

Plan de gestión de activos para la empresa “Avícola y Molinos”

Jose Darío Hernández Vargas

Trabajo de Aplicación para optar por el Título de Magister en Gerencia de Negocios MBA

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Magíster en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Maestría en Gerencia de Negocios - MBA

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

A los hombres y mujeres del equipo operativo y de mantenimiento, cuyo esfuerzo diario, compromiso silencioso y temple inquebrantable hacen posible que la operación continúe sin pausa.

Este trabajo está dedicado a ustedes: apasionados por la gestión de mantenimiento y la administración eficiente de los recursos físicos, que con disciplina y vocación transforman la labor técnica en un acto de grandeza y dignidad.

Gracias por demostrar que, detrás de cada activo en funcionamiento, hay manos firmes, conocimiento aplicado y una voluntad que no se detiene.

### **Agradecimientos**

A mi esposa Diana, por ser mi compañera incansable, por su apoyo incondicional y por caminar a mi lado en cada paso de este camino. Tu presencia, comprensión y amor han sido el refugio y la fuerza en los momentos de mayor exigencia.

A mi hija María José, por su alegría desbordante, su ternura espontánea y su luz inagotable, que han sido motor de inspiración y energía en mis días. A mi hijo José Miguel, quien se gestó en el transcurso de esta maestría y hoy, en el momento en que estas líneas se escriben, llega a nuestras vidas como un nuevo impulso para seguir adelante.

A mis hermanos Lina y Camilo, parte entrañable de mi ser, por estar siempre presentes con su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, José Antonio, por su fortaleza, su amor constante y por ser ejemplo de integridad, esfuerzo y dedicación como hombre y como padre.

Y especialmente, a mi madre, Blanca Stella, cuya tenacidad, amor y complicidad hicieron posible que este sueño tomara forma. Su impulso fue decisivo para mi participación en este programa. Hoy, mientras una nueva vida llega a nuestra familia, ella ha partido a un plano superior, su recuerdo me acompaña en cada logro, y esta meta alcanzada es también un tributo a su legado de amor, sabiduría y fuerza.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	16
1. Generalidades.....	16
1.1 Planteamiento y justificaciones.....	17
1.2 Antecedentes .....	17
1.3 Marco normativo.....	18
2. Objetivos.....	19
2.1 Objetivo general.....	19
2.2 Objetivos específicos .....	19
3. Diagnóstico de la situación actual.....	20
3.1 Contexto situacional.....	20
3.2 Análisis de la infraestructura y equipos .....	25
3.3 Descripción de datos relacionados a la ocurrencia de eventos de falla .....	31
3.4 Evaluación de procesos y procedimientos .....	36
3.5 Análisis financiero .....	37
3.6 Evaluación por activos críticos .....	42
4. Brecha de cumplimiento normativo de acuerdo con la ISO 55000 .....	43
4.1. Liderazgo y política (cláusula 5.1 ISO 55000) .....	44
4.2. Planificación (Cláusula 6.1 ISO 55000) .....	44
4.3 Soporte y operación (Cláusulas 7 y 8 ISO 55000).....	45
4.4 Evaluación del desempeño (Cláusula 9 ISO 55000).....	46

4.5. Mejora continua (Cláusula 10 ISO 55000) .....	46
5. Ciclo de vida de activos .....	47
6. Recomendaciones para "Avícola y Molinos" .....	52
6.1 Corto plazo (0-3 meses).....	53
6.1.1 Monitoreo y mejora continua.....	53
6.1.2 Inversión en capacitación.....	54
6.1.3 Centralizar repuestos.....	54
6.2 Mediano plazo (3-6 meses):.....	55
6.2.1 Adquirir software de gestión y sensores IoT .....	55
6.2.2 Realizar primera auditoría interna .....	55
6.2.3 Actualización de activos .....	55
6.2.4 Tecnología de clasificación.....	55
6.3 Plan de implementación detallado de ISO 55000 para "Avícola y Molinos" .....	55
6.3.1 Fase 1: preparación y diagnóstico.....	56
6.3.2 Fase 2: planificación estratégica .....	57
6.3.3 Fase 3: implementación de procesos.....	57
6.3.4 Fase 4: monitoreo y mejora continua.....	59
6.4 Herramientas propuestas.....	59
6.5 Política de gestión de activos para "Avícola y Molinos" .....	61
6.5.1 Criterios de decisión por tipo de activo .....	62
6.5.2 Análisis costo-beneficio por activo crítico .....	62
6.5.3 Política general de gestión .....	64
6.5.4 Hoja de ruta de implementación .....	65

6.6 Mejoras propuestas .....	66
6.6.1 Optimizar costos de alimento: .....	66
6.6.2 Automatizar distribución de alimento.....	66
6.6.3 Monitorear desperdicios.....	66
6.6.4 Cultura organizacional con enfoque a la gestión de activos .....	67
6.6.5 Identificación y priorización de activos críticos .....	67
6.6.6 Construcción de planes de mantenimiento acordes a la operación.....	68
6.6.7 Capacitación y participación transversal del personal .....	68
7. Conclusiones .....	69
Referencias Bibliográficas .....	71
Apéndices.....	72

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Identificación de centros de costo correspondientes a la operación de “Avícola y Molinos” .....	25
Tabla 2. Frecuencia de intervenciones de mantenimiento requeridas y porción de demanda de atención evaluada en intervalo de 114 días de labor en la compañía “Avícola y Molinos” .....	27
Tabla 3. Datos de evaluación de ajuste al modelo Weibull de los datos relacionados a los eventos de falla de la maquina compostadora.....	31
Tabla 4. Calculo de indicadores asociados a mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad general de los activos evaluados .....	32
Tabla 5. Coeficientes beta para diagnóstico para madurez de ciclo de vida.....	34
Tabla 6. Costos asociados a la operación y mantenimiento.....	37
Tabla 7. Costo preventivo por activo.....	38
Tabla 8. Desglose de costos por activos críticos (incluye solo activos con confiabilidad $\leq 15\%$ )	39
Tabla 9. Costos por alimentación en las granjas.....	40
Tabla 10. Ingresos anuales por ventas .....	40
Tabla 11. Costos operativos anuales (OPEX) incluyendo costos de alimentación.....	41
Tabla 12. Evaluación por activos críticos.....	43
Tabla 13. Checklist ítems liderazgo y política ISO 55000 .....	44
Tabla 14. Checklist ítems planificación ISO 55000 .....	44
Tabla 15. Checklist ítems soporte y operación ISO 55000.....	45
Tabla 16. Checklist ítems evaluación del desempeño ISO 55000 .....	46

Tabla 17. Checklist ítems mejora continua ISO 55000 .....	46
Tabla 18. Criterios ciclo de vida - incorporación de activos .....	49
Tabla 19. Criterios ciclo de vida - operación.....	50
Tabla 20. Criterios ciclo de vida - mantenimiento.....	50
Tabla 21. Criterios ciclo de vida - desincorporación .....	51
Tabla 22. Ejemplo modelo de evaluación de activos.....	52
Tabla 23. Indicadores de mantenimiento .....	53
Tabla 24. Tareas y actividades fase 1 de la implementación ISO 55000 .....	56
Tabla 25. Tareas y actividades fase 2 de la implementación ISO 55000 .....	57
Tabla 26. Tareas y actividades fase 3 de la implementación ISO 55000 .....	58
Tabla 27. Tareas y actividades fase 4 de la implementación ISO 55000 .....	59
Tabla 28. Vida útil y costos de referencia (mercado colombiano, 2025) .....	62
Tabla 29. Tabla de decisión de acuerdo con tipología del activo .....	64
Tabla 30. Evaluación de ciclo de vida de activos basado en estándares contables y vida técnica	67

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de entradas y salidas de la operación productiva de “Avícola y Molinos ....	24
Figura 2. Diagrama de Pareto correspondiente a demanda de intervención de mantenimiento de activos evaluados .....	26
Figura 3. Indicadores de mantenimiento relacionados con la entrada y salida de funcionamiento de activos en operación.....	30
Figura 4. Fórmula de cálculo de confiabilidad como probabilidad ocurrencia de falla en un activo.....	30
Figura 5. Cuenta de Equipo por fase de vida .....	36
Figura 6. Ciclo de vida de activos críticos.....	48
Figura 7. Plantilla propuesta control de mantenimiento preventivo de equipos.....	60
Figura 8. Plantilla propuesta indicadores por equipos semanal .....	61

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Identificación de activos por categoría y centro de costo asociado .....	72
Apéndice B. Orden de trabajo.....	79
Apéndice C. Formato de auditoría de SGA .....	82

## Glosario

**Activo:** elemento, cosa o entidad que tiene valor potencial o real para una organización y que requiere gestión durante su ciclo de vida.

**Análisis Causa Raíz (RCA - Root Cause Analysis):** técnica utilizada para identificar la causa fundamental de fallas y evitar su recurrencia.

**Análisis Costo-Beneficio:** evaluación financiera para determinar la viabilidad y rentabilidad de inversiones en mantenimiento y gestión de activos.

**Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA - Failure Mode and Effects Analysis):** método sistemático para identificar y priorizar fallas potenciales en los activos.

**Benchmarking en Mantenimiento:** comparación de prácticas de mantenimiento con estándares de la industria para identificar oportunidades de mejora.

**Confiabilidad:** probabilidad de que un activo desempeñe su función sin fallas durante un período determinado y bajo condiciones específicas.

**Costo del Ciclo de Vida (LCC - Life Cycle Costing):** evaluación del costo total de propiedad de un activo, considerando adquisición, operación, mantenimiento y disposición final.

**Disponibilidad:** capacidad de un activo de estar operativo cuando se necesita, considerando el tiempo de funcionamiento y el tiempo de inactividad por mantenimiento o fallas.

**Estrategia de Mantenimiento:** conjunto de acciones y políticas orientadas a garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

**Gestión de activos:** es el conjunto de políticas, actividades y tareas encaminadas a extraer valor de los activos de la empresa, y en consecuencia evalúa las oportunidades, los riesgos y el rendimiento deseado

**Gestión del Desempeño de Activos (APM - Asset Performance Management):** uso de tecnología y datos para mejorar el rendimiento y confiabilidad de los activos.

**Gestión del Riesgo:** proceso de identificación, análisis y mitigación de riesgos asociados con la operación y mantenimiento de activos.

**Gestión de Repuestos y Almacenes:** control y planificación de materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento de activos.

**Indicadores Clave de Desempeño (KPI - Key Performance Indicators):** métricas utilizadas para evaluar la efectividad de la gestión de activos y mantenimiento.

**Internet de las Cosas (IoT) en Mantenimiento:** aplicación de sensores y conectividad para monitorear el estado de los activos en tiempo real.

**Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM - Reliability Centered Maintenance):** estrategia que busca optimizar el mantenimiento a través del análisis de la función y modos de falla de los activos.

**Mantenimiento Correctivo:** mantenimiento realizado después de la detección de una falla, con el fin de restaurar la funcionalidad del activo.

**Mantenimiento Predictivo:** estrategia de mantenimiento que utiliza monitoreo en tiempo real y análisis de datos para prever fallas antes de que ocurran.

**Mantenimiento Preventivo:** mantenimiento programado basado en intervalos de tiempo o uso, para reducir la probabilidad de fallas.

**Mantenimiento Proactivo:** estrategia enfocada en eliminar las causas raíz de fallas, evitando su ocurrencia en el futuro.

**Mantenibilidad:** facilidad con la que un activo puede ser inspeccionado, reparado y puesto nuevamente en operación.

**Norma ISO 55000:** conjunto de estándares internacionales que establecen directrices para la gestión de activos dentro de una organización.

**Optimización de Mantenimiento y Confiabilidad (MRO - Maintenance, Repair & Overhaul):** estrategia para mejorar la gestión de mantenimiento mediante la optimización de procesos y recursos.

**Plan de Mantenimiento:** documento que define las actividades, recursos y tiempos requeridos para mantener los activos en óptimas condiciones.

**Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA):** documento que define la visión, objetivos y estrategias para la gestión efectiva de activos dentro de una organización

## Resumen

**Título:** Plan de gestión de activos para la empresa “Avícola y Molinos”\*

**Autor:** Jose Darío Hernández Vargas\*\*

**Palabras Clave:** Gestión de activos, ISO 55000, agroindustria, mantenimiento, ciclo de vida, activos críticos, confiabilidad, Avicultura.

### Descripción:

El presente trabajo de aplicación desarrolla un modelo integral de gestión de activos para la empresa “Avícola y Molinos”, organización colombiana del sector agroindustrial dedicada a la producción de huevo comercial, porcicultura y ganadería. La investigación parte de un diagnóstico técnico y operativo que evidencia deficiencias en los procesos de mantenimiento, disponibilidad y confiabilidad de los activos, lo cual repercute en la eficiencia productiva y en la sostenibilidad financiera de la compañía.

Ante este panorama, se propone un plan estratégico de gestión de activos alineado con la normativa internacional ISO 55000, que busca optimizar el ciclo de vida de los recursos físicos y fortalecer la toma de decisiones gerenciales. El modelo contempla la formulación de indicadores clave de desempeño (KPI), la implementación de políticas de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo, así como el análisis de criticidad de los activos. Además, se plantea la incorporación de tecnologías digitales como sensores IoT y sistemas de monitoreo en tiempo real, que permitan reducir tiempos de inactividad y mejorar la confiabilidad operativa.

