson. (2023). *Válvulas hidráulicas—Cómo funcionan*. Tameson.es. <https://tameson.es/pages/valvulas-hidraulicas-como-funcionan>
- Terapia Cpap. (2023). *¿Qué es un concentrador de oxígeno y para qué sirve?* <https://www.terapiacpap.com/que-es-un-concentrador-de-oxigeno-y-para-que-sirve/>
- Toyota. (2023). *Conoce las capacidades y características del Toyota Hilux | Toyota*. <https://www.toyota.com.gt/caracteristicas/caracteristicas-del-toyota-hilux>
- UNE Normalización Española. (2021, diciembre 30). *UNE-EN 60812:2008 Técnicas de análisis de la fiabilidad de sis...* <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042461>
- Yamaha. (2023). *Land Mobility: All-Terrain Vehicles & Recreational Off-highway Vehicles - Business Operations*. YAMAHA MOTOR CO., LTD. <https://global.yamaha-motor.com/about/business/atv-rov/>

## Anexos

### Anexo 1: Identificación y clasificación de activos

Activos Eléctricos		
Activo	Ubicación	Descripción
Amoladoras	Zona alta	“Una amoladora es una herramienta que puede ser eléctrica o inalámbrica, 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” (Bricalia, 2022)
Cables calefactores	Zona alta	“Conductores de calentamiento arrollados en espiral sobre un conductor de alimentación de dos polos, recubierto con silicona térmica, y con puntos de contacto cada metro lineal.” (Elementos Calefactores, 2023)
Calefactores eléctricos	Zona alta- Zona media	“Dispositivos que producen energía calorífica a partir de la energía eléctrica, generalmente mediante el efecto Joule. Incorporan un ventilador para distribuir el aire caliente.” (Sistemas de Calefacción, 2020)
Máquina de oxígeno	Zona alta	“Un concentrador de oxígeno es un dispositivo médico que proporciona terapia de oxígeno de bajo flujo a pacientes con insuficiencias respiratorias.” (Terapia Cpap, 2023)
Monitor Cardíaco	Zona alta	“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.” (DrTango, 2022)
Computadora	Zona alta- Zona media- Zona Baja	“Máquina digital programable, de funcionamiento electrónico, que procesa grandes cantidades de datos a

		altas velocidades.” (Editorial Etecé, 2023)
Congeladores	Zona alta	“Dispositivo de refrigeración que comprende un compartimento de un aislamiento térmico y un mecanismo de transferencia de calor con el medio externo, de modo que el contenido del compartimento esté a una temperatura bajo 0 °C, normalmente -30 °C a -4°C.” (Consumoteca, 2019)
Lavadora	Zona alta	“Es un aparato electromecánico, de uso doméstico o industrial, utilizado para lavar ropa.” (Pérez & Ana, 2019)
Refrigeradora	Zona alta- zona baja	“La heladera es un electrodoméstico que genera frío para posibilitar la conservación de los alimentos y de otros productos.” (Pérez, 2023)
Impresora	Zona alta- Zona media- Zona Baja	“Máquina que, conectada a una computadora u otro dispositivo electrónico, imprime los resultados de las operaciones.” (RAE, 2014a)
Soldadora	Zona alta	“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.” (Reverso, 2020)
Taladro	Zona alta	“Es una herramienta aguda o cortante con que se agujerea la madera u otra cosa.” (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.” (ASALE & RAE, 2014d)
Licuadora	Zona alta- Zona media	“Aparato eléctrico para licuar frutas u otros alimentos.” (RAE, 2014b)
Fogers (Aspersor de vivero)	Zona media	“Dispositivo utilizado en viveros e invernaderos para controlar las condiciones climáticas.” (Senninger, 2019)
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)

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.” (ASALE & RAE, 2014a)
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.” (ASALE & RAE, 2014b)
Generador	Zona alta- Zona media	“En las máquinas, dispositivo que produce la fuerza o energía.” (ASALE & RAE, 2014c)
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)
Hidro lavadora	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.” (Sánchez Lera & Oliva García, 2015)
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)

Activos Hidráulicos		
Activo	Ubicación	Descripción
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)

## Anexo 2. Análisis modal de fallos y efectos

Activo	Fallos Comunes	Código	Frecuencia	Gravedad	Detectabilidad	Valor NPR	Recomendaciones	Intervalo recomendado de mantenimiento (meses)
Amoladoras	Desgaste de escobillas.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-DES	2	7	1	14	Verifica las escobillas regularmente, especialmente si notas una disminución en el rendimiento de la amoladora.	3
	Problemas en el interruptor.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-PRO	2	6	3	36	Inspecciona el interruptor periódicamente para asegurarte de que esté funcionando correctamente.	3
	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-AML-PRE-SUB-SOB	2	4	4	32	Evita el uso continuo y excesivo. Permite que la amoladora se enfríe entre sesiones de trabajo prolongadas.	6
Cables calefactores	Daños por flexiones.	MT-AMR-CAC-REM-DAN	2	4	6	48	Evite doblar bruscamente los cables calefactores durante la instalación y el manejo. Utilice curvas suaves y asegúrese de que no haya tensiones excesivas en los puntos de flexión.	6

