Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Propuesta de mejora en la gestión de la información del área de mantenimiento mediante la implementación de Business Intelligence para mejorar la confiabilidad de los datos y la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística

Tesis presentada por:

Guitton Guillen, Yorgos Carson

ORCID:0009-0009-4480-3132

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Valencia Becerra, Rolardi Mario

ORCID: 0000-0002-6641-0323

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 04 de Agosto del 2026

Dictamen: 018857-C-EPII-2026

Visto el borrador del expediente 018857, presentado por:

2020176781 - GUITTON GUILLEN YORGOS CARSON

Titulado:

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS DATOS Y LA TOMA DE DECISIONES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

29276357 - RODRIGUEZ SALAZAR OSWALDO RENE
DICTAMINADOR

29711324 - RIVERA CHAVEZ MARIA EUGENIA
DICTAMINADOR

29653773 - CARRASCO BOCANGEL JULIO CESAR
DICTAMINADOR

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS DATOS Y LA TOMA DE DECISIONES EN

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	6%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to CEIPA Fundación Universitaria CEIPA Trabajo del estudiante	1%
3	dspace.formacion.edu.ec Fuente de Internet	<1%
4	oa.upm.es Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1%
6	api-repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Autonoma De Guadalajara A.C. Trabajo del estudiante	<1%
8	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1%
9	www.proz.com Fuente de Internet	<1%
10	bibing.us.es Fuente de Internet	<1%
11	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1%
12	docshare.tips Fuente de Internet	<1%
13	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1%
14	Submitted to Uniminuto Virtual Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a mis padres, Yorgos y Mirtha, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me brindaron la oportunidad de llegar hasta aquí. Gracias por creer siempre en mí, por impulsarme a seguir adelante en los momentos más difíciles y por enseñarme que cada obstáculo puede superarse con perseverancia. Este título también les pertenece a ustedes.

A mis hermanos, Jesús y Yurley, por su apoyo incondicional y por motivarme a seguir creciendo tanto personal como profesionalmente. Deseo de corazón que también alcancen cada una de las metas y sueños que se propongan.

A mis abuelos, Jesús y Jovita, quienes siempre esperaron con ilusión verme culminar esta etapa. Este logro representa también una alegría para ustedes y una muestra del profundo cariño y gratitud que les tengo.

Finalmente, dedico este trabajo a mis mejores amigos, Carmen, Antonella y Fredy, quienes estuvieron presentes durante este proceso, brindándome su apoyo, sus consejos y, en más de una ocasión, el impulso necesario para no dejar la tesis de lado. Gracias por acompañarme en este camino y por demostrarme el verdadero significado de la amistad.

A todos ustedes, gracias por enseñarme que los sueños no se alcanzan por casualidad, sino con esfuerzo, constancia y la decisión de no rendirse, incluso cuando el camino parece difícil.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres, por el amor, la confianza y el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de toda mi formación personal y profesional. Gracias por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia.

A mis hermanos y abuelos, por ser una fuente constante de motivación y por compartir conmigo la alegría de cada meta alcanzada. Su cariño y respaldo han sido fundamentales durante este proceso.

A mis mejores amigos, quienes han estado presentes en cada etapa de este camino, acompañándome con sus palabras de aliento, comprensión y amistad sincera. Gracias por creer en mí incluso en los momentos de mayor incertidumbre.

Mi agradecimiento también a los docentes de la Universidad Católica de Santa María, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, contribuyendo significativamente a mi formación como profesional.

Finalmente, agradezco a la empresa donde desarrollé mis prácticas profesionales, por brindarme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación académica, confiar en mis capacidades y permitirme desarrollar la presente investigación, la cual representa una valiosa experiencia en el inicio de mi vida profesional.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora para la gestión de la información mediante Business Intelligence con el fin de fortalecer la confiabilidad de los datos y apoyar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de una empresa del sector transporte y logística. La investigación surgió debido a las deficiencias identificadas en la gestión de la información, caracterizadas por registros inconsistentes, duplicidad de datos, ausencia de criterios de estandarización, valores atípicos y limitaciones para la obtención de indicadores confiables, situación que dificultaba el seguimiento de las actividades de mantenimiento y el análisis del desempeño operativo.