La propuesta también enfatiza en la creación de una cultura organizacional orientada al control y la mejora continua, donde la capacitación del personal y la participación transversal de los equipos de trabajo resultan fundamentales. Se busca no solo incrementar la disponibilidad y productividad de los activos críticos, sino también garantizar la sostenibilidad ambiental y la trazabilidad en los procesos, respondiendo a las crecientes exigencias regulatorias y sociales.

Finalmente, el modelo diseñado es adaptable a otras empresas del sector agroindustrial colombiano que enfrenten retos similares, ofreciendo una hoja de ruta clara para transformar la gestión de activos en una ventaja competitiva y en un motor de crecimiento sostenible.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Maestría en gerencia de negocios MBA. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández. Magister en ingeniería industrial.

### Abstract

**Title:** Asset management plan for the company “Avícola y Molinos”\*

**Author:** Jose Dario Hernández Vargas \*\*

**Key Words:** Asset management, ISO 55000, agribusiness, maintenance, life cycle, critical assets, reliability, poultry farming.

#### **Description:**

This application project develops a comprehensive asset management model for the company “Avícola y Molinos”, a Colombian agribusiness organization dedicated to the production of commercial eggs, pig farming, and cattle raising. The research begins with a technical and operational diagnosis that reveals deficiencies in maintenance processes, asset availability, and reliability, which directly affect productivity and financial sustainability.

In response, a strategic asset management plan is proposed, aligned with the international standard ISO 55000, aimed at optimizing the life cycle of physical resources and strengthening managerial decision-making. The model includes the formulation of key performance indicators (KPIs), the implementation of preventive, predictive, and proactive maintenance policies, and the criticality analysis of assets. Furthermore, it incorporates digital technologies such as IoT sensors and real-time monitoring systems to reduce downtime and enhance operational reliability.

The proposal also emphasizes the creation of an organizational culture focused on control and continuous improvement, where staff training and cross-functional participation are essential. The plan seeks not only to increase the availability and productivity of critical assets but also to ensure environmental sustainability and process traceability, meeting growing regulatory and social demands.

Finally, the designed model is adaptable to other companies in the Colombian agribusiness sector facing similar challenges, offering a clear roadmap to transform asset management into a competitive advantage and a driver of sustainable growth.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Master of Business Administration – MBA. Advisor: Edwin Alberto Garavito Hernández. Master in Industrial Engineering

## **Introducción**

En la actualidad, la gestión eficaz de activos se ha convertido en un factor crucial para el éxito de las organizaciones, especialmente en sectores donde la infraestructura y los recursos son fundamentales para mantener la operatividad y competitividad. Actualmente, la compañía no cuenta con una herramienta de gestión de activos que facilite la toma de decisiones con relación al ciclo de vida de estos, derivando en constantes actividades de parada de operación, baja planificación y escasa previsión, diagnóstico, intervención y evaluación. En respuesta a estos desafíos, se propone para la empresa “Avícola y Molinos” el desarrollo de un plan estratégico de gestión de activos que mejore el ciclo de vida de estos y esté alineado con la normativa internacional ISO 55000 (Organización Internacional de Normalización., 2014).

## **1. Generalidades**

En un entorno empresarial altamente competitivo, resulta muy necesario el definir un marco de evaluación y control de activos de la compañía “Avícola y Molinos”, derivando ello en un sistema de medición de ciclo de vida de estos que eventualmente llegue a constituir una ventaja estratégica en su sector, esto en aras de apalancar la administración de recursos disponibles en la operación y brindar mecanismos que aporten a la toma de decisiones de inversión y generación de políticas de gestión orientadas a la sostenibilidad del negocio.

### **1.1 Planteamiento y justificaciones**

Se plantea el presente trabajo de aplicación a partir de un diagnóstico de la gestión actual de los activos ponderando su criticidad en la operación asociada, la definición y diseño de una herramienta de medición del ciclo de vida de los activos actuales de la organización y formulación de una política de gestión de activos en razón a las normativas vigentes y la información recolectada.

Este plan estratégico buscará generar las herramientas y políticas que faciliten una gestión proactiva y basada en hechos y datos, lo cual permitirá la toma de decisiones informadas y la mejora continua de las operaciones de la compañía.

### **1.2 Antecedentes**

La empresa gestiona el flujo de su operación de manera reactiva en lo correspondiente a la incorporación, mantenimiento, y desincorporación de activos, lo cual dificulta a la gerencia la toma de decisiones estribadas en información medible, trazable y estructurada. La empresa cuenta con nueve granjas productivas con alrededor de ochocientas mil aves ponedoras de huevo comercial rojo y blanco distribuidas en más de setenta galpones de diferentes configuraciones (piso, jaula y automáticos de ambiente controlado), una planta de producción de alimentos balanceados para el autoconsumo con capacidad de veinticinco toneladas hora promedio según formulación, una flota vehicular de transporte de carga de doce vehículos, doscientos cincuenta empleados y una planta clasificadora con capacidad de cincuenta y cinco mil huevos por hora promedio; en este contexto,

es imperativo para la compañía el establecer políticas de gestión basadas en data de operación, financiera y logística.

### **1.3 Marco normativo**

La norma ISO 55000 es un estándar internacional que establece los principios y lineamientos para la gestión de activos físicos (como infraestructura, maquinaria, equipos, etc.). Forma parte de una serie de normas que incluyen:

ISO 55000: Proporciona una visión general, vocabulario y principios clave de la gestión de activos.

ISO 55001: Especifica los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de Activos (SGA) certificable.

ISO 55002: Ofrece directrices para la aplicación de la ISO 55001.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Proponer un marco de trabajo para la gestión y evaluación de activos de la empresa “Avícola y Molinos”, asociadas a las actividades pecuarias de la organización.

### **2.2 Objetivos específicos**

Establecer la condición actual de los procesos de incorporación, gestión, operación, mantenimiento y desincorporación de activos de la empresa a partir del diagnóstico del sistema.

Diseñar una herramienta de medición y gestión de vida de activos.

Formular una propuesta de plan de gestión de activos a partir de los hallazgos del proceso de diagnóstico.

Definir la hoja de ruta para implementación de la propuesta de plan de gestión de activos.

Formular indicadores de ciclo de vida de activos para la toma de decisiones gerenciales.

### 3. Diagnóstico de la situación actual

#### 3.1 Contexto situacional

Se aplica la herramienta de análisis PESTEL dentro del marco de la empresa agroindustrial colombiana aplicado a la empresa “Avícola y Molinos” como vehículo de diagnóstico situacional

##### 1. Político

- Estabilidad institucional y regulatoria: Colombia ha mantenido una relativa estabilidad política, lo cual favorece la planificación a mediano y largo plazo en el sector agroindustrial; no obstante, cambios de gobierno pueden implicar modificaciones en las políticas de subsidios o programas de fomento agropecuario.

- Política agrícola y pecuaria: El Ministerio de Agricultura promueve programas de sostenibilidad, productividad y tecnificación del agro, lo cual puede facilitar el acceso a cofinanciación para inversiones en gestión de activos (ej. maquinaria, sensores, automatización).

- Regulación ambiental y sanitaria: Entes como el ICA y el INVIMA ejercen un control riguroso sobre la trazabilidad sanitaria y ambiental, lo que obliga a las empresas como “Avícola y Molinos” a mejorar la gestión de sus activos productivos y de residuos (gallinaza y porquinaza).

##### 2. Económico

- Inflación y tasas de interés: En 2025, la inflación ha afectado el costo de los insumos (alimentos balanceados, combustible), así como el CAPEX necesario para renovar activos críticos. Además, las altas tasas de interés encarecen el acceso a crédito para renovación de infraestructura.

- Costo de oportunidad y retorno sobre inversión (ROI): El trabajo evidencia que el ROI de los activos es positivo, pero con un OPEX altamente influenciado por el alimento de los animales (92.5% del total). Esto exige una optimización precisa del ciclo de vida de los activos.

- Mercado laboral: Aunque hay disponibilidad de mano de obra, la alta rotación y la informalidad dificultan la consolidación de competencias técnicas en mantenimiento y operación de activos especializados.

### 3. Sociocultural

- Conciencia social sobre sostenibilidad: Los consumidores colombianos están aumentando su interés en productos con trazabilidad, calidad y responsabilidad ambiental, lo que motiva a empresas como Avícola y Molinos a implementar sistemas de gestión alineados con estándares como ISO 55000.

- Cambio generacional y relevo en el campo: Las nuevas generaciones están menos dispuestas a trabajar en ambientes rurales sin condiciones adecuadas, lo que presiona a las empresas a mejorar la infraestructura, automatizar procesos y formalizar las prácticas operativas.

### 4. Tecnológico

- Digitalización e IoT: El desarrollo y adopción de tecnologías como sensores, sistemas ERP y plataformas de mantenimiento predictivo están al alcance de empresas del sector avícola. Avícola y Molinos puede implementar sensores en galpones y maquinaria crítica para reducir tiempos muertos y mejorar la disponibilidad operativa.

- Brecha tecnológica rural: A pesar del potencial de las tecnologías, la conectividad y la formación digital en zonas rurales sigue siendo un reto, lo que puede dificultar la plena implementación de un sistema automatizado de gestión de activos.

### 5. Ecológico / Ambiental

- Presión regulatoria ambiental: El manejo de residuos orgánicos (gallinaza, porquinaza), emisiones y uso eficiente del agua son temas críticos en la operación de Avícola y Molinos. La implementación de buenas prácticas de gestión de activos puede mitigar impactos negativos y evitar sanciones.

- Cambio climático: Aumentos en temperatura, eventos climáticos extremos y variabilidad en precipitaciones afectan directamente la producción animal, obligando a mantener infraestructura adecuada y sistemas de climatización que funcionen correctamente.

### 6. Legal

- Cumplimiento normativo (ISO 55000, ICA, INVIMA): Las exigencias legales en materia de trazabilidad, inocuidad alimentaria y salud ocupacional están en aumento. La norma ISO 55000 se alinea con estos requisitos al promover la trazabilidad, documentación y evaluación sistemática de activos.

- Regulación laboral: Las normativas colombianas exigen procesos formales de inducción, seguridad industrial y bienestar del personal, elementos que se ven comprometidos en entornos con alta rotación y falta de protocolos, como se observa actualmente en la empresa.

### Conclusión del Análisis PESTEL

El entorno colombiano presenta desafíos y oportunidades para una empresa agroindustrial como “Avícola y Molinos”. En especial, la presión económica por los altos costos operativos y la necesidad de sostenibilidad ambiental hacen indispensable una gestión eficiente de los activos. La implementación de un modelo basado en la norma ISO 55000 permite a la empresa no solo cumplir con el marco normativo, sino también mejorar su rentabilidad y competitividad en un sector con creciente tecnificación y exigencias del consumidor.

“Avícola y Molinos” es una compañía de más de 50 años en el sector agroindustrial enfocada principalmente en la producción de huevo comercial rojo y blanco clasificado, producción de cerdos en pie y levante de ganado vacuno para carne, además de los subproductos resultantes de los ciclos naturales de la actividad pecuaria como lo son la gallinaza y porquinaza que se vende como abono compostado. Es una compañía de más de 270 empleados, con una producción de alrededor de 650.000 huevos diarios, 9 granjas de producción y una de levante de aves, una planta clasificadora que concentra y despacha las producciones de huevos diarias por rutas de distribución nacional, además de una granja de producción de cerdos de ciclo cerrado.

En lo concerniente a mantenimiento, la empresa cuenta con 8 personas con formación técnica y/o tecnológica. En cuanto a los procesos de gestión de activos, hasta la generación del presente documento no se contaba con registro de incorporación de activos, actividades de mantenimiento, procedimientos de intervención y en muchos casos tampoco con manuales de servicio y operación de equipos asociados a los activos en mención.

No se cuenta con programa de inducción a los cargos ni tampoco existe política o cultura de reinducción o actualización de actividades o procedimientos de intervención.