	Sobrecalentamiento.	MT-AMR- CAC-REM- SOB	8	7	7	392	Verifique que la potencia eléctrica suministrada sea la adecuada para los cables calefactores. Asegúrese de que no haya obstrucciones que impidan la disipación de calor. Monitoree la temperatura durante el uso y asegúrese de que no exceda las especificaciones del fabricante.	12
	Cortocircuito.	MT-AMR- CAC-REM- COR	8	10	3	240	Instale los cables calefactores de manera segura, evitando conexiones eléctricas deficientes. Utilice sistemas de protección contra cortocircuitos, como fusibles o interruptores de circuito. Realice pruebas periódicas para asegurarse de que no haya cortocircuitos.	3
Calefactores eléctricos	Fallos en el termostato.	MT-AMR- CAF-REM- FAL	3	4	4	48	Verifique la calibración del termostato regularmente para garantizar una temperatura precisa. Realice pruebas periódicas del termostato y reemplace cualquier componente defectuoso. Además, asegúrese de que no haya obstrucciones que afecten la lectura de la temperatura.	5

	Resistencias quemadas.	MT-AMR-CAF-REM-RES	5	2	5	50	Monitoree el estado de las resistencias regularmente para detectar signos de sobrecalentamiento. Verifique la potencia suministrada y asegúrese de que coincida con las especificaciones del fabricante. Reemplace las resistencias quemadas inmediatamente para evitar riesgos de seguridad.	3
	Problemas de cableado.	MT-AMR-CAF-REM-PRO	3	3	4	36	Realice inspecciones visuales del cableado para identificar posibles problemas, como conexiones sueltas o desgaste del aislamiento. Asegúrese de que todas las conexiones estén seguras y sin cortocircuitos. Utilice herramientas de medición para verificar la continuidad eléctrica.	6
Máquina de oxígeno	Filtros obstruidos.	MT-AMR-MQO-PRE-SUB-FIL	2	3	2	12	Inspeccione y limpie los filtros de la máquina de oxígeno cada 2 semanas para garantizar un flujo de oxígeno sin obstrucciones.	0.5
	Carga de oxígeno.	MT-AMR-MQO-PRE-SUB-CAR	2	2	3	12	Verifique los niveles de oxígeno semanalmente y recargue o reemplace los tanques según sea necesario para mantener un suministro constante.	3

	Problemas de sensores.	MT-AMR-MQO-PRE-SUB-PRO	2	7	2	28	Realice pruebas regulares de los sensores de la máquina de oxígeno para asegurarse de su precisión y funcionamiento adecuado. Siga las instrucciones del fabricante para la calibración y ajuste de los sensores.	1
Monitor Cardiac	Problemas de batería.	MT-AMR-MOC-PRE-SUB-PRB	2	8	6	96	Verifique la duración de la batería regularmente y reemplace las baterías agotadas de inmediato.	3
	Fallos en los sensores.	MT-AMR-MOC-PRE-SUB-FAL	2	7	6	84	Realice pruebas regulares de los sensores del monitor cardiaco para asegurarse de su funcionamiento correcto. Limpie los sensores según las instrucciones del fabricante y realice calibraciones periódicas.	1
	Problemas de software.	MT-AMR-MOC-PRE-SUB-PRO	1	7	6	42	Mantenga el software del monitor cardiaco actualizado siguiendo las instrucciones del fabricante. Realice verificaciones regulares de la integridad del software y contacte al soporte técnico ante cualquier anomalía.	3



Computadora	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-COM-PRE-SUB-SOB	2	7	2	28	Asegúrese de que la computadora tenga una ventilación adecuada. Limpie regularmente los ventiladores y conductos de aire. Utilice una base de enfriamiento y evite el uso prolongado en superficies blandas.	5
	Fallos de disco duro.	MT-AMR-COM-PRE-SUB-FAL	2	7	1	14	Realice copias de seguridad periódicas de sus datos importantes. Utilice herramientas de diagnóstico de disco duro para verificar la salud del disco.	6
	Problemas de software/virus.	MT-AMR-COM-PRE-SUB-PRO	2	4	2	16	Mantenga el software antivirus actualizado y realice análisis regulares. Descargue software solo de fuentes confiables. Actualice el sistema operativo y las aplicaciones regularmente para corregir vulnerabilidades.	1
Congeladores	Problemas en el termostato.	MT-AMR-COG-COR-SUB-PRO	8	8	4	256	Verifique la calibración del termostato del congelador regularmente para asegurar una temperatura adecuada. Reemplace el termostato si muestra signos de mal funcionamiento, como	5

							fluctuaciones de temperatura no deseadas.	
	Fallo del regulador de temperatura.	MT-AMR-COG-COR-SUB-FAL	8	8	3	192	Realice pruebas periódicas del regulador de temperatura para asegurarse de su funcionamiento correcto. Ajuste o reemplace el regulador si no mantiene la temperatura deseada de manera consistente.	3
	Fugas de refrigerante.	MT-AMR-COG-COR-SUB-FUG	8	6	3	144	Inspeccione visualmente el congelador en busca de señales de fugas de refrigerante, como manchas o acumulación de hielo inusual. Si sospecha una fuga, contacte a un técnico de servicio para una revisión más detallada.	1
Lavadora	Problemas en la bomba de agua.	MT-AMR-LAV-COR-SUB-PRO	2	6	3	36	Verifique regularmente el funcionamiento de la bomba de agua de la lavadora. Limpie los filtros y retire cualquier obstrucción. Reemplace la bomba si muestra signos de debilidad, ruidos anormales o dificultades para evacuar el agua.	3