La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo-propositivo y diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo conformada por 27 875 órdenes de trabajo registradas entre los años 2022 y el primer trimestre de 2026. La información fue recopilada mediante el análisis documental de órdenes de trabajo, reportes de mantenimiento y registros operativos de la empresa, empleando como instrumentos fichas de registro y matrices de análisis para evaluar la calidad y consistencia de los datos.

Los resultados del diagnóstico permitieron identificar las principales causas que afectaban la confiabilidad de la información, evidenciando la necesidad de implementar mecanismos de estandarización, validación e integración de datos. En respuesta a ello, se diseñó una propuesta basada en Business Intelligence que comprende un modelo de información estructurado, procesos de control de calidad de datos, indicadores de gestión y dashboards interactivos para el seguimiento del mantenimiento. Asimismo, la evaluación económica mostró una relación beneficio-costo favorable, respaldando la viabilidad técnica y operativa de la propuesta. Se concluye que la solución propuesta mejoraría la confiabilidad de la información y fortalecería la toma de decisiones en mantenimiento.

Palabras clave: Business Intelligence; gestión de la información; mantenimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a Business Intelligence-based proposal to improve information management in order to strengthen data reliability and support decision-making in the maintenance area of a company in the transportation and logistics sector. The study was motivated by deficiencies identified in information management, including inconsistent records, duplicate data, lack of standardization criteria, outliers, and limitations in generating reliable performance indicators, which hindered the monitoring of maintenance activities and the analysis of operational performance.

This research was applied in nature, with a quantitative approach, a descriptive-propositional level, and a non-experimental cross-sectional design. The study population consisted of 27,875 work orders recorded between 2022 and the first quarter of 2026. Data were collected through documentary analysis of work orders, maintenance reports, and operational records provided by the company, using data collection forms and analytical matrices to assess data quality and consistency.

The diagnostic stage identified the main factors affecting data reliability, highlighting the need to implement data standardization, validation, and integration mechanisms. In response, a Business Intelligence-based proposal was developed, including a structured information model, data quality control processes, management indicators, and interactive dashboards for maintenance monitoring. Furthermore, the economic evaluation showed a favorable benefit-cost ratio, supporting the technical and operational feasibility of the proposed solution. It is concluded that the proposal would improve information quality and reliability, optimize data analysis, and strengthen the decision-making process within the maintenance area.

Keywords: Business Intelligence; information management; maintenance.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
RESUMEN
ABSTRACT
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I. 3
1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL 4
1.1. Planteamiento del problema 4
1.1.1. Descripción del Problema 4
1.1.2. Formulación del Problema 5
1.1.3. Sistematización del problema 5
1.2. Objetivos de la investigación 5
1.2.1. Objetivo General 6
1.2.2. Objetivos Específicos 6
1.3. Justificación del estudio 6
1.3.1. Justificación Práctica 6
1.3.2. Justificación Social 7
1.3.3. Justificación Económica 7
1.3.4. Justificación Metodológica 7
1.3.5. Justificación Profesional y/o personal 8
1.4. Delimitaciones 8
1.4.1. Delimitación Espacial 8
1.4.2. Delimitación Temporal 9
1.4.3. Delimitación Temática 9
1.5. Hipótesis 9
1.6. Variables e indicadores 10
1.6.1. Variables 10
1.6.2. Operacionalización de variables 10
CAPÍTULO II 12
2. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 13
2.1. Diseño de la Investigación 13
2.2. Tipo de Investigación 13