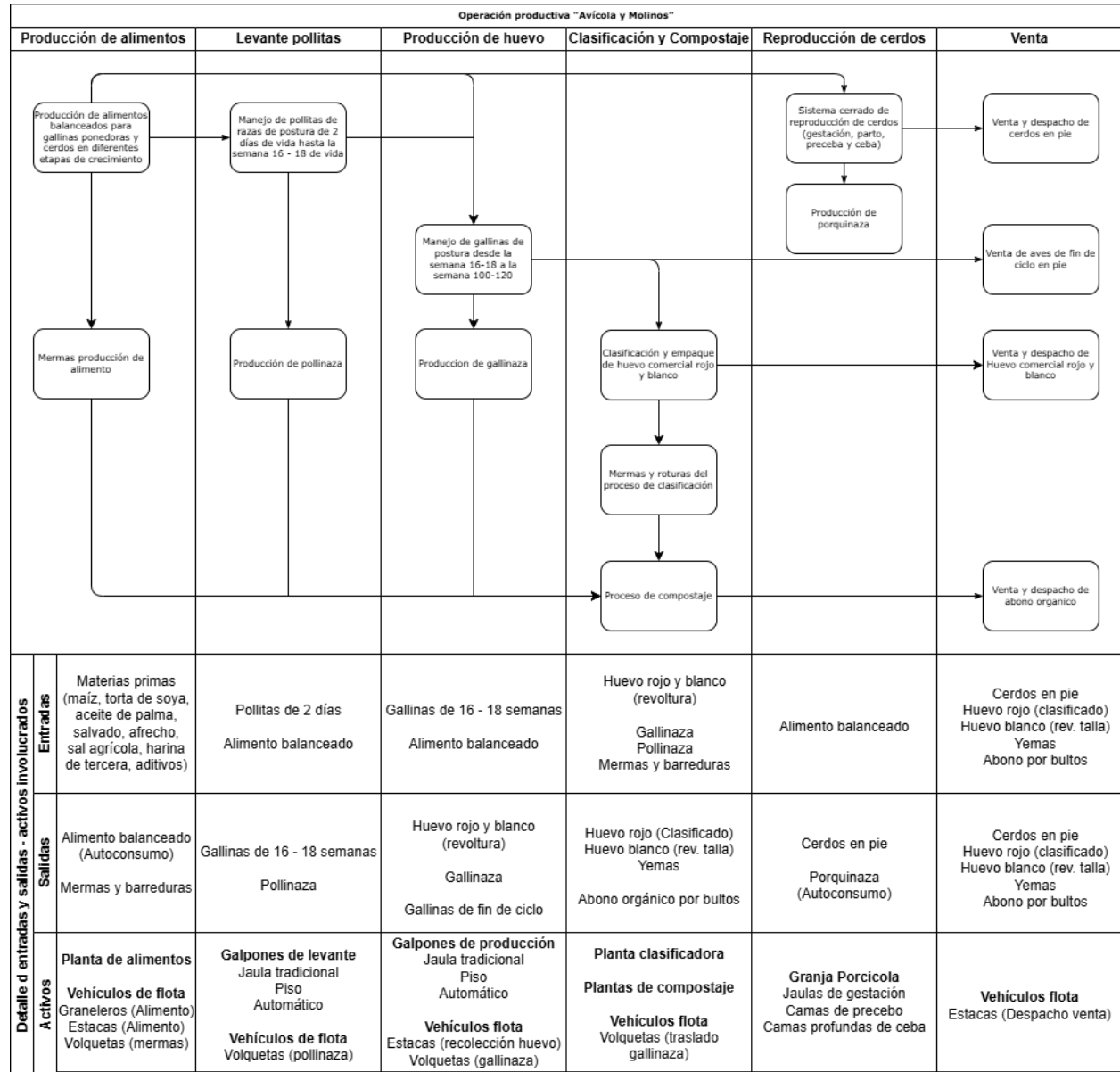
La rotación de personal es significativamente alta y la transferencia de conocimiento se omite en la mayoría de los casos de incorporación y retiro de personal, además de no encontrarse documentada.

En la Ilustración 1 se evidencia la operación de “Avícola y Molinos” con un flujo de entradas y salidas con apalancamientos verticales; al contar con elementos tales como planta de producción de alimentos balanceados, plantas de compostaje para el tratamiento de gallinaza y producción de abonos orgánicos, la posibilidad de disponer de vehículos propios para efectos de traslados tanto de materias primas como como productos finales y subproductos, haciendo de la

operación de la compañía una cadena integrativa de elementos con una alta propensión a la disminución de mermas.

**Figura 1.**

*Diagrama de entradas y salidas de la operación productiva de “Avícola y Molinos”*



Nota. Datos tomados de la empresa

### 3.2 Análisis de la infraestructura y equipos

Inventario de Activos: Se realiza un inventario detallado de los activos físicos incluyendo instalaciones, maquinaria, equipos de clasificación, sistemas de almacenamiento y vehículos de transporte. A fin de ordenar el catálogo de activos de la compañía se adopta del criterio del área contable de la organización segregando por centros de costo con sus indicativos (siglas) y ubicación geográfica como se relaciona en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Identificación de centros de costo correspondientes a la operación de “Avícola y Molinos”*

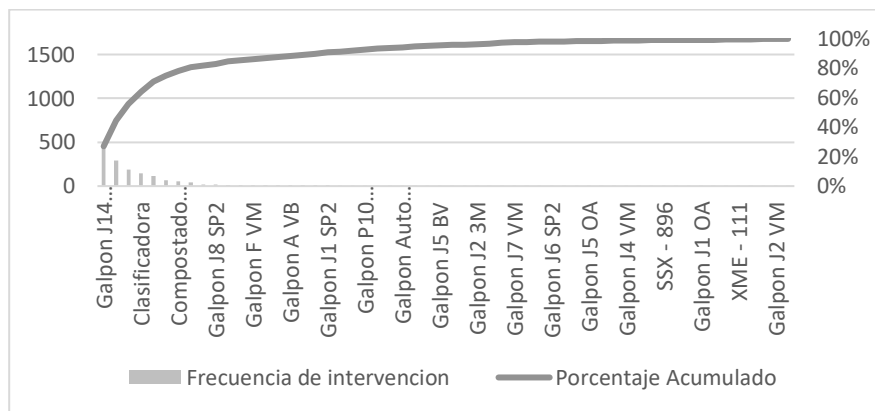
<b>Centro de costo</b>	<b>Indicativo</b>	<b>Ubicación</b>
Compostadora Bariloche	CBR	Lebrija
Compostadora Oasis	COA	Lebrija
Compostadora San Pablo	CSP	Lebrija
Flota Vehicular	FV	Lebrija
Granja Bariloche	BR	Lebrija
Granja Bella Vista	BV	Lebrija
Granja Buenos Aires	BA	Lebrija
Granja Oasis	OA	Lebrija
Granja San Pablo 1	SP1	Lebrija
Granja San Pablo 2	SP2	Lebrija
Granja Tabu	TB	Lebrija
Granja Tres Marias	3M	Lebrija
Granja Villa Blanca	VB	Lebrija
Granja Villa Mariela	VM	Lebrija
Maquinaria Amarilla	MA	Lebrija
Planta Clasificadora	PC	Lebrija
Planta De Alimentos	PA	Girón
Porcicola	POR	Lebrija

*Nota.* Datos tomados de la empresa

En el apéndice A se enlista el inventario de activos a considerar en el presente estudio, así como su estado de disponibilidad y responsable.

**Figura 2.**

*Diagrama de Pareto correspondiente a demanda de intervención de mantenimiento de activos evaluados*



*Nota.* Datos tomados de la empresa

En aras de acotar la propuesta de implementación de gestión de activos, se opta por definir prioridades a partir del análisis Pareto (ver ilustración 2), de manera que se identifiquen cuáles son los elementos de mayor demanda de intervención por parte del personal técnico. Por lo que se toman los datos de registro de actividades de mantenimiento comprendidas ente el 10 de octubre de 2024 y el 31 de enero de 2025, es decir 114 días de data presentados en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Frecuencia de intervenciones de mantenimiento requeridas y porción de demanda de atención evaluada en intervalo de 114 días de labor en la compañía “Avícola y Molinos”*

<b>Activo</b>	<b>Frecuencia de intervención</b>	<b>Porcentaje Acumulado</b>
Galpón J14 SP1	454	27%
Galpón J13 SP1	291	44%
Galpón J15 SP1	188	56%
Clasificadora	145	64%
Compostadora San pablo	113	71%
Porcicola	67	75%
Compostadora oasis	54	78%
Galpón J8 BR	42	81%
Galpón J9 SP2	21	82%
Galpón J8 SP2	19	83%
Galpón J7 SP2	14	85%
Galpón J1 BA	13	86%
Galpón F VM	13	86%
Galpón J3 BA	12	87%
Compostadora Bariloche	12	88%
Galpón A VB	12	88%
Galpón J2 BV	11	89%
Galpón J2 OA	10	90%
Galpón J1 SP2	10	91%
Galpón J10 SP2	8	91%
Galpón J15 BV	8	92%
Galpón P10 SP1	7	93%
Galpón J7 BA	7	94%
Galpón J2 BA	6	94%
Galpón Auto TABU	6	94%
Galpón J4 BA	6	95%
Galpón J4 BV	5	95%
Galpón J5 BV	5	96%
Galpón P16 SP1	5	96%
Galpón J5 BA	4	96%
Galpón J2 3M	4	96%
Galpón P15 SP1	4	97%
Galpón J7 BR	3	97%

<b>Activo</b>	<b>Frecuencia de intervención</b>	<b>Porcentaje Acumulado</b>
Galpón J7 VM	3	98%
Galpón J6 VM	3	98%
Planta de tratamiento Oasis	3	98%
Galpón J6 SP2	3	98%
Galpón J5 SP2	2	98%
Galpón B OA	2	98%
Galpón J5 OA	2	99%
Galpón J1 BV	2	99%
Galpón B VB	2	99%
Galpón J4 VM	1	99%
TTT - 676	1	99%
Galpón A VM	1	99%
SSX - 896	1	99%
Galpón J3 SP2	1	99%
Galpón P12 SP1	1	99%
Galpón J1 OA	1	99%
236 B6	1	99%
Galpón P9 SP1	1	100%
XME – 111	1	100%
Galpón C VB	1	100%
Galpón J1 VM	1	100%
Galpón J2 VM	1	100%
Galpón J3 3M	1	100%

*Nota.* Bases de datos de programación y seguimiento de actividades de mantenimiento de la organización

De la tabla 2 se infiere que, durante los 114 días de registro, de los 116 activos existentes 56 requirieron intervención por mantenimiento correspondiente a un 48.28% del catálogo y que a su vez aquellos más demandantes corresponden a los galpones automáticos de producción J14, J13 y J15 de la granja san pablo 1, la clasificadora, la compostadora de la granja San Pablo, la Porcicola, la compostadora de Oasis y el galpón automático de levante J8 de la granja Bariloche.

Con lo que cual se procederá a tomar dichos activos como vehículo formulador de propuestas que mejoren sensiblemente para compañía la gestión de activos y los recursos destinados a tal fin.

Se procede con el análisis de disponibilidad y confiabilidad de los activos que requirieron algún tipo de intervención por mantenimiento durante los 114 días, evaluados mediante la utilización de los siguientes indicadores claves de mantenimiento (KPI's), como lo indica la ilustración 3; el tiempo medio de reparación (MTTR: tiempo promedio que le toma al personal de mantenimiento restablecer el óptimo funcionamiento del activo); tiempo medio a falla (MTTF: periodo promedio de tiempo que le tomara al activo el volver a presentar una falla después de su reparación más reciente), tiempo medio entre fallas (MTBF: El tiempo que le tomara al activo el volver a fallar desde una avería precedente, indicador asociado a disponibilidad y salida de funcionamiento). La confiabilidad que corresponde al cálculo de probabilidad en razón a datos estadísticos de la ocurrencia de nuevos eventos de falla (ver ilustración 4), mismos que pueden llegar a caracterizar el comportamiento de una distribución Weibull y en consecuencia generar una estimación de la confiabilidad de los activos y eventualmente convertirse en insumo de estimación y toma de decisiones acorde a los ciclos de vida de los elementos correspondientes a los recursos físicos disponibles en el ejercicio de la operación agroindustrial de la organización Avícola y Molinos..



### 3.3 Descripción de datos relacionados a la ocurrencia de eventos de falla

Dado el marco de estudio del presente trabajo de aplicación enfocado en el mantenimiento de activos se considera la distribución Weibull como modelo de descripción del tiempo hasta que ocurre un evento, como una falla o una intervención. Modelo que emplea dos parámetros clave:

- Forma ( $\beta$ ): Indica cómo cambia la tasa de fallas con el tiempo.
  - $\beta < 1$ : Fallas tempranas (disminuye con el tiempo)
  - $\beta = 1$ : Tasa constante (como la exponencial)
  - $\beta > 1$ : Fallas por desgaste (aumenta con el tiempo)
- Escala ( $\eta$ ): Representa el tiempo característico; cuando el 63.2% de los eventos han

ocurrido. En la tabla 3 se representan los datos tomados de la maquina compostmatic.

•

**Tabla 3.**

*Datos de evaluación de ajuste al modelo Weibull de los datos relacionados a los eventos de falla de la maquina compostadora*

Tiempo	Función de densidad (PDF)	Supervivencia S(t)
I	0.174	0.956
II	0.278	0.857
III	0.308	0.705
IV	0.278	0.524
V	0.222	0.343
VI	0.162	0.200
VII	0.113	0.106
VIII	0.075	0.052
IX	0.048	0.023
X	0.030	0.010

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Parámetros estimados; datos procesados a través de la plataforma graphpad (GraphPad, 2025):

Forma ( $\beta$ ): aproximadamente 2.15

Escala ( $\eta$ ): aproximadamente 3.45

Esto indica que el riesgo de falla aumenta con el tiempo, ya que  $\beta > 1$ . Es típico en sistemas que se deterioran progresivamente.

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogórov-Smirnov):

Estadístico  $\chi^2$  aproximadamente: 8.7

Grados de libertad: 6

p-valor: aproximadamente 0.21

Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05

Este p-valor sugiere que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que los datos siguen una distribución Weibull, lo cual es una buena señal de ajuste.