	Fallos en el motor.	MT-AMR-LAV-COR-SUB-FAL	1	7	3	21	Realice pruebas periódicas del motor de la lavadora para asegurarse de su funcionamiento adecuado. Escuche cualquier ruido inusual y verifique la rotación del tambor. Repare o reemplace el motor si muestra signos de desgaste o mal funcionamiento.	3
	Problemas con la electrónica.	MT-AMR-LAV-COR-SUB-PRE	2	7	2	28	Evite sobrecargar la lavadora y proteja los componentes electrónicos. Mantenga la unidad en un ambiente seco y evite salpicaduras de agua.	6
Refrigeradora	Fallo de sensores.	MT-AMR-REF-COR-SUB-FAL	8	6	3	144	Realice pruebas regulares de los sensores de la refrigeradora para garantizar una lectura precisa de la temperatura. Limpie los sensores según las instrucciones del fabricante y calibre si es necesario. Reemplace los sensores que muestren signos de mal funcionamiento.	3
	Problemas en el sistema de enfriamiento.	MT-AMR-REF-COR-SUB-PRO	8	6	2	96	Inspeccione regularmente el sistema de enfriamiento, incluidos los ventiladores y serpentines. Limpie el polvo acumulado para garantizar una eficiencia óptima.	3

	Fugas de refrigerante.	MT-AMR-REF-COR-SUB-FUG	8	3	4	96	Realice inspecciones visuales de la refrigeradora en busca de manchas de refrigerante. Si sospecha una fuga, contacte a un técnico de servicio para reparación.	1
Impresora	Atascos de papel.	MT-AMR-IMP-COR-ATA	8	1	1	8	Inspeccione regularmente la bandeja de papel y el camino de papel para evitar acumulación de polvo y desechos.	1
	Cabezales de impresión obstruidos.	MT-AMR-IMP-COR-SUB-CAB	2	3	1	6	Ejecute rutinas de limpieza de cabezales según las indicaciones del fabricante. Utilice cartuchos de tinta de calidad y evite interrupciones en el suministro de tinta.	1
	Descontinuidad de corriente.	MT-AMR-IMP-COR-SUB-DES	2	4	2	16	Conecte la impresora a un protector contra sobretensiones para evitar daños por fluctuaciones de corriente.	12
Soldadora	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-SOL-COR-SUB-SOB	4	4	3	48	Monitoree la temperatura de la soldadora durante su uso. Evite operar la soldadora a capacidades máximas durante períodos prolongados. Asegúrese de que los ventiladores estén limpios y funcionando correctamente.	3
	Descontinuidad de corriente.	MT-AMR-SOL-COR-SUB-DES	3	7	3	63	Conecte la soldadora a una fuente de alimentación estabilizada o a un sistema de respaldo de energía para prevenir cortes repentinos.	1

	Problemas con el alimentador de alambre.	MT-AMR-SOL-COR-SUB-PRO	6	2	2	24	Inspeccione regularmente el alimentador de alambre en busca de desgaste, obstrucciones o irregularidades. Asegúrese de que el alambre de soldadura se alimente correctamente y ajuste la tensión según las especificaciones del fabricante.	6
Taladro	Desgaste de escobillas.	MT-AMR-TDR-COR-SUB-DES	8	7	1	56	Verifique regularmente el estado de las escobillas del taladro. Reemplace las escobillas desgastadas para mantener un rendimiento óptimo. Lubrique el mecanismo según las indicaciones del fabricante para prolongar la vida útil de las escobillas.	3
	Problemas en el mandril.	MT-AMR-TDR-COR-SUB-PRO	6	5	2	60	Inspeccione el mandril del taladro para detectar posibles desalineaciones o problemas de sujeción. Ajuste o reemplace el mandril si muestra signos de desgaste. Utilice llaves apropiadas para apretar y aflojar el mandril según las indicaciones del fabricante.	2
	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-TDR-COR-SUB-SOB	4	5	4	80	Permita que el taladro se enfríe entre usos prolongados. Evite forzar el taladro más allá de su capacidad nominal. Limpie regularmente las aberturas de ventilación para garantizar un flujo de aire adecuado. Lubrique las partes	6

							móviles según las indicaciones del fabricante.	
Motor eléctrico de puerta	Desgaste de engranajes.	MT-AMR-MEL-COR-SUB-DES	3	6	2	36	Inspeccione regularmente los engranajes del motor de la puerta para detectar signos de desgaste o daño. Lubrique los engranajes según las indicaciones del fabricante y reemplace aquellos que muestren desgaste significativo.	6
	Problemas en la placa electrónica.	MT-AMR-MEL-COR-SUB-PRO	2	8	3	48	Verifique el funcionamiento de la placa electrónica del motor de la puerta. Limpie los contactos y asegúrese de que no haya componentes dañados. Realice pruebas regulares según las indicaciones del fabricante y reemplace la placa en caso de mal funcionamiento.	3
	Fallos en los sensores.	MT-AMR-MEL-COR-SUB-FAL	4	4	3	48	Inspeccione los sensores regularmente para asegurarse de que estén limpios y alineados correctamente. Ajuste o reemplace los sensores que muestren signos de desalineación o mal funcionamiento. Realice pruebas de seguridad para garantizar que los sensores detecten obstáculos correctamente.	6