2.3. Enfoque de la Investigación 13
2.4. Método de la Investigación 14
2.5. Levantamiento de información 14
2.5.1. Técnicas 14
2.5.2. Instrumentos 15
2.6. Métodos de ingeniería a aplicarse 15
2.7. Cobertura de estudio 16
2.7.1. Población 16
2.7.2. Muestra 16
CAPÍTULO III 17
3. MARCO TEÓRICO 18
3.1. Antecedentes de la investigación 18
3.2. Marco teórico conceptual 24
3.2.1. Gestión de la información 24
3.2.2. Business Intelligence (BI) 29
3.2.3. Calidad y confiabilidad de los datos 33
3.2.4. Órdenes de trabajo en mantenimiento 37
3.2.5. Indicadores de mantenimiento 40
3.2.6. Toma de decisiones 45
CAPÍTULO IV 48
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 49
4.1. Datos generales de la empresa 49
4.1.1. Actividad económica de la empresa 49
4.1.2. Ubicación geográfica 50
4.1.3. Descripción general de las operaciones 50
4.1.4. Rol del área de mantenimiento 51
4.1.5. Importancia de la gestión de información en mantenimiento 52
4.2. Descripción del proceso actual de gestión de órdenes de trabajo 53
4.2.1. Flujo de generación y gestión de información de mantenimiento 53
4.2.2. Registro, validación y gestión de la información de las órdenes de trabajo 56
4.3. Caracterización de la información analizada 59
4.4. Análisis de los datos 62
4.4.1. Distribución de órdenes de trabajo 62
4.4.2. Análisis de tiempos de intervención 64