#### Tabla 4.

*Calculo de indicadores asociados a mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad general de los activos evaluados*

Activo	Frecuencia	Tiempo de reparación	Mttr	Mttf	Mtbf	Confiabilidad
Galpón J14 SP1	454	822	1.81	2.26	4.07	0%
Galpón J13 SP1	291	590.5	2.03	3.53	5.55	0%
Galpón J15 SP1	188	475.5	2.53	5.46	7.99	0%
Clasificadora	145	163.5	1.13	7.08	8.20	0%
Compostadora San pablo	113	180	1.59	9.08	10.67	0%
Porcicola	67	100.5	1.50	15.31	16.81	0%
Compostadora oasis	54	73	1.35	19.00	20.35	0%
Galpón J8 BR	42	81.5	1.94	24.43	26.37	0%
Galpón J9 SP2	21	29.5	1.40	48.86	50.26	0%
Galpón J8 SP2	19	28.5	1.50	54.00	55.50	0%
Galpón J7 SP2	14	21.5	1.54	73.29	74.82	1%

Activo	Frecuencia	Tiempo de reparación	Mttr	Mttf	Mtbf	Confiabilidad
Galpón F VM	13	19.5	1.50	78.92	80.42	1%
Galpón J1 BA	13	18	1.38	78.92	80.31	1%
Compostadora Bariloche	12	15.5	1.29	85.50	86.79	1%
Galpón A VB	12	15	1.25	85.50	86.75	1%
Galpón J3 BA	12	13	1.08	85.50	86.58	1%
Galpón J2 BV	11	16.5	1.50	93.27	94.77	2%
Galpón J2 OA	10	14.5	1.45	102.60	104.05	2%
Galpón J1 SP2	10	14.5	1.45	102.60	104.05	2%
Galpón J15 BV	8	15.5	1.94	128.25	130.19	5%
Galpón J10 SP2	8	12	1.50	128.25	129.75	5%
Galpón P10 SP1	7	12	1.71	146.57	148.29	7%
Galpón J7 BA	7	10.5	1.50	146.57	148.07	7%
Galpón J2 BA	6	15	2.50	171.00	173.50	11%
Galpón Auto TABU	6	7.5	1.25	171.00	172.25	11%
Galpón J4 BA	6	5.5	0.92	171.00	171.92	11%
Galpón J4 BV	5	7.5	1.50	205.20	206.70	15%
Galpón J5 BV	5	7.5	1.50	205.20	206.70	15%
Galpón P16 SP1	5	6.5	1.30	205.20	206.50	15%
Galpón J5 BA	4	8	2.00	256.50	258.50	22%
Galpón P15 SP1	4	7	1.75	256.50	258.25	22%
Galpón J2 3M	4	3.5	0.88	256.50	257.38	22%
Galpón J7 BR	3	6.5	2.17	342.00	344.17	32%
Galpón J7 VM	3	4.5	1.50	342.00	343.50	32%
Galpón J6 VM	3	4.5	1.50	342.00	343.50	32%
Planta de tratamiento Oasis	3	3	1.00	342.00	343.00	32%
Galpón J6 SP2	3	3	1.00	342.00	343.00	32%
Galpón J5 OA	2	2.5	1.25	513.00	514.25	47%
Galpón J1 BV	2	2.5	1.25	513.00	514.25	47%
Galpón B OA	2	2	1.00	513.00	514.00	47%
Galpón B VB	2	2	1.00	513.00	514.00	47%
Galpón J5 SP2	2	1.5	0.75	513.00	513.75	47%
Galpón J4 VM	1	2	2.00	1026.00	1028.00	69%
Galpón A VM	1	1.5	1.50	1026.00	1027.50	69%
Galpón J3 SP2	1	1.5	1.50	1026.00	1027.50	69%
Galpón P12 SP1	1	1.5	1.50	1026.00	1027.50	69%
Galpón J1 OA	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
236 B6	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
Galpón P9 SP1	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
XME – 111	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
Galpón C VB	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
Galpón J1 VM	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
Galpón J2 VM	1	1	1.00	1026.00	1027.00	69%
TTT – 676	1	0.5	0.50	1026.00	1026.50	69%
SSX – 896	1	0.5	0.50	1026.00	1026.50	69%
Galpón J3 3M	1	0.5	0.50	1026.00	1026.50	69%

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Los resultados de los cálculos realizados en el estudio de confiabilidad de los activos presentados en la tabla 4 se infiere una alarmantemente pobre confiabilidad de los activos asociados a la operación de la compañía, así como una muy escasa disponibilidad de los activos más críticos.

#### Estimación Weibull por Equipo

Se aplica una aproximación empírica para estimar  $\beta$  y  $\eta$  determinando así los ciclos de madurez de ciclo de vida de los equipos presentados en la tabla 5 y graficados en la ilustración 5.

- $\eta$  (escala)  $\approx$  Promedio de HT2
- $\beta$  (forma)  $\approx$  función del coeficiente de variación (CV) si tuviéramos desviación estándar, pero aquí lo estimaremos cualitativamente según el promedio y la suma.
- Equipos con  $\beta > 1.3$  están en fase de desgaste acelerado, lo que sugiere que el riesgo de falla aumenta con el tiempo. Requieren mantenimiento preventivo frecuente.
- Equipos con  $\beta \approx 1$  tienen fallas aleatorias, por lo que conviene implementar monitoreo continuo o inspecciones regulares.
- Equipos con  $\beta < 1$  podrían estar mostrando fallas prematuras, posiblemente por defectos de fabricación, instalación o condiciones de operación adversas.

**Tabla 5.**

*Coefficientes beta para diagnóstico para madurez de ciclo de vida*

<b>Equipo</b>	<b><math>\eta</math> (Escala)</b>	<b>Estimación <math>\beta</math> (Forma)</b>	<b>Fase de Vida</b>	<b>Recomendación de Mantenimiento</b>
Bandas de Gallinaza	4.57	1.8	Desgaste Crítico	Preventivo cada 4 días
Sistema de alimentación en piso	2.87	1.5	Desgaste Crítico	Revisar cada 2.5 días

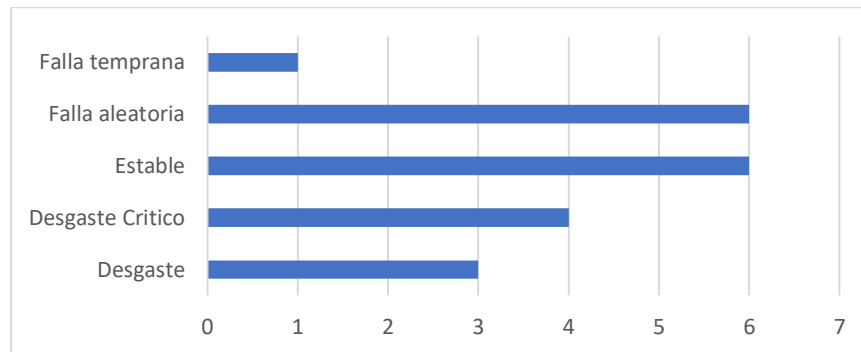
<b>Equipo</b>	<b><math>\eta</math> (Escala)</b>	<b>Estimación <math>\beta</math> (Forma)</b>	<b>Fase de Vida</b>	<b>Recomendación de Mantenimiento</b>
Composmatic	3.08	1.4	Desgaste Crítico	Preventivo cada 2.5–3 días
Empacadora	3.21	1.3	Desgaste	Cada 3 días
Extractores	2.86	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Jaulas de cerdos	3.43	1.3	Desgaste	Cada 3 días
Locativo	2.94	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Maquina Clasificadora	1.48	0.9	Falla aleatoria	Inspección frecuente
Planta eléctrica	1.50	0.8	Falla aleatoria	Monitoreo continuo
Motorreductor	4.00	1.6	Desgaste Crítico	Preventivo cada 3.5 días
Túnel de secado	2.96	1.3	Desgaste	Cada 2.5 días
Picapasto	3.00	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Molino de martillos	3.00	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Tablero de control y potencia	2.81	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Transporte de huevo	2.82	1.2	Estable	Cada 2.5 días
Sistema de bombeo de agua	2.00	1.0	Falla aleatoria	Inspección frecuente
Arco de desinfección	2.00	1.0	Falla aleatoria	Inspección frecuente
Hidrolavadora	1.69	0.9	Falla aleatoria	Monitoreo continuo
Flota vehicular	1.50	0.8	Falla aleatoria	Revisión por kilometraje
Carrocería	1.00	0.7	Falla temprana	Diagnóstico estructural

*Nota.* Datos tomados de la empresa

En la ilustración 5 se presenta el recuento de fallas y su identificación como: fallas tempranas, aleatorias, desgaste y desgaste crítico de los equipos evaluados en el tiempo de estudio.

**Figura 5.**

*Cuenta de Equipo por fase de vida*



*Nota.* Datos tomados de la empresa

### 3.4 Evaluación de procesos y procedimientos

Flujo de Trabajo: No existe caracterización ni documentación de flujo de trabajo de actividades asociadas a mantenimiento.

Estandarización de Procesos: No existe documentación de procesos ni procedimientos relacionados con la intervención de equipos, y dada la alta rotación de personal la transferencia de conocimiento es escasa e informal

Mantenimiento y Revisión: No existen procesos formales ni estandarizados de planeación de actividades de mantenimiento en el desarrollo de asignaciones del personal de soporte técnico. Difícilmente cubren los requerimientos de mantenimiento correctivos emergentes diariamente por lo que no es posible dar cabida a actividades de mantenimiento preventivo

### 3.5 Análisis financiero

En la tabla 6 se muestra la evaluación de los costos asociados a la operación y mantenimiento de los activos de “Avícola y Molinos” así como sus costos de ineficiencia. Se aclara que para dichos cálculos no se contemplan costos de repuestos y/o insumos, por tanto, no existe un catálogo inventariado de partes críticas y su requerimiento varía de acuerdo con el activo en intervención.

**Tabla 6.**

*Costos asociados a la operación y mantenimiento*

Concepto	Detalle	Costo Anual	
1. Nómina	Galponeros (77)	\$1.300k (SMMLV) + 40% recargos (\$1.820k c/u)	\$1,681,700,000.00
	Operadores compostadoras (6)	\$3.000k + 40% recargos (\$4.200k c/u)	\$302,400,000.00
	Operarios clasificadora (25)	\$1.300k + 40% recargos (\$1.820k c/u)	\$546,000,000.00
	Conductores (12)	\$1.600k + 40% recargos (\$2.240k c/u)	\$322,600,000.00
	Mecánicos (9)	\$2.000k + 40% recargos (\$2.800k c/u)	\$302,400,000.00
2. Mantenimiento	Correctivo (activos críticos)	Suma de (Frecuencia × MTTR × \$25k/hora) para top 5 activos	\$43,900,000.00
	Preventivo	\$1.2M/galpón automático + \$500k/maquinaria	\$46,900,000.00
3. Ineficiencias		Pérdidas por paradas (MTTR × Frecuencia × \$50k/hora)	\$20,000,000.00
TOTAL, OPEX			\$3,265,800,000.00

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Se contemplan entonces los siguientes elementos para procesar la información y generar un criterio de evaluación de los costos operacionales

- Costo de mano de obra mano de Obra Correctiva calculada como:

$$\text{Frecuencia} \times \text{MTTR} \times 25,000 \text{ COP/hora (costo mecánico)}$$

- Costo de mano de obra por intervención de mantenimiento preventivo:

De acuerdo con los datos recolectados y al análisis realizado se proyectan los eventuales costos de la ejecución de mantenimientos preventivos y su impacto financiero en la operación como se evidencia en la tabla 7. El costo de la tabla se estima de acuerdo con el tiempo estándar de mano de obra invertido (media salarial del personal de mantenimiento) y recursos físicos (insumos o repuestos) típicamente empleados en dichas intervenciones de modo que se confecciona una tarifa por actividad.

**Tabla 7.**

*Costo preventivo por activo*

<b>Tipo de Activo</b>	<b>Costo Preventivo (COP)</b>	<b>Alcance</b>
Galpones automáticos	\$1,200,000	Lubricación, ajustes de sistemas automatizados y revisiones eléctricas.
Galpones convencionales	\$600,000	Limpieza profunda, reparación de estructuras y revisión de ventilación.
Maquinaria (compostadoras, clasificadora)	\$500,000	Cambio de piezas de desgaste (rodamientos, correas) y calibración.
Vehículos (flota)	\$800,000	Cambio de aceite, filtros y revisión de sistemas hidráulicos.

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Cálculo de ineficiencias:

Basadas en horas de parada (MTTR × Frecuencia) × \$50k COP/hora (valor estimado de producción perdida).

Activos con 0% confiabilidad (Galpones J14, J13, J15, SP1) concentran el 42% del costo total de mantenimiento.

De acuerdo con la tabla 8 se procede a definir los eventuales rubros destinados a una política de mantenimiento asociada a la operación actual de la compañía.

**Tabla 8.**

*Desglose de costos por activos críticos (incluye solo activos con confiabilidad ≤15%)*

Activo	Numero de fallas	MTTR (h)	Costo Correctivo	Costo Preventivo	Pérdidas	Total
Galpón J14 SP1	454	1.81	\$20.6M	\$1.2M	\$3.5M	25.3M
Galpón J13 SP1	291	2.03	\$14.7M	\$1.2M	\$2.8M	18.7M
Clasificadora	145	1.13	\$4.1M	\$0.5M	\$1.9M	6.5M
Compostadora San Pablo	113	1.59	\$4.5M	\$0.5M	\$1.2M	6.2M
Porcicola	67	1.5	\$2.5M	\$0.3M	\$0.8M	3.6M
Subtotal			<b>\$46.4M</b>	<b>\$3.7M</b>	<b>\$10.2M</b>	<b>60.3M</b>

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Retorno de Inversión (ROI) actual de los activos y proyección de mejoras potenciales mediante una gestión eficiente. A fin de ajustar los costos operativos se contemplan también los costos en los que incurre la empresa por concepto de alimento para los animales en granjas lo cual se convierte en un rubro representativo de acuerdo con la tabla a continuación (tabla 9):

**Tabla 9.***Costos por alimentación en las granjas*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Valores</b>
Bulto alimento (\$60.000)	40	\$ 1,500.00
Viajes despachados en bulto (8 ton)	12	\$ 96,000.00
Viajes despachados a granel (16 Ton)	26	\$ 416,000.00
Costo semanal de alimento		\$ 768,000,000.00

*Nota.* Datos tomados de la empresa

En la tabla 10 se realiza una estimación de los ingresos percibidos por la compañía de acuerdo con los valores promedio de venta de algunos de los servicios ofertados por la organización; cabe aclarar, que dichos valores en cuanto a precios unitarios y cantidades vendidas pueden fluctuar de acuerdo con las condiciones del mercado.