Motor eléctrico de cerca	Corrosión.	MT-AMR-MEL-COR-SUB-COR	2	2	3	12	Inspeccione regularmente el motor eléctrico de la cerca en busca de signos de corrosión. Aplique lubricantes o protectores contra la corrosión según las indicaciones del fabricante.	3
	Fallos del mando .	MT-AMR-MEL-COR-SUB-FAL	2	2	2	8	Verifique el funcionamiento del sistema de control y mando de la cerca. Reemplace las baterías o pilas según sea necesario. Revise las conexiones y cables para asegurarse de que estén en buen estado. Realice pruebas regulares del mando a distancia para asegurar un funcionamiento correcto.	2
	Descontinuidad electrica.	MT-AMR-MEL-COR-SUB-DEs	4	3	2	24	Proteja el sistema eléctrico de la cerca contra discontinuidades eléctricas mediante el uso de sistemas de respaldo de energía o protectores contra sobretensiones. Revise regularmente las conexiones eléctricas y repare cualquier cableado dañado.	6
Proyector	Problemas en la lámpara.	MT-AMR-PYR-REM-PRO	4	8	3	96	Verifique la vida útil de la lámpara del proyector y reemplace según las indicaciones del fabricante o cuando observe un deterioro en la calidad de la imagen. Evite tocar la lámpara con las manos desnudas. Mantenga el proyector limpio para permitir una disipación eficiente del calor.	24

	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-PYR-REM-SOB	2	4	1	8	Asegúrese de que el proyector esté ubicado en un área bien ventilada. Limpie los filtros de aire regularmente y mantenga las aberturas de ventilación despejadas. Evite bloquear las salidas de aire. Si el proyector se apaga debido al calor, déjelo enfriar antes de reiniciar.	3
	Fallos en el mando.	MT-AMR-PYR-REM-FAL	2	3	1	6	Verifique las baterías o pilas del mando a distancia y reemplácelas si es necesario. Asegúrese de que no haya obstrucciones entre el mando y el receptor del proyector. Repare o reemplace el mando si muestra signos de mal funcionamiento.	2
Licuadora	Desgaste de cuchillas.	MT-AMR-LIC-COR-SUB-DES	4	3	1	12	Inspeccione las cuchillas de la licuadora regularmente en busca de desgaste o daño. Limpie las cuchillas después de cada uso y reemplace las cuchillas desgastadas para mantener un rendimiento eficiente y seguro.	6
	Fallos en el motor.	MT-AMR-LIC-COR-SUB-FAL	5	6	2	60	Monitoree cualquier cambio en el rendimiento del motor, como ruidos inusuales o pérdida de potencia. Evite sobrecargar la licuadora y asegúrese de que los ingredientes estén adecuadamente cortados antes de mezclar. Repare o reemplace el motor en caso de fallos evidentes.	3



	Problemas en el acoplador.	MT-AMR-LIC-COR-SUB-PRO	4	4	3	48	<p>Revise regularmente el acoplador que conecta las cuchillas al motor. Asegúrese de que esté en buen estado y sin fisuras.</p> <p>Evite el uso de la licuadora si nota problemas en el acoplador para prevenir daños mayores. Reemplace el acoplador si muestra signos de desgaste.</p>	2
Fogers (Aspersor de vivero)	Obstruccion de boquillas	MT-AMR-FOG-COR-SUB-OBS	7	6	3	126	<p>Inspeccione regularmente las boquillas del aspersor para detectar obstrucciones.</p> <p>Limpie las boquillas obstruidas y asegúrese de que estén libres de residuos.</p> <p>Utilice filtros en línea para prevenir obstrucciones.</p>	3
	Descontuinidad electrica.	MT-AMR-FOG-COR-SUB-DES	8	6	3	144	<p>Revise las conexiones eléctricas del sistema. Ajuste o reemplace las conexiones que muestren desgaste.</p> <p>Asegúrate de que la fuente de alimentación esté funcionando correctamente y proporcionando la cantidad adecuada de energía.</p>	1
	Problemas de Calibracion	MT-AMR-FOG-COR-SUB-PRO	8	5	3	120	<p>Verifique la calibración del sistema de aspersores para asegurar una distribución uniforme del agua. Ajuste la presión y el caudal según las necesidades del vivero.</p> <p>Realice pruebas regulares para garantizar una calibración precisa.</p>	1