4.4.3. Evaluación de la calidad de los datos 67
4.5. Identificación de la problemática actual 69
CAPÍTULO V 74
5. PROPUESTA DE MEJORA 75
5.1. Presentación de la propuesta 75
5.2. Diseño de la propuesta de mejora 76
5.3. Estandarización de la información 81
5.4. Proceso de validación y control de calidad de datos 85
5.5. Diseño del modelo de información 87
5.6. Diseño de indicadores para la gestión de mantenimiento 89
5.7. Diseño de dashboards y reportes 92
5.7.1. Dashboard ejecutivo 92
5.7.2. Dashboard de análisis de tiempos 94
5.7.3. Dashboard de análisis por tipo de unidad 96
5.7.4. Dashboard de mantenimiento preventivo 98
5.7.5. Dashboard de mantenimiento correctivo 100
5.7.6. Dashboard de MTBF y MTTR 102
5.7.7. Dashboard de disponibilidad de unidades 104
5.7.8. Dashboard de estacionalidad 106
5.7.9. Dashboard de tendencia y desviaciones 108
5.8. Plan de implementación propuesto 111
6. CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA 114
6.1. Evaluación de la propuesta 114
6.2. Beneficios cualitativos esperados en la confiabilidad de los datos 114
6.3. Beneficios esperados en la toma de decisiones 116
6.4. Análisis beneficio-costo 117
6.4.1. Criterios considerados para la evaluación económica 118
6.4.2. Analisis B/C 120
CONCLUSIONES 121
RECOMENDACIONES 123
REFERENCIAS 124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable Independiente: Propuesta de un sistema de Business Intelligence 10
Tabla 2 Variable Dependiente: Gestión de la información del área de mantenimiento 10
Tabla 3 Caracterización de la información analizada para el diagnóstico del área de mantenimiento. 59
Tabla 4 Distribución anual de órdenes de trabajo según tipo de unidad y estado de atención. 62
Tabla 5 Estadísticos descriptivos de los tiempos de intervención. 64
Tabla 6 Clasificación de tiempos atípicos identificados. 64
Tabla 7 Distribución de tiempos por rango de horas. 65
Tabla 8 Tiempo promedio de intervención según tipo de mantenimiento 65
Tabla 9 Resumen de hallazgos identificados en el diagnóstico del área de mantenimiento. ... 70
Tabla 10 Relación entre causas identificadas, evidencias encontradas y oportunidades de mejora. 72
Tabla 11 Criterios de estandarización de la información propuestos para la gestión de mantenimiento. 82
Tabla 12 Estandarización propuesta para los subtipos de mantenimiento. 83
Tabla 13 Estructura propuesta de información para la gestión, análisis y generación de indicadores de mantenimiento. 83
Tabla 14 Reglas de validación y control de calidad de datos propuestas. 85
Tabla 15 Rangos de control para tiempos de intervención. 86
Tabla 16 Controles de estandarización de texto. 87
Tabla 17 Indicadores propuestos para la gestión de mantenimiento mediante Business Intelligence. 90
Tabla 18 Fases de implementación de la propuesta de Business Intelligence 112
Tabla 19 Beneficios esperados sobre la calidad y confiabilidad de la información. 115
Tabla 20 Impacto esperado de la propuesta sobre la gestión de la información. 115
Tabla 21 Beneficios esperados para la gestión del mantenimiento. 117
Tabla 22 Criterios considerados para la evaluación económica de la propuesta 118
Tabla 23 Costos estimados de implementación 118
Tabla 24 Beneficios económicos esperados por reducción del tiempo de procesamiento de información 119
Tabla 25 Beneficio económico anual estimado 119
Tabla 26 Relación beneficio-costo de la propuesta 120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procesos de apoyo – Área de Mantenimiento 52
Figura 2 Diagrama de flujo del proceso de atención de órdenes de trabajo 55
Figura 3 Ejemplo de registro de órdenes de trabajo del área de mantenimiento. 57
Figura 4 Ejemplo de registro manual utilizado durante la ejecución de actividades de mantenimiento. 58
Figura 5 Variabilidad en el registro de actividades de mantenimiento. 58
Figura 6 Distribución de órdenes de trabajo por año del periodo 2022 – primer trimestre 2026 59
Figura 7 Distribución de órdenes de trabajo atendidas y no atendidas. 60
Figura 8 Distribución de órdenes de trabajo según tipo de mantenimiento. 61
Figura 9 Evolución mensual de órdenes de trabajo del periodo analizado. 62
Figura 10 Distribución de órdenes de trabajo según tipo de unidad vehicular. 63
Figura 11 Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de intervención por año. 66
Figura 12 Diagrama de Pareto de inconsistencias identificadas en la base histórica de órdenes de trabajo. 69
Figura 13 Diagrama de Ishikawa de la problemática identificada en la gestión de información del área de mantenimiento. 71
Figura 14 Flujograma del proceso propuesto para la gestión de información del área de mantenimiento. 76
Figura 15 Diagrama de flujo de datos de la propuesta de gestión de información basada en Business Intelligence. 80
Figura 16 Modelo de información propuesto para la gestión de mantenimiento. 88
Figura 17 Dashboard ejecutivo de mantenimiento. 92
Figura 18 Dashboard de análisis de tiempos de mantenimiento. 94
Figura 19 Dashboard de análisis por tipo de unidad. 96
Figura 20 Dashboard de mantenimiento preventivo. 98
Figura 21 Dashboard de mantenimiento correctivo. 100
Figura 22 Dashboard de MTBF y MTTR. 102
Figura 23 Dashboard de disponibilidad de unidades 105
Figura 24 Dashboard de estacionalidad de órdenes de trabajo. 107
Figura 25 Dashboard de tendencia y desviaciones de órdenes de trabajo. 108

Figura 26 Cronograma de implementación de la propuesta de Business Intelligence 113

INTRODUCCIÓN

En un entorno empresarial caracterizado por la transformación digital y la creciente disponibilidad de información, las organizaciones requieren herramientas que les permitan convertir los datos generados por sus procesos en información útil para la gestión y la toma de decisiones. En este contexto, el Business Intelligence se ha consolidado como una alternativa que facilita la integración, organización, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos, proporcionando información confiable y oportuna para mejorar el desempeño organizacional. En las áreas de mantenimiento, donde diariamente se generan registros relacionados con órdenes de trabajo, actividades ejecutadas, tiempos de intervención y recursos utilizados, la calidad de la información constituye un elemento fundamental para evaluar el desempeño operativo y planificar adecuadamente las intervenciones de mantenimiento.

No obstante, muchas organizaciones aún presentan dificultades asociadas