**Tabla 10.***Ingresos anuales por ventas*

<b>Producto</b>	<b>Venta Semanal</b>	<b>Precio Unitario (COP)</b>	<b>Ingreso Semanal (COP)</b>	<b>Ingreso Anual (COP)</b>
Huevos	3.000.000 unidades	\$400	$3.000.000 \times 400$ = \$1.200M	$\$1.200M \times 52$ = \$62.400M
Cerdos (en pie)	80 cerdos $\times$ 100 kg	\$9.000/kg	$80 \times 100 \times 9.000$ = \$72M	$\$72M \times 52$ = \$3.744M
Abono	6.000 bultos	\$8.000	$6.000 \times 8.000$ = \$48M	$\$48M \times 52$ = \$2.496M
Total Ingresos			\$1.320M/semana	\$68.640M/año

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Ahora bien, en la tabla 11 se genera una aproximación de los costos operacionales de la empresa asociados tanto a rubros directos de la actividad en su core de negocio como a los rubros correspondientes a mantenimiento, objeto mismo de este estudio.

**Tabla 11.**

*Costos operativos anuales (OPEX) incluyendo costos de alimentación*

Concepto	Costo Anual (COP)
Nómina	\$3.155M
Mantenimiento	\$90.8M
Ineficiencias	\$20M
Alimento (gallinas + cerdos)	\$768M/semana × 52 = \$39.936M
Total OPEX	\$43.201,8M

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Inversión en Activos (CAPEX)

Valor histórico de compra: \$10.000M COP (galpones, maquinaria, flota).

Cálculo del ROI Actual

Beneficio Neto=Ingresos–OPEX

Beneficio Neto = 68.640M–43.201,8M = 25.438,2M COP

ROI Actual= $((25.438,2M-10.000M) / 10.000M) \times 100 = 154,4\%$

Interpretación:

Por cada \$1 invertido en activos, se generan \$1,54 COP de utilidad anual.

El ROI sigue siendo positivo, pero los costos de alimento representan el 92,5% del OPEX (\$39.936M de \$43.201,8M).

Proyección de ROI con Gestión Optimizada

Fórmulas Clave para el Análisis

A. Depreciación Anual (Línea Recta)

Depreciación Anual = (Costo de adquisición – Valor Residual) / Vida útil

Ejemplo (Galpón J14 SP1):

Costo: \$500M COP, Valor residual: \$50M COP, Vida útil: 20 años.

$$(500M - 50M) / 20 = 22.5$$

B. Costo Anual Total de Propiedad (TCO)

TCO = Depreciación + Mantenimiento + Costos de Operación

Ejemplo (Granelero SSX-896):

Depreciación: \$80M COP / 5 años = \$16M COP/año.

Mantenimiento: \$3.2M COP/año (preventivo + correctivo).

Operación: \$5M COP/año (combustible, conductor).

$$TCO = 16M + 3.2M + 5M = 24.2M$$

C. Rentabilidad durante Vida Útil

ROI por Año = Beneficio Neto (Producción) – TCO Costo de adquisición  $\times$  100 Ejemplo

(Clasificadora):

Beneficio neto anual: \$15M COP, TCO: \$10M COP, Costo: \$100M COP.

$$15M - 10M / 100M \times 100 = 100M / 15M - 10M \times 100 =$$

### 3.6 Evaluación por activos críticos

Para el alcance del presente estudio se definen como elementos representativos del mismo aquellos activos que dada su alta criticidad, baja confiabilidad y contribución al core del negocio

se constituyen de elementos de altísima importancia y de alto impacto para la compañía dada la sensibilidad asociada a la operación (ver tabla 12).

**Tabla 12.**

*Evaluación por activos críticos*

Activo	Categoría	Vida Útil	Depreciación Anual	TCO Anual	Confiabilidad	Criticidad
Galpón J14 SP1	Infraestructura	20 años	\$22.5M	\$45M*	0%	Alta
Clasificadora	Maquinaria	10 años	\$15M	\$25M	0%	Alta
Compostadora San Pablo	Maquinaria	10 años	\$12M	\$20M	0%	Media
Granelero SSX-896	Vehículo	5 años	\$16M	\$24.2M	69%	Media

*Nota:* TCO incluye \$22.5M (depreciación) + \$20M (mantenimiento) + \$2.5M (energía). Datos tomados de la empresa

#### 4. Brecha de cumplimiento normativo de acuerdo con la ISO 55000

El tener un parámetro de comparación como lo es un estándar internacional permite identificar las brechas de cumplimiento con lo que eventualmente puede llegar a ser un ideal de operación y conservación de activos, ahora bien, se presenta en los siguientes apartados (tablas 13, 14, 15, 16 y 17) la lista de chequeo que permite evaluar el estado actual de cumplimiento de la ISO 55000 por parte de la organización para así identificar oportunidades de mejora.

**4.1. Liderazgo y política (cláusula 5.1 ISO 55000)****Tabla 13.***Checklist ítems liderazgo y política ISO 55000*

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
1.1	La dirección ha definido una política de gestión de activos alineada con los objetivos estratégicos.	✗ No	No existe documento formal.	Elaborar política escrita y comunicarla a todos los niveles.
1.2	Se ha asignado un responsable del SGA con autoridad para su implementación.	✗ No	No hay un líder designado.	Nombrar un "Gestor de Activos" y formar un comité multidisciplinario.

*Nota.* Datos tomados de la empresa relacionados con ISO 55000**4.2. Planificación (Cláusula 6.1 ISO 55000)****Tabla 14.***Checklist ítems planificación ISO 55000*

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
2.1	Existe un inventario actualizado de activos críticos con datos técnicos y financieros.	✓ Sí (Parcial)	Inventario en Apéndice A, pero sin historial de mantenimiento.	Implementar software de gestión para centralizar datos.
2.2	Se han identificado riesgos asociados a los activos (ej.: fallas en galpones J14-J15).	✗ No	No hay matriz de riesgos formal.	Realizar análisis FMEA para activos críticos.

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
2.3	Se han definido KPI's (MTTR, MTBF, disponibilidad).	✗ No	Solo se calculan de manera reactiva (Tabla 3).	Establecer KPI's mensuales y tableros de control.

*Nota.* Datos tomados de la empresa relacionados con ISO 55000

### 4.3 Soporte y operación (Cláusulas 7 y 8 ISO 55000)

**Tabla 15.**

*Checklist ítems soporte y operación ISO 55000*

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
3.1	Procedimientos de mantenimiento están documentados (preventivo, predictivo, correctivo).	✗ No	No hay manuales ni protocolos.	Documentar procedimientos para los 10 activos más críticos.
3.2	El personal técnico está capacitado en ISO 55000 y RCM.	✗ No	Alta rotación y falta de entrenamiento (Sección 3.1).	Programar talleres trimestrales con consultores externos.
3.3	Se utiliza tecnología (IoT, software) para monitorear activos.	✗ No	Solo registros manuales.	Instalar sensores en galpones y clasificadora.

*Nota.* Datos tomados de la empresa relacionados con ISO 55000

**4.4 Evaluación del desempeño (Cláusula 9 ISO 55000)****Tabla 16.***Checklist ítems evaluación del desempeño ISO 55000*

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
4.1	Se realizan auditorías internas para verificar el SGA.	✗ No	No hay registros de auditorías.	Realizar primera auditoría en 3 meses con checklist ISO.
4.2	Se revisan los KPI's en reuniones gerenciales.	✗ No	No hay reportes periódicos.	Implementar reuniones mensuales para analizar MTTR/MTBF.

*Nota.* Datos tomados de la empresa relacionados con ISO 55000**4.5. Mejora continua (Cláusula 10 ISO 55000)****Tabla 17.***Checklist ítems mejora continua ISO 55000*

Ítem	Requisito	Cumple (Sí/No)	Evidencia/ Comentarios	Oportunidad de Mejora
5.1	Existe un plan de acciones correctivas para no conformidades.	✗ No	Fallas recurrentes sin plan (Tabla 3).	Crear matriz de acciones con plazos y responsables.
5.2	Se aplican lecciones aprendidas de incidentes pasados.	✗ No	No hay registros sistemáticos.	Implementar bitácora digital de fallas y soluciones.

*Nota.* Datos tomados de la empresa relacionados con ISO 55000

Resumen de Oportunidades de Mejora Prioritarias

Documentar políticas y procedimientos (Ítems 1.1, 3.1).

Capacitar al personal en gestión de activos (Ítems 3.2).

Implementar tecnología IoT para monitoreo predictivo (Ítems 3.3).

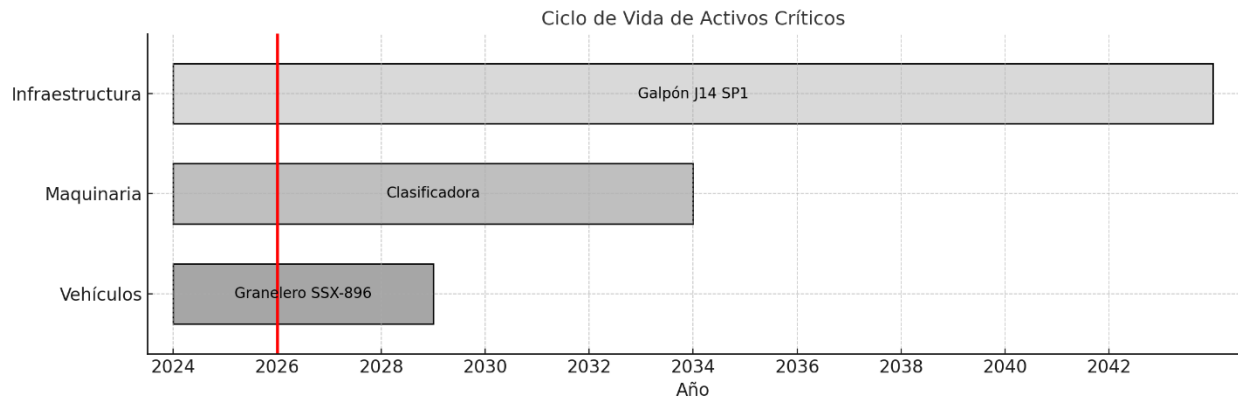
Establecer KPI's y auditorías periódicas (Ítems 2.3, 4.1).

## **5. Ciclo de vida de activos**

Los equipos cumplen dentro de la empresas funciones definidas tanto por el fabricante desde el momento de su diseño y comercialización como por los operadores en su empleo de acuerdo con las diferentes actividades en las cuales se emplean, y de igual modo los activos cumplen un ciclo de vida dentro de las organizaciones desde el momento en el que empiezan su funcionamiento como a lo largo de su operación y posterior salida definitiva de funcionamiento y es importante el identificarlo. En la ilustración 6 que se muestra a continuación se describe el ciclo de vida esperado para los activos de acuerdo con las categorías de infraestructura, maquinaria y vehículos con ejemplos asociados.

**Figura 6.**

*Ciclo de vida de activos críticos*



*Nota.* Datos tomados de la empresa

- Consideraciones por horizonte de vida Activos a 20 años (Infraestructura)

Acción: Invertir en modernización (ej.: automatización de galpones) para extender vida útil.

Fórmula de Viabilidad:

$$VAN = \sum \frac{(\text{Beneficios} - \text{Costos})}{(1+i)^t} > 0$$

\*(Ejemplo: Si modernizar cuesta \$200M, pero ahorra \$30M/año en TCO, VAN positivo a 10 años con  $i=8\%$ )\*.

- Consideraciones por horizonte de vida. activos a 10 años (Maquinaria)

Acción: Renovación al año 8 para evitar obsolescencia.

KPI:

Costo de Reparación / Valor Residual  $> 1 \Rightarrow$  Reemplazar

- Consideraciones por horizonte de vida activos a 5 años (Vehículos)

Acción: Vender al año 4 para maximizar valor residual.

Ejemplo (SSX-896):

Valor residual año 4: \$20M COP vs. costo de reparación acumulada: \$18M COP.

Decisión: Vender si reparación supera \$20M.

- Criterios de Evaluación por Fase del Ciclo de Vida

A. Incorporación de Activos:

En la tabla 18 se presentan los criterios, indicadores y herramientas relacionados.

**Tabla 18.**

*Criterios ciclo de vida - incorporación de activos*

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>
Necesidad estratégica	Alineación con objetivos productivos	Matriz de priorización
Análisis costo-beneficio	ROI esperado (ej.: reducción de MTTR)	Flujo de caja descontado
Selección de proveedores	Historial de confiabilidad y soporte	Evaluación técnica y financiera

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Ejemplo aplicado:

Galpón J14 SP1 (Automático):

Falla detectada: Alta frecuencia de intervenciones (454 en 114 días, Tabla 2).

Acción: Priorizar en el plan de renovación con proveedores de tecnología IoT.

B. Operación:

En la tabla 19 se presentan los criterios, indicadores y herramientas relacionados.