Timers controladores	Fallos en la programación.	MT-AMR-TCR-REM-FAL	8	6	2	96	Revise regularmente la programación de los timers controladores para asegurarse de que esté configurada correctamente. Verifique la hora y duración de cada programa. Si experimenta problemas, restablezca la programación y, si es necesario, actualice el firmware del timer.	1
	Problemas de alimentación.	MT-AMR-TCR-REM-PRO	8	8	2	128	Asegúrese de que el timer controlador esté conectado a una fuente de alimentación estable. Utilice protectores contra sobretensiones para prevenir daños por fluctuaciones de energía. Revise el estado de los cables y conexiones eléctricas periódicamente.	2
	Mal funcionamiento de pantalla.	MT-AMR-TCR-REM-MAL	2	6	2	24	Inspeccione la pantalla del timer controlador para detectar problemas como píxeles muertos o mal funcionamiento. Actualice el firmware según las indicaciones del fabricante. Si la pantalla muestra signos de falla, contacte al soporte técnico para reparación o reemplazo.	3
Mantas térmicas	Problemas en el cableado.	MT-AMR-MAT-REM-PRO	4	4	3	48	Inspeccione el cableado de la manta térmica regularmente en busca de posibles daños, cortocircuitos o conexiones sueltas. Evite doblar el cable	2

							bruscamente y asegúrese de que esté conectado de manera segura.	
	Fallos en los elementos calefactores.	MT-AMR-MAT-REM-FAL	4	6	2	48	Realice pruebas regulares de los elementos calefactores para asegurarse de que estén funcionando correctamente. Si hay zonas que no se calientan o se detecta un mal funcionamiento, deje de usar la manta térmica y repare o reemplace los elementos afectados.	3
	Desgaste del material.	MT-AMR-MAT-REM-DES	3	7	1	21	Inspeccione visualmente la superficie de la manta térmica en busca de signos de desgaste, rasgaduras o puntos calientes. Evite el uso de la manta térmica si hay daños evidentes en el material. Limpie la manta según las indicaciones del fabricante.	1
Focos UV	Fallo de la lámpara.	MT-AMR-FOV-REM-FAL	5	10	2	100	Inspeccione regularmente el estado de las lámparas UV. Reemplace las lámparas que muestren signos de deterioro, como cambios en la intensidad de la luz o parpadeos. Siga las indicaciones del fabricante para el reemplazo adecuado de las lámparas.	6

	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-FOV-REM-SOB	6	2	3	36	Evite el uso continuo y prolongado de los focos UV para prevenir el sobrecalentamiento. Asegúrese de que haya una adecuada ventilación alrededor de los focos.	3
	Descontinuidad eléctrica.	MT-AMR-FOV-REM-DES	6	4	2	48	Conecte los focos UV a sistemas de respaldo de energía (UPS) o protectores contra sobretensiones para prevenir daños por discontinuidades eléctricas.	1
Focos cerámicos	Sobrecalentamiento.	MT-AMR-FOC-REM-SOB	6	4	2	48	Evite el uso continuo y prolongado de los focos cerámicos para prevenir el sobrecalentamiento. Asegúrese de que haya una adecuada ventilación alrededor de los focos y no los cubra con objetos. Limpie regularmente cualquier acumulación de polvo que pueda obstruir las aberturas de ventilación.	2
	Fallos en los elementos calefactores.	MT-AMR-FOC-REM-FAL	6	6	3	108	Realice pruebas regulares de los elementos calefactores para asegurarse de que estén funcionando correctamente. Si nota una disminución en la eficacia del calentamiento o cambios en la temperatura, deje de usar el foco cerámico y repare o reemplace los elementos calefactores según sea necesario.	3

	Problemas de montaje.	MT-AMR-FOC-REM-PRO	3	6	2	36	Verifique regularmente la estabilidad y seguridad del montaje de los focos cerámicos. Asegúrese de que estén instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Repare o ajuste cualquier montaje que muestre signos de inestabilidad o problemas estructurales.	2
Termostatos	Fallos de calibración.	MT-AMR-TER-REM-FAL	2	2	3	12	Verifique la calibración del termostato periódicamente para asegurarse de que refleje con precisión la temperatura ambiente. Utilice un termómetro independiente para comparar la lectura del termostato. Si hay discrepancias, ajuste la calibración según las indicaciones del fabricante.	3
	Descontinuidad eléctrica.	MT-AMR-TER-REM-DES	8	5	2	80	Conecte el termostato a sistemas de respaldo de energía (UPS) o protectores contra sobretensiones para prevenir daños por discontinuidades eléctricas. Revise las conexiones eléctricas y utilice cables de calidad. Si se produce una discontinuidad eléctrica, reinicie y verifique el funcionamiento del termostato.	1

	Fallos de encendido.	MT-AMR-TER-REM-FAL2	2	4	4	32	<p>Inspeccione regularmente la respuesta del termostato al comando de encendido.</p> <p>Asegúrese de que responda correctamente y active el sistema de calefacción o refrigeración según sea necesario. Si hay problemas, revise las conexiones y consulte con un técnico si es necesario.</p>	1
Balanzas digitales	Problemas de calibración.	MT-AMR-BD-REM-PRC	5	2	4	40	<p>Verifique la calibración de la balanza digital utilizando pesas de referencia.</p> <p>Ajuste la calibración según las indicaciones del fabricante si es necesario. Evite colocar objetos magnéticos cerca de la balanza, ya que pueden afectar la calibración.</p>	1
	Fallos en los sensores.	MT-AMR-BD-REM-FAL	3	6	4	72	<p>Inspeccione regularmente los sensores de la balanza digital en busca de suciedad o daños. Limpie los sensores según las indicaciones del fabricante. Si la balanza muestra lecturas inconsistentes, puede haber problemas con los sensores, y se recomienda la consulta con un técnico de servicio.</p>	2