**Tabla 19.***Criterios ciclo de vida - operación*

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>
Disponibilidad	% tiempo operativo vs. Inactividad	MTBF (Tabla 3)
Eficiencia energética	Consumo kWh/huevo producido	Monitoreo con sensores
Cumplimiento normativo	Auditorías sanitarias (ej.: ICA)	Checklist de requisitos legales

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Ejemplo aplicado:

Clasificadora de huevos:

MTBF actual: 8.2 días (Tabla 3) → Meta: Aumentar a 15 días con mantenimiento predictivo.

C. Mantenimiento:

En la tabla 20 se presentan los criterios, indicadores y herramientas relacionados.

**Tabla 20.***Criterios ciclo de vida - mantenimiento*

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>
Estrategia aplicada	Correctivo Preventivo Predictivo	Registros de órdenes de trabajo
Costo por activo	Costo/año (repuestos + mano de obra)	Sistema de gestión (ej.: CMMS)
Confiabilidad	Probabilidad de falla (ej.: 0% en J14)	Fórmula de confiabilidad (Ecuación 1)

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Ejemplo aplicado:

Compostadora San Pablo:

MTTR: 1.59 días → Acción: Implementar mantenimiento preventivo cada 3 meses.

D. Desincorporación:

En la tabla 21 se presentan los criterios, indicadores y herramientas relacionados.

**Tabla 21.**

*Criterios ciclo de vida - desincorporación*

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>
Vida útil técnica	Años vs. estándar del sector	Historial de fallas y costos
Impacto ambiental	% materiales reciclables	Certificados de disposición final
Reemplazo planificado	Nuevo activo asignado en presupuesto	Plan estratégico de renovación

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Ejemplo aplicado:

Vehículo SSX-896 (Granelero):

Estado: "Indisponible" (Apéndice A) → Acción: Evaluar reparación vs. reemplazo con análisis LCC (Costo de Ciclo de Vida).

- Matriz de Evaluación por Activo Crítico

Se plantea un modelo de evaluación de activos por puntuación de modo que se facilite la toma de decisiones, ya sea para una intervención mayor, reemplazo y desincorporación.

**Tabla 22.***Ejemplo modelo de evaluación de activos*

Activo	Incorporación	Operación	Mantenimiento	Desincorporación	Puntuación (1-5)
Galpón J14 SP1	Baja (adquisición 2015)	Crítica (MTBF: 4.07)	Correctivo (454 fallas)	Vida útil agotada	2
Clasificadora	Media (tecnología 2018)	Estable (MTBF: 8.20)	Preventivo (145 fallas)	Reemplazo en 2026	3
Compostadora SP	Alta (proveedor confiable)	Riesgo sanitario	Predictivo (113 fallas)	Óptima (5 años más)	4

*Nota.* Datos tomados de la empresa

- Criterios de acuerdo con puntuación del activo:

1-2: Urgen acciones inmediatas (ej.: reemplazo).

3: Requiere optimización (ej.: modernización).

4-5: Buen desempeño (mantener estrategias).

## 6. Recomendaciones para "Avícola y Molinos"

A continuación, se presentarán las que a criterio del autor deberían ser las acciones que adoptar por parte de la organización en aras de mejorar la administración de activos de la operación.

## 6.1 Corto plazo (0-3 meses)

Elaborar política de gestión de activos que inicie por la captura de información, formación del personal y definición de responsables de ejecución de tareas y evaluación de cumplimiento por etapas.

### 6.1.1 Monitoreo y mejora continua

Para la gestión de activos y la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento se consideran los indicadores expuestos en la tabla 23 de modo que se incorpore dentro de la política el registro de datos para posteriormente permitir el cálculo los mismos. Las metas expresadas en la tabla se construyen de acuerdo a datos del sector ya requerimientos de gerencia

**Tabla 23.**

*Indicadores de mantenimiento*

KPI	Fórmula	Objetivo	Meta
Disponibilidad de Activos	$(\text{Horas operativas} / \text{Horas totales}) \times 100$	Maximizar tiempo productivo.	$\geq 90\%$
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	Total horas reparación / N° de fallas	Reducir tiempos de inactividad.	<2 horas
MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas)	Horas operativas / N° defallas	Aumentar confiabilidad.	>500 horas
Costo de Mantenimiento por Tonelada	Costo total mantenimiento / Tonelada producida	Controlar gastos.	<\$50.000 COP/ton

*Nota.* Datos tomados de la empresa

Con relación a las actividades se recomienda el realizar auditorías internas y ajustes de procesos según corresponda.

### ***6.1.2 Inversión en capacitación***

El personal de la organización debe formarse tanto en las labores propias de operación y mantenimiento de los activos como en conceptos básicos de ISO 55000, ya que actualmente la empresa no cuenta con métodos de incorporación, capacitación y actualización, además de garantizar el registro de las actividades realizadas derivando ellos tanto en una posible fuente de fallas y salida de operación de los equipos como en una alta reactividad del personal de mantenimiento dada la continua incidencia de salida de operación.

### ***6.1.3 Centralizar repuestos***

Ya que los costos de materiales, insumos y repuestos corresponden a rubros significativamente altos y que no se trasladan de manera directa al precio de venta de los productos es necesario generar un mayor control de estos posiblemente a través de alguna herramienta informática que permita su trazabilidad del proceso, iniciando desde su compra, almacenamiento e instalación según lo requerido por la operación.

## **6.2 Mediano plazo (3-6 meses):**

### ***6.2.1 Adquirir software de gestión y sensores IoT***

Seguir el modelo de empresas avícolas del sector que involucran dentro de su operación la instalación de sensores para monitoreo en tiempo real, lo cual permite una toma de decisiones basada en la información disponible en tiempo real

### ***6.2.2 Realizar primera auditoría interna***

### ***6.2.3 Actualización de activos***

Proponer un plan de actualización o reemplazo de los activos obsoletos o ineficientes.

### ***6.2.4 Tecnología de clasificación***

Implementar tecnologías avanzadas de clasificación y empaquetado para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio.

## **6.3 Plan de implementación detallado de ISO 55000 para "Avícola y Molinos"**

Dados los beneficios de implementación principalmente en la mejora de procesos y procedimientos de un estándar enfocado en la gestión de activos se define entonces cual podría ser

la eventual guía de incorporación por parte de la compañía contemplando desglose de tareas, recursos y benchmarking sectorial.

### 6.3.1 Fase 1: preparación y diagnóstico

Objetivo: Establecer bases técnicas y organizativas para el SGA como se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24.**

*Tareas y actividades fase 1 de la implementación ISO 55000*

<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos Necesarios</b>	<b>Actividades Clave</b>
Conformar Comité de Gestión	Gerencia General	- Horas de reunión	Designar líderes de área (mantenimiento, operaciones, finanzas).
Validar inventario de activos	Jefe de Mantenimiento	- Listado de activos (Apéndice A)	Actualizar datos: ubicación, estado, historial de fallas.
Análisis de brechas ISO 55000	Consultor externo	- Plantilla de auditoría	Comparar prácticas actuales vs. requisitos ISO (ej.: falta de documentación de procesos).
Priorizar activos críticos	Comité SGA	- Herramienta Pareto (Tabla 2)	Seleccionar top 10 activos con mayor impacto en producción (ej.: galpones J14-J15 SP1).

*Nota.* Datos tomados de la empresa

### 6.3.2 Fase 2: planificación estratégica

En la tabla 25 se representa el desarrollo de la fase 2 de la implementación de la ISO 55000 la cual se debe alinear con objetivos empresariales (ej.: reducir paradas no planificadas en un 30%).

Priorizar activos con análisis Pareto (Tabla 2: 20% de activos causan 80% de intervenciones).

Definición de KPI's:

MTTR (meta: reducir de 1.81 a 1.2 días en galpones críticos).

Disponibilidad (meta: aumentar del 0% al 85% en equipos clave).

Objetivo: Definir políticas, KPI's y planes de acción.

**Tabla 25.**

*Tareas y actividades fase 2 de la implementación ISO 55000*

<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos Necesarios</b>	<b>Actividades Clave</b>
Elaborar política de gestión	Gerencia + Consultor	- Plantilla ISO 55000	Redactar documento con objetivos y compromisos (ej.: "Reducir MTTR en un 20%").
Definir KPI's	Jefe de Producción	- Software de monitoreo	Establecer métricas: MTBF, disponibilidad, costo por tonelada de huevo.
Diseñar hoja de ruta	Comité SGA	- Cronograma en Gantt	Asignar plazos a tareas (ej.: capacitación en Mes 3).

*Nota.* Datos tomados de la empresa

### 6.3.3 Fase 3: implementación de procesos

En la tabla 26 se representa el desarrollo de la fase 3 de la implementación de la ISO 55000.

Documentación y estandarización:

Crear manuales de operación y mantenimiento para activos críticos (ej.: galpones automáticos, clasificadora).

Implementar órdenes de trabajo digitalizadas (Ver anexo 2. Orden de trabajo) para seguimiento.

Estrategias de mantenimiento:

Predictivo: Instalar sensores IoT en galpones para monitorear temperatura/humedad.

Preventivo: Programar revisiones mensuales en compostadoras.

Capacitación:

Talleres para técnicos en RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

Cultura de reporte proactivo de fallas.

Objetivo: Operativizar el SGA con herramientas y capacitación.

**Tabla 26.**

*Tareas y actividades fase 3 de la implementación ISO 55000*

<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos Necesarios</b>	<b>Actividades Clave</b>
Documentar procedimientos	Jefe de Mantenimiento	- Plataforma digital (SharePoint)	Crear manuales para activos críticos (ej.: protocolo de mantenimiento de compostadoras).
Instalar sensores IoT	Proveedor tecnológico	- Sensores de temperatura/humedad	Monitorear galpones automáticos en tiempo real.
Capacitar técnicos en RCM	Consultor externo	- Material didáctico	Talleres prácticos sobre análisis de fallas y confiabilidad.

*Nota.* Datos tomados de la empresa

### 6.3.4 Fase 4: monitoreo y mejora continua

En la tabla 27 se representa el desarrollo de la fase 4 de la implementación de la ISO 55000.

Auditorías internas: Verificar cumplimiento de ISO 55001 cada 6 meses.

Revisión gerencial: Analizar KPI's y ajustar planes (ej.: reemplazar galpón J14 SP1 si su confiabilidad sigue en 0%).

Objetivo: Garantizar sostenibilidad del SGA.

**Tabla 27.**

*Tareas y actividades fase 4 de la implementación ISO 55000*

<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Recursos Necesarios</b>	<b>Actividades Clave</b>
Auditorías semestrales	Consultor interno	- Checklist ISO 55001	Verificar cumplimiento y documentar no conformidades.
Revisión gerencial de KPI's	Gerencia General	- Reportes de desempeño	Ajustar presupuestos según resultados (ej.: invertir en renovar galpón J14 SP1).

*Nota.* Datos tomados de la empresa

## 6.4 Herramientas propuestas

Si bien en el mercado existen soluciones informáticas adaptables a la actividad comercial y productiva de “Avícola y Molinos”, mismas que pueden ser incorporadas a futuro, ya que la empresa actualmente no se encuentra interesada a la destinación de dichos rubros se procede entonces a la generación de una herramienta sencilla a través de los recursos disponibles que

permite el control y medición de actividades enfocadas en mantenimiento por lo que se emplea la platilla de Excel de la cual se muestra en la ilustración 7.

**Figura 7.**

*Plantilla propuesta control de mantenimiento preventivo de equipos*

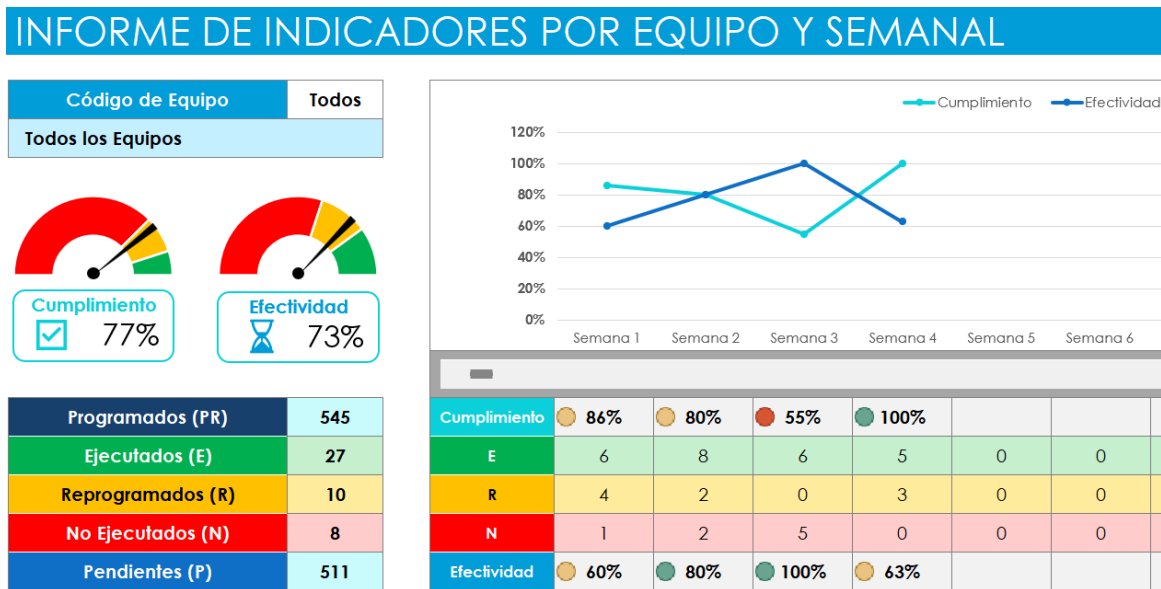


*Nota.* Datos tomados de la empresa

Dicha plantilla está en condiciones de generar un informe básico de validación de cumplimiento y efectividad, como se muestra en la ilustración 8; debido a identificar la efectividad de las actividades y personal dedicado a labores de mantenimiento

**Figura 8.**

*Plantilla propuesta indicadores por equipos semanal*



*Nota.* Este modelo se basa en los datos del diagnóstico de "Avícola y Molinos", donde el 48.28% de los activos requirieron mantenimiento en 114 días, evidenciando gestión reactiva y falta de planificación. Datos tomados de la empresa

**6.5 Política de gestión de activos para "Avícola y Molinos"**

Teniendo en cuenta que activos de infraestructura como los galpones tienen una vida útil de 20 años, la maquinaria de 10 años y los vehículos de 5 años. Se considera que al final de dichos ciclos los activos deberán tener una intervención **mayor** de mantenimiento (Overhaul) o desincorporación. Por lo que se procede con la evaluación a precios de mercado cual debería ser la política de gestión de activos de acuerdo con dichos criterios

### 6.5.1 Criterios de decisión por tipo de activo

Se establecen las siguientes tres opciones para el final de la vida útil de recursos físicos:

- Overhaul (Intervención mayor): Restaurar el activo al 80-90% de su capacidad original.
- Reemplazo: Adquirir un nuevo activo con tecnología actualizada.
- Desincorporación: Vender/chatarrizar si el costo de Overhaul supera el 60% del valor de uno nuevo.

De acuerdo con la toma de decisiones para la intervención de los equipos se diseña una tabla que permita al tomador de decisión tener claridad de las opciones posibles considerando las opciones de mercado para intervención, esto asociado a los precios disponibles actualmente.

**Tabla 28.**

*Vida útil y costos de referencia (mercado colombiano, 2025)*

Tipo de Activo	Vida Útil	Costo Overhaul	Costo Reemplazo	Valor Residual
Galpón (automático)	20 años	\$60,000,000	\$400,000,000	\$20,000,000 (chatarra)
Maquinaria (clasificadora)	10 años	\$32,000,000	\$200,000,000	\$8,000,000
Vehículo (granelero)	5 años	\$20,000,000	\$120,000,000	\$6,000,000

*Nota.* Datos tomados de la empresa

### 6.5.2 Análisis costo-beneficio por activo crítico

A continuación se presentan los ejemplos A, B y C en representación de cada una de las tipologías de activos definidos como infraestructura, maquinaria y flota vehicular respectivamente.

## A. Galpón J14 SP1 (Automático)

Año de adquisición: 2015 → Edad actual: 9 años (vida útil restante: 11 años)

Estado actual: Alta frecuencia de fallas (454 intervenciones en 114 días, MTTR 1.81 días)

Costos proyectados:

- Overhaul (2025): \$60,000,000 COP → Extiende vida útil 5 años más

- Reemplazo (2025): \$400,000,000 COP → Nueva vida útil de 20 años

- Desincorporación (2025): \$20,000,000 COP (valor residual) + \$400,000,000 COP

(nuevo) = \$380,000,000 COP neto

Decisión:

- Costo anualizado de Overhaul: \$60,000,000 / 5 años = \$12,000,000/año

- Costo anualizado de reemplazo: \$400,000,000 / 20 años = \$20,000,000/año

Conclusión: Realizar Overhaul en 2025 (menor costo anual y evita paro productivo)

## B. Clasificadora de Huevos

Año de adquisición: 2018 → Edad actual: 6 años (vida útil restante: 4 años)

Estado actual: MTBF 8.2 días, 145 intervenciones

Costos proyectados:

- Overhaul (2026): \$32,000,000 COP → Extiende vida útil 3 años más

- Reemplazo (2026): \$200,000,000 COP → Nueva vida útil de 10 años

Decisión:

- Costo anualizado de Overhaul: \$32,000,000 / 3 años = \$10,666,667/año

- Costo anualizado de reemplazo: \$200,000,000 / 10 años = \$20,000,000/año

Conclusión: Overhaul en 2026, pero evaluar tecnología de reemplazo si hay avances

significativos

## C. Vehículo Granelero (SSX-896)

Año de adquisición: 2020 → Edad actual: 4 años (vida útil restante: 1 año)

Estado actual: "Indisponible" (Apéndice A)

Costos proyectados:

- Overhaul (2025): \$20,000,000 COP → Extiende vida útil 2 años más

- Reemplazo (2025): \$120,000,000 COP → Nueva vida útil de 5 años

Decisión:

- Costo anualizado de Overhaul:  $\$20,000,000 / 2 \text{ años} = \$10,000,000/\text{año}$

- Costo anualizado de reemplazo:  $\$120,000,000 / 5 \text{ años} = \$24,000,000/\text{año}$

Conclusión: Overhaul en 2025 (económicamente viable), pero priorizar reemplazo si la flota es crítica

### 6.5.3 Política general de gestión

En la tabla 29 se presenta un ejemplo de matriz de toma de decisiones en razón a la tipología de activos, cabe aclarar que para el estudio se contemplan 3 tipos de activos: infraestructura, maquinaria y flota vehicular, cada grupo con cualidades distintas relacionadas a su depreciación contable y desgaste eventual.

**Tabla 29.**

*Tabla de decisión de acuerdo con tipología del activo*

Tipo de Activo	Acción al 80% Vida Útil	Acción al Final de Vida Útil	Frecuencia de Evaluación
Galpones	Overhaul (años 15-18)	Reemplazo si costo Overhaul > \$240,000,000	Cada 5 años

Tipo de Activo	Acción al 80% Vida Útil	Acción al Final de Vida Útil	Frecuencia de Evaluación
Maquinaria	Overhaul (año 7-8)	Reemplazo si tecnología obsoleta	Cada 2 años
Vehículos	Overhaul (año 4)	Reemplazo obligatorio (riesgo operativo)	Anual

*Nota.* Datos tomados de la empresa

#### 6.5.4 Hoja de ruta de implementación

2025-2026 (Corto Plazo)

Overhaul: Galpón J14 SP1 (\$60,000,000 COP) y vehículo SSX-896 (\$20,000,000 COP).

Presupuesto asignado: \$80,000,000 COP (priorizar con base en Pareto).

2027-2030 (Mediano Plazo)

Reemplazo: Clasificadora (si Overhaul no es viable en 2026).

Nuevas tecnologías: IoT en galpones (inversión estimada: \$120,000,000 COP).

Indicadores Clave:

ROI de Overhaul: Ahorro vs. reemplazo (ej.: \$280,000,000 COP en galpones para 2025).

Tasa de renovación: 20% de activos críticos cada 5 años.

Overhaul es viable para galpones y maquinaria si el costo es menor al 60% del reemplazo.

Vehículos deben reemplazarse al final de su vida útil (5 años) por riesgos operativos.

Ejemplo de cálculo:

Galpón J14 SP1:

Costo Overhaul/vida extendida: \$60.000.000 COP / 5 años = \$12.000.000 COP/año

Costo reemplazo/vida nueva: \$400.000.000 COP / 20 años = \$20.000.000 COP/año

Ahorro anualizado: \$8.000.000 COP/año

Nota: Los costos se basan en promedios del sector avícola en Colombia. Para precisión, actualizar con cotizaciones de proveedores locales.

## **6.6 Mejoras propuestas**

### ***6.6.1 Optimizar costos de alimento:***

- Analizar fórmulas nutricionales más eficientes
- Compras a granel con descuentos

### ***6.6.2 Automatizar distribución de alimento***

- Inversión en silos y sistemas automatizados (ROI en 2 años)

### ***6.6.3 Monitorear desperdicios***

- Sensores en comederos para reducir mermas

Impacto económico estimado:

- Reducción del 30% en mantenimiento correctivo: Ahorro de \$13.200.000 COP/año
- Disminución del 50% en ineficiencias: Ahorro de \$10.000.000 COP/año

Inversión en tecnología: (sensores IoT + capacitación).

En la tabla 30 se contempla un factor técnico para determinar el desgaste proyectado de los grupos de activos relacionados en el estudio.

**Tabla 30.***Evaluación de ciclo de vida de activos basado en estándares contables y vida técnica*

Horizonte	Tipo de Activo	Ejemplos Críticos	Vida Útil (años)	Método de Depreciación
20 años	Infraestructura	Galpones automáticos (J13-J15 SP1)	20	Línea recta
10 años	Maquinaria principal	Compostadoras, Clasificadora, Molino	10	Línea recta
5 años	Vehículos y equipos móviles	Granelero SSX-896, Volquetas	5	Línea recta o acelerada

*Nota.* Datos tomados de la empresa

#### **6.6.4 Cultura organizacional con enfoque a la gestión de activos**

Adoptar una política de gestión de activos alineada con los objetivos del negocio (ej.: reducir paradas en plantas de procesamiento, optimizar mantenimiento de granjas).

Asignar un equipo responsable (mantenimiento, operaciones, finanzas).

#### **6.6.5 Identificación y priorización de activos críticos**

Granjas: Sistemas de ventilación, comedores automáticos, incubadoras.

Procesamiento: Máquina clasificadora, sistemas de alimentación, bandas transportadoras.

Logística: Vehículos de transporte, cámaras frigoríficas.

Infraestructura: Plantas eléctricas, sistemas de tratamiento de agua.

Herramienta: Matriz de criticidad (evaluar impacto en producción, seguridad y costos).

Evaluación de riesgos y oportunidades

Riesgos típicos: Fallos en equipos → pérdida de lotes, contaminación, incumplimiento normativo.

Oportunidades: Mantenimiento predictivo (ej.: sensores en galpones automáticos), contratos con proveedores estratégicos.

#### ***6.6.6 Construcción de planes de mantenimiento acordes a la operación***

Correctivo: Para activos no críticos.

Preventivo: Lubricación de máquinas, calibración de sistemas.

Predictivo: Monitoreo de temperatura en cámaras frigoríficas con IoT.

Documentar: Procedimientos, frecuencias y responsables.

#### ***6.6.7 Capacitación y participación transversal del personal***

Entrenar a operarios en detección temprana de fallas (ejemplo: ruidos anormales en ventiladores).

Promover la participación de todos los niveles (ejemplo: reportar fugas en sistemas de agua).

## 7. Conclusiones

La implementación de un sistema de gestión de activos basado en confiabilidad mejora la disponibilidad operativa, reduciendo tiempos muertos y optimizando el uso de recursos críticos.

El análisis estadístico mediante distribuciones como Weibull y log-normal permite establecer ciclos de mantenimiento preventivo más precisos, lo que reduce fallas inesperadas y mejora la planificación logística.

La integración de indicadores clave de desempeño (KPIs) como MTBF, MTTR y disponibilidad operacional facilita el monitoreo continuo, permitiendo decisiones basadas en datos reales.

La digitalización de registros y cronogramas de mantenimiento permite una trazabilidad más eficiente, mejorando la gestión documental y la toma de decisiones estratégicas.

La alineación del plan de activos con los objetivos estratégicos de la empresa garantiza que las inversiones en mantenimiento generen valor, tanto económico como operativo.

La capacitación del personal técnico en análisis de confiabilidad y gestión de activos es clave para la sostenibilidad del sistema, reduciendo la dependencia de consultores externos.

La priorización de activos críticos mediante matrices de riesgo permite enfocar recursos en los equipos que más impactan la producción, optimizando el presupuesto de mantenimiento.

La implementación de un sistema de alertas y seguimiento de fallas recurrentes mejora la capacidad de respuesta, reduciendo el impacto de eventos no planificados.

El enfoque sistemático del plan permite replicabilidad en otras áreas de la empresa, abriendo la posibilidad de escalar el modelo a nuevas líneas de producción o sedes.

- El uso de herramientas como RCM (Reliability-Centered Maintenance) y TPM (Total Productive Maintenance) fortalece la cultura de mantenimiento proactivo, involucrando al personal operativo en la mejora continua.

### Referencias Bibliográficas

- Concejo de Normalizacion y Certificacion de Competencia Laboral. (2001). *Analisis ocupacional del mantenimiento industrial*. Mexico: Conocer.
- Duffuaa, S. O., Campbell, J. D., & Raouf, A. (2000). *Sistemas de mantenimiento : planeacion y control*. Limusa.
- Fractal. (s.f.). *Indicadores de mantenimiento*. <https://www.fractal.com/hubfs/1080x1080-indicadores-mantenimiento-esp-blog-mayo.webp>
- Garcia Palencia, O. (2012). *Gestion moderna del mantenimiento industrial: principios fundamentales*. Ediciones de la U.
- GraphPad. (18 de Agosto de 2025). *Compare observed and expected frequencies*. <https://www.graphpad.com/quickcalcs/chisquared1/>
- McMillan, G. K. (2010). *Essentials of modern measurements and final elements in the process industry: a guide to design, configuration, installation and maintenance*. ISA - International Society of Automation.
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento: planeacion, ejecucion y control*. Alfaomega.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance (RCM)*. Nueva York: Industrial Press.
- Navarro Eola, L., Mugaburu Lacabrera, J. M., & Pastor Tejedor, A. C. (1997). *Gestion integral de mantenimiento*. s.l. s.n.
- Organización Internacional de Normalización. (2014). *Gestión de activos: Aspectos generales, principios y terminología (Norma ISO 55000:2014)*. <https://www.iso.org/standard/55088.html>
- Smith, R., & Hinchcliffe, R. (2004). *RCM: Gateway to world class maintenance*. Oxford: Elsevier.