	Daño en plataforma de pesaje	MT-AMR-BD-REM-DAÑ	4	4	2	32	Revise visualmente la plataforma de pesaje en busca de deformaciones, grietas o daños. Evite colocar objetos pesados que excedan la capacidad nominal de la balanza. Si se detectan daños en la plataforma, repare o reemplace la unidad según las indicaciones del fabricante.	1
Sistema portátil de almacenamiento de energía	Problemas de batería.	MT-AMR-SPA-COR-SUB-PRO	4	10	2	80	Realizar pruebas de capacidad de la batería y reemplazar aquellas que no cumplan con los estándares.	12
	Fallos en el circuito de control.	MT-AMR-SPA-COR-SUB-FAL	2	6	2	24	Realizar inspecciones visuales periódicas de componentes y conexiones, y aplicar actualizaciones de firmware según sea necesario.	6
	Problemas de conexión.	MT-AMR-SPA-COR-SUB-PRC	3	4	4	48	Limpiar regularmente los conectores y cables, y verificar la integridad de las conexiones.	3
Camioneta toyota hilux	Desgaste de frenos.	MT-AMR-CAM-PRE-SUB-DES	5	2	4	40	Realizar inspecciones periódicas de las pastillas y discos de freno. Reemplazar las piezas desgastadas y rectificar los discos según sea necesario.	6
	Cambio de aceite y ABS motor.	MT-AMR-CAM-PRE-SUB-CAM	4	3	5	60	Cambiar el aceite del motor según el intervalo recomendado por el fabricante. Realizar un escaneo periódico del sistema ABS para detectar posibles problemas y abordarlos de inmediato.	4

	Cambio del kit de embrague.	MT-AMR-CAM-PRE-SUB-PRO	3	6	6	108	Monitorear el pedal de embrague para detectar cambios en la sensación o el rendimiento. Reemplazar el kit de embrague si hay signos de desgaste o problemas en la transmisión.	24
Cocina	Mal funcionamiento de quemadores.	MT-AMR-COC-COR-MAL	5	2	3	30	Limpiar regularmente los quemadores para eliminar residuos y obstrucciones. Verificar y ajustar la llama para un rendimiento óptimo.	3
	Obstrucción en las líneas de gas.	MT-AMR-COC-COR-OBS		7	3	0	Inspeccionar visualmente las líneas de gas en busca de posibles obstrucciones. Realizar pruebas de presión para asegurar un flujo adecuado.	6
	Problemas en el encendido eléctrico.	MT-AMR-COC-COR-PRO	4	2	2	16	Verificar la conexión eléctrica del sistema de encendido. Limpiar los electrodos y asegurarse de que estén alineados correctamente.	6
Generador	Fallo en el alternador.	MT-AMR-GEN-PRE-FAL	2	4	4	32	Realizar pruebas periódicas del alternador para verificar la salida de voltaje. Inspeccionar y apretar las conexiones eléctricas. Reemplazar escobillas y rodamientos según sea necesario.	6
	Problemas en el motor de arranque.	MT-AMR-GEN-PRE-PRO	4	4	1	16	Inspeccionar el motor de arranque en busca de signos de desgaste o daño. Limpiar y lubricar las partes móviles. Verificar la batería de arranque y reemplazar si es necesario.	6



	Sobrecalentamiento.	MT-AMR- GEN-PRE- SOB	2	6	5	60	Limpiar regularmente el radiador y los conductos de refrigeración. Verificar el nivel de refrigerante y rellenar si es necesario. Inspeccionar el sistema de ventilación.	3
Motosierra	Desgaste de la cadena.	MT-AMR- MOT-COR- SUB-DES	8	6	3	144	Ajustar la tensión de la cadena regularmente para evitar desgaste prematuro. Afilar la cadena según sea necesario y reemplazarla si muestra signos de desgaste excesivo.	2
	Problemas en el carburador.	MT-AMR- MOT-COR- SUB-PRO	5	3	3	45	Limpiar el filtro de aire regularmente. Verificar y ajustar la mezcla de combustible según las especificaciones del fabricante. Limpiar o reconstruir el carburador si se observan problemas de rendimiento.	6
	Fallo en el sistema de escape.	MT-AMR- MOT-COR- SUB-FAL	2	4	2	16	Inspeccionar el sistema de escape en busca de fugas y asegurarse de que esté correctamente sujeto. Limpiar los residuos de la pantalla del silenciador y reemplazar cualquier componente defectuoso.	6
Hidrolavadora	Obstrucción de filtros.	MT-AMR- HDR-COR- SUB-OBS	6	7	5	210	Inspeccionar y limpiar regularmente la boquilla para evitar obstrucciones. Utilizar herramientas adecuadas para eliminar residuos. Enjuagar la boquilla después de cada uso.	3