## Apéndices

## Apéndice A. Identificación de activos por categoría y centro de costo asociado

ID	Nombre del Activo	Descripción	Categoría	CC	Estado	Responsable
1	236 B6	Minicargador	Maquinaria	CSP	Disponible	Coord. Operaciones
2	236 D3	Minicargador	Maquinaria	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
3	252 B	Minicargador	Maquinaria	COA	Disponible	Coord. Operaciones
4	216 B	Minicargador	Maquinaria	CBR	Disponible	Coord. Operaciones
5	Clasificadora	Maquina clasificadora	Maquinaria	PC	Disponible	Jefe de planta clasificadora
6	Compostmatic Bariloche	Maquina Compostadora	Maquinaria	CBR	Disponible	Operador CBR
7	Compostadora oasis	Maquina Compostadora	Maquinaria	COA	Disponible	Operador COA
8	Compostmatic 1 San pablo	Maquina Compostadora	Maquinaria	CSP	Disponible	Operador CSP
9	Compostmatic 2 San pablo	Maquina Compostadora	Maquinaria	CSP	Indisponible	Operador CSP
10	Galpón A OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
11	Galpón A VB	Galpón de piso	Producción	VB	Disponible	Veterinario Bariloche
12	Galpón A VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
13	Galpón Auto TABU	Galpón de piso	Producción	TB	Disponible	Veterinario Oasis
14	Galpón B OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
15	Galpón F VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
16	Galpón J1 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
17	Galpón J1 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
18	Galpón J10 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
19	Galpón J13 SP1	Galpón Automático	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
20	Galpón J14 SP1	Galpón Automático	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
21	Galpón J15 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
22	Galpón J15 SP1	Galpón Automático	Producción	SP1	Indisponible	Veterinario San Pablo
23	Galpón J2 3M	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
24	Galpón J2 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis
25	Galpón J2 OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
26	Galpón J3 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis
27	Galpón J4 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis
28	Galpón J5 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis
29	Galpón J5 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
30	Galpón J1 OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
31	Galpón J5 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
32	Galpón J6 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
33	Galpón J6 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
34	Galpón J7 BA	Galpón de piso	Producción	BA	Disponible	Veterinario Oasis
35	Galpón J7 BR	Galpón Automático	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
36	Galpón J7 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
37	Galpón J7 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
38	Galpón J8 BR	Galpón Automático	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
39	Galpón J8 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
40	Galpón J9 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
41	Galpón P11 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
42	Galpón P12 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
43	Galpón P15 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
44	Galpón P16 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
45	Galpón P18 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
46	Galpón P19 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
47	Galpón P9 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
48	Galpón P10 SP1	Galpón de piso	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
49	Túnel de sacado J14	Túnel de secado de gallinaza	Producción	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
50	Galpón J3 TABU	Galpón Jaula Convencional	Producción	TB	Disponible	Veterinario Oasis
51	Galpón J2 TABU	Galpón de piso	Producción	TB	Disponible	Veterinario Oasis
52	Galpón J4 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
53	Galpón B VB	Galpón de piso	Producción	VB	Disponible	Veterinario Bariloche
54	Galpón J1 BR	Galpón de piso	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
55	Galpón J1 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
56	Galpón J2 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
57	Galpón J3 3M	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
58	SXL-439	VOLQUETA	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
59	XVY-421	VOLQUETA	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
60	XVW-650	VOLQUETA	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
61	SSX-896	GRANELERO	Flota Vehicular	N/A	Indisponible	Coord. Operaciones
62	XME-111	GRANELERO	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
63	TTT-676	TURBO 5TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
64	WOK-647	SENCILLO 10TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
65	XVV-141	DOBLETROQUE 16TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
66	XVV-120	SENCILLO 10TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
67	GQV-643	SENCILLO 9TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
68	LWY-405	GRANELERO	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
69	LWY-564	SENCILLO 9TON	Flota Vehicular	N/A	Disponible	Coord. Operaciones
70	Galpón J1 3M	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
71	Galpón J4 3M	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
72	Galpón J5 3M	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
73	Galpón J6 BA	Galpón de piso	Producción	3M	Disponible	Veterinario Bariloche
74	Galpón J2 BR	Galpón Jaula Convencional	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
75	Galpón J3 BR	Galpón Jaula Convencional	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
76	Galpón J4 BR	Galpón Jaula Convencional	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
77	Galpón J5 BR	Galpón Jaula Convencional	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
78	Galpón J6 BR	Galpón Jaula Convencional	Levante	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
79	Galpón J9 BR	Galpón de piso	Levante	BR	Indisponible	Veterinario Bariloche
80	Galpón J3 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
81	Galpón J2 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
82	Galpón J1 BV	Galpón de piso	Producción	BV	Disponible	Veterinario Oasis
83	Molino de gallinaza	Molino de gallinaza	Maquinaria	COA	Disponible	Operador COA
84	Galpón J3 OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
85	Galpón J4 OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
86	Galpón J5 OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
87	Galpón C OA	Galpón de piso	Producción	OA	Disponible	Veterinario Oasis
88	Galpón J2 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
89	Galpón J4 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
90	Galpón J3 SP2	Galpón de piso	Producción	SP2	Disponible	Veterinario San Pablo
91	Galpón C VB	Galpón de piso	Producción	VB	Disponible	Veterinario Bariloche
92	Galpón J3 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
93	Galpón J4 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
94	Galpón J5 VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
95	Galpón de cría VM	Galpón de piso	Producción	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
96	Planta de tratamiento VM	Planta de tratamiento de agua	Suministro de agua	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
97	Planta de tratamiento OA	Planta de tratamiento de agua	Suministro de agua	OA	Disponible	Veterinario Oasis
98	Planta de tratamiento BR	Planta de tratamiento de agua	Suministro de agua	BR	Disponible	Veterinario Bariloche

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
99	Generador eléctrico PC	Generador eléctrico de respaldo	Suministro eléctrico	PC	Disponible	Jefe de planta clasificadora
100	Generador eléctrico J14 - J15	Generador eléctrico de respaldo	Suministro eléctrico	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
101	Generador eléctrico J13	Generador eléctrico de respaldo	Suministro eléctrico	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
102	Generador eléctrico BR	Generador eléctrico de respaldo	Suministro eléctrico	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
103	Transformador principal SP	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
104	Transformador PC	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	PC	Disponible	Jefe de planta clasificadora
105	Transformador J14 - J15	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
106	Transformador J13	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	SP1	Disponible	Veterinario San Pablo
107	Transformador VM	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	VM	Disponible	Veterinario San Pablo
108	Transformador CSP	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	CSP	Disponible	Operador CSP
109	Transformador COA	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	COA	Disponible	Operador COA
110	Transformador CBR	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	CBR	Disponible	Operador CBR
111	Transformador BA	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	BA	Disponible	Veterinario Oasis
112	Transformador TB	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	TB	Disponible	Veterinario Oasis
113	Transformador OA	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	OA	Disponible	Veterinario Oasis
114	Transformador POR	Generador eléctrico de respaldo	Suministro eléctrico	POR	Disponible	Veterinario Porcicola

<b>ID</b>	<b>Nombre del Activo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>CC</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
115	Transformador BR	Transformador eléctrico	Suministro eléctrico	BR	Disponible	Veterinario Bariloche
116	Jaulas de cerdos	Jaula de protección para porcinos	Producción	POR	Disponible	Veterinario Porcicola



ORDEN DE TRABAJO	
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b> -----	
<b>Tipo de O. T</b>	Otra (Especifique)
-----	
	¿Activo parado? Si/No
<b>PRIORIDAD DE LA ORDEN DE TRABAJO</b> -----	
<b>Prioridad</b>	Fecha de falla (DD/MM/AAAA)
-----	
<b>O.T SOLICITADA POR</b>	<b>FECHA DE SOLICITUD</b>
<b>Nombre</b>	(DD/MM/AAAA)
<b>RESPONSABLE/TÉCNICO EJECUTANTE</b>	<b>FECHA PREVISTA DE INICIO</b>
<b>Nombre</b>	(DD/MM/AAAA)
<b>TIEMPO ESTIMADO DE DURACIÓN DE LA O. T</b>	<b>FECHA PREVISTA DE FINALIZACIÓN</b>
<b>Tiempo (HH:MM)</b>	(DD/MM/AAAA)
<b>¿REQUIERE DE AUTORIZACIÓN PARA INICIAR?</b>	<b>LISTA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>
<b>Responsable de aprobar la intervención</b>	Cascos, guantes, lentes, entre otros
<b>Firma</b>	¿Verificado? Si/No -----
<b>LISTA DE MATERIALES</b>	<b>LISTA DE HERRAMIENTAS</b>
<b>¿Los materiales están adjuntos a esta O.T?</b>	¿Las herramientas están adjuntas a esta O.T?
¿Verificado? Si/No -----	¿Verificado? Si/No -----
<b>PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>REFERENCIA DE LOS PROCEDIMIENTOS</b>
<b>¿El/los procedimientos están adjuntos a esta O.T?</b>	Número/código de procedimiento
¿Verificado? Si/No -----	
-----	
<b>CAMPO DE FIRMAS</b>	
<b>Supervisor de turno</b>	
<b>Firma</b>	

ORDEN DE TRABAJO	
<b>Solicitante</b>	
<b>Firma</b>	
<b>Responsable/Técnico ejecutante</b>	
<b>Firma</b>	

## Apéndice C. Formato de auditoría de SGA

Formato de auditoría de SGA			
1. Información General			
<b>Campo</b>	Datos		
<b>Auditoría N°</b>	AUD-OM-2023-XXX		
<b>Fecha</b>	DD/MM/AAAA		
<b>Área Auditada</b>	(Ej: Granja SP1, Planta de Clasificación, Flota Vehicular)		
<b>Responsable Auditor</b>	Nombre del auditor		
<b>Norma de Referencia</b>	ISO 55000:2014 (Cláusulas 4.1, 6.2, 7.1, 8.1, 9.1)		
2. Chequeo de Cumplimiento			
A. Gestión de Activos (ISO 55000: Cláusula 4.1)			
Indicador	Criterio de Verificación	Cumple (✓/X)	Evidencia/Comentarios
<b>Inventario Actualizado</b>	Todos los activos críticos están registrados con ID, ubicación y especificaciones técnicas.		Fotografías, listado de activos.
<b>Jerarquización de Activos</b>	Los activos están clasificados por criticidad (ABC) según impacto operacional y financiero.		Matriz de criticidad.
B. Planificación de Mantenimiento (ISO 55000: Cláusula 6.2)			
Indicador	Criterio de Verificación	Cumple (✓/X)	Evidencia/Comentarios
<b>Planes de Mantenimiento</b>	Existen programas preventivos/predictivos para activos críticos (ej: Galpón J14 SP1).		Órdenes de trabajo programadas.

Formato de auditoría de SGA				
<b>Historial de Intervenciones</b>	Registros completos de MTTR, MTBF y costos por activo.		Reportes del sistema CMMS.	
<b>C. Operación y Monitoreo (ISO 55000: Cláusula 8.1)</b>				
<b>Indicador</b>	Criterio de Verificación	Cumple (✓/X)	Evidencia/Comentarios	
<b>Disponibilidad de Activos</b>	Cumple con el objetivo $\geq 90\%$ (horas operativas/horas totales).		Registros de producción.	
<b>Uso de Herramientas</b>	El personal utiliza checklist y manuales técnicos estandarizados.		Observación in situ.	
<b>D. Mejora Continua (ISO 55000: Cláusula 9.1)</b>				
<b>Indicador</b>	Criterio de Verificación	Cumple (✓/X)	Evidencia/Comentarios	
<b>Análisis de Fallas</b>	Se realizan informes de causa raíz (RCA) para fallas recurrentes.		Reporte RCA de Galpón J15 SP1.	
<b>Acciones Correctivas</b>	Implementación de soluciones documentadas (ej: actualización de procedimientos).		Plan de acción firmado.	
<b>3. Hallazgos y No Conformidades</b>				
<b>Descripción</b>	Cláusula ISO 55000	Gravedad (Alta/Media/Baja)	Acción Correctiva	Plazo
<b>Falta de registro de horómetro en Compostadora COA-01.</b>	7.1 (Documentación)	Media	Capacitar al personal en registro de datos.	15 días
<b>MTTR superior a 2 horas en Galpón J13 SP1.</b>	8.1 (Eficacia operacional)	Alta	Revisar stock de repuestos críticos.	7 días
<b>4. Evaluación Final</b>				

Formato de auditoría de SGA		
Categoría	Puntuación (1-5)	Justificación
<b>Cumplimiento General</b>	★ ★ ★ ★ ☆ (4/5)	90% de
<b>Fortalezas</b>	- Inventario digitalizado.	criterios
	- Planes preventivos documentados.	cumplidos.
<b>Oportunidades</b>	- Implementar mantenimiento predictivo con IoT.	Pendiente: optimizar MTTR.
	- Reducir tiempos de reparación.	
<b>5. Anexos Obligatorios</b>		
<b>1. Checklist de Seguridad: Verificación de EPP y procedimientos LOTO.</b>		
<b>2. Registros Fotográficos: Evidencia de condiciones de activos.</b>		
<b>3. Entrevistas al Personal: Transcripciones de entrevistas a técnicos y operarios.</b>		