	Fugas en las mangueras.	MT-AMR-HDR-COR-SUB-FUG	4	3	3	36	Inspeccionar visualmente las mangueras en busca de signos de desgaste o daño. Reemplazar mangueras con fugas. Verificar las conexiones y apretarlas según sea necesario.	12
	Fallo del motor.	MT-AMR-HDR-COR-SUB-FAL	8	7	3	168	Si el motor no arranca o ronronea, podría haber un cortocircuito en el bobinado de trabajo. En este caso, es posible que sea necesario bobinar de nuevo el motor. Si el motor se detiene repentinamente mientras estás utilizando la hidrolavadora, el problema podría estar en la transmisión.	12
ATV Yamaha	Cambio de aceite y ABS motor.	MT-AMR-POL-PRE-SUB-CAM	4	3	2	24	Cambiar el aceite del motor según las especificaciones del fabricante. Realizar un escaneo periódico del sistema ABS para detectar posibles problemas y abordarlos de inmediato.	3
	Fallo en el sistema de freno.	MT-AMR-POL-PRE-SUB-FAL	5	6	4	120	Los componentes del sistema de frenos, como los discos y las pastillas, pueden desgastarse con el tiempo. Si sospechas que un componente puede estar defectuoso, considera reemplazarlo. Si el líquido de frenos está en mal estado o hay una fuga en el circuito, puede causar problemas en el sistema de frenos.	6

	Desgaste de embrague.	MT-AMR-POL-PRE-SUB-DES	8	5	3	120	Si el disco de embrague está desgastado, puede provocar una sensación de rigidez al presionar el embrague por lo que se debe reemplazar.	2
Microscopio	Desalineación de lentes.	MT-AMR-MIC-REM-DES	8	1	1	8	Inspeccionar regularmente las lentes para detectar cualquier desalineación. Realizar ajustes según las instrucciones del fabricante o con la ayuda de un profesional calificado.	6
	Fallo en la iluminación.	MT-AMR-MIC-REM-FAL	4	2	2	16	Verificar la fuente de iluminación, como la lámpara, bombilla o LED. Reemplazar las piezas defectuosas y limpiar las lentes y el condensador de luz.	3
	Problemas de enfoque.	MT-AMR-MIC-REM-PRO	6	2	3	36	Ajustar y calibrar el mecanismo de enfoque según sea necesario. Limpiar las partes móviles y aplicar lubricación ligera.	6
Oxigenadores	Obstrucción en los filtros.	MT-AMR-OXG-REM-OBS	4	8	3	96	Inspeccionar y limpiar regularmente los filtros de oxigenación. Reemplazar los filtros obstruidos según las indicaciones del fabricante.	1
	Fallo en los sensores de flujo.	MT-AMR-OXG-REM-FAL	3	6	3	54	Verificar el funcionamiento de los sensores de flujo de oxígeno. Calibrar o reemplazar los sensores defectuosos.	6
	Fugas de oxígeno.	MT-AMR-OXG-REM-FUG	4	7	2	56	Realizar inspecciones visuales periódicas en busca de fugas. Utilizar un detector de fugas para identificar y corregir cualquier escape de oxígeno.	3

Esteroscopio	Desajuste en las lentes.	MT-AMR-EST-REM-DES	6	2	2	24	Calibrar y ajustar las lentes según las especificaciones del fabricante. Inspeccionar regularmente para garantizar una imagen nítida y precisa.	6
	Problemas en el mecanismo de ajuste.	MT-AMR-EST-REM-PRO	3	6	2	36	Verificar y lubricar el mecanismo de ajuste. Reparar o reemplazar piezas desgastadas para mantener la movilidad adecuada.	12
	Desalineación óptica.	MT-AMR-EST-REM-DES	5	2	1	10	Realizar ajustes de alineación óptica según las especificaciones del fabricante. Verificar regularmente para mantener la integridad del sistema.	6
Chiller (equipo para bajar la temperatura del agua)	Fuga de refrigerante.	MT-AMR-CHI-PRE-FUG	4	8	2	64	Inspeccionar y reparar cualquier fuga de refrigerante. Recargar el refrigerante según sea necesario.	6
	Fallo en la bomba de circulación.	MT-AMR-CHI-PRE-FAL	4	9	3	108	Verificar el estado y rendimiento de la bomba. Lubricar o reemplazar según sea necesario.	12
	Obstrucción en el intercambiador de calor.	MT-AMR-CHI-PRE-OBS	2	7	4	56	Limpiar y desbloquear el intercambiador de calor. Realizar mantenimiento preventivo para evitar obstrucciones.	6
Freidor	Fugas de aceite	MT-AMR-FRE-REM-FUG	4	2	2	16	Inspeccionar las conexiones y las juntas para detectar fugas. Reemplazar las piezas defectuosas.	3
	Problemas de encendido	MT-AMR-FRE-REM-PRO	4	3	3	36	Verificar el sistema de encendido y realizar limpieza y ajustes. Reemplazar componentes defectuosos.	6

	Obstruccion de lineas de gas	MT-AMR-FRE-REM-OBS	3	7	3	63	Inspeccionar y limpiar las líneas de gas. Verificar la presión del gas y realizar ajustes si es necesario.	3
Plancha de cocina	Distribución desigual del calor.	MT-AMR-PLC-REM-DIS	5	2	4	40	Verificar y calibrar los elementos de calefacción. Limpiar regularmente para eliminar residuos y asegurar una distribución uniforme del calor.	3
	Problemas de fugas de Gas	MT-AMR-PLC-REM-PRO	4	4	3	48	Inspeccionar las conexiones y las líneas de gas para detectar fugas. Reemplazar las piezas defectuosas y realizar pruebas de presión.	6
	Superficie dañada o desgastada.	MT-AMR-PLC-REM-SUP	2	2	2	8	Inspeccionar la superficie de cocción para detectar daños o desgaste. Reemplazar las superficies desgastadas o dañadas.	6
Aspersores	Obstrucción de la boquilla.	MT-AMR-ASP-COR-SUB-OBS	10	6	2	120	Limpiar regularmente las boquillas para evitar obstrucciones. Verificar el patrón de rociado y ajustar según sea necesario.	3
	Desgaste de sellos y juntas.	MT-AMR-ASP-COR-SUB-DES	6	4	3	72	Inspeccionar y reemplazar sellos y juntas desgastados. Verificar la estanqueidad del sistema.	6
	Fallo en la rotación o ajuste.	MT-AMR-ASP-COR-SUB-FAL	1	2	2	4	Verificar el mecanismo de rotación y ajuste. Lubricar o reparar según sea necesario.	12
Bombas hidráulicas	Desgaste de los sellos mecánicos.	MT-AMR-BOH-PRE-SUB-DES	5	4	4	80	Monitorear el desgaste de los sellos mecánicos y reemplazarlos antes de que haya fugas. Realizar inspecciones visuales periódicas.	6

	Cavitación por flujo inadecuado.	MT-AMR-BOH-PRE-SUB-CAV	5	6	4	120	Ajustar el flujo de la bomba para evitar cavitación. Verificar y corregir restricciones en la entrada y salida.	12
	Sobrecalentamiento del fluido hidráulico.	MT-AMR-BOH-PRE-SUB-SOB	5	4	4	80	Verificar el nivel y la calidad del fluido hidráulico. Asegurarse de que el sistema de enfriamiento funcione correctamente.	6
Válvulas electrohidráulicas	Bobinas quemadas o dañadas.	MT-AMR-VEH-REM-BOB	5	7	3	105	Verificar la integridad de las bobinas y reemplazar aquellas que estén quemadas o dañadas. Realizar pruebas regulares para asegurar un funcionamiento adecuado.	6
	Obstrucción en las líneas de flujo.	MT-AMR-VEH-REM-OBS	4	3	4	48	Inspeccionar y limpiar las líneas de flujo para prevenir obstrucciones. Verificar el flujo de fluido regularmente.	12
	Fugas de fluido por sellos desgastados.	MT-AMR-VEH-REM-FUG	3	4	3	36	Monitorear los sellos y reemplazar aquellos que estén desgastados. Inspeccionar las conexiones para prevenir fugas.	6
Sistema de aspersión automática	Sensores de humedad dañados.	MT-AMR-SAA-PRE-SEN	3	5	4	60	Verificar y reemplazar los sensores de humedad dañados. Calibrar los sensores según sea necesario.	6
	Programación o configuración incorrecta.	MT-AMR-SAA-PRE-PRO	8	6	3	144	Revisar y corregir la programación o configuración del sistema. Asegurarse de que se ajuste a las necesidades específicas.	12
	Fugas en las tuberías o conexiones.	MT-AMR-SAA-PRE-FUG	4	6	2	48	Inspeccionar visualmente las tuberías y conexiones en busca de fugas. Reparar o reemplazar las partes defectuosas.	6

Bombas recirculables	Fallo en el motor o en el impulsor.	MT-AMR-BRE-PRE-SUB-FAL	5	9	3	135	Verificar el estado del motor e impulsor. Reemplazar o reparar según sea necesario.	12
	Acumulación de aire o gas en el sistema.	MT-AMR-BRE-PRE-SUB-ACU	4	4	4	64	Purgar el sistema para eliminar el aire o gas acumulado. Verificar y corregir las fuentes de entrada de aire.	6
	Fugas o daños en el sello del eje.	MT-AMR-BRE-PRE-SUB-FUF	3	6	4	72	Inspeccionar el sello del eje y reemplazar si hay signos de desgaste o daño. Verificar las conexiones para prevenir fugas.	12
Sistema independiente de aspersión	Mal funcionamiento de la bomba.	MT-AMR-SIA-PRE-SUB-MAL	4	8	4	128	Verificar el estado y rendimiento de la bomba. Realizar pruebas regulares y reemplazar o reparar según sea necesario.	6
	Obstrucción en los filtros o boquillas.	MT-AMR-SIA-PRE-SUB-OBS	5	3	3	45	Limpiar y revisar los filtros y boquillas regularmente. Reemplazar las partes desgastadas o obstruidas.	3
	Fallas eléctricas o en la fuente de alimentación.	MT-AMR-SIA-PRE-SUB-FAL	4	3	4	48	Verificar las conexiones eléctricas y la fuente de alimentación. Realizar pruebas regulares para asegurar un suministro eléctrico estable.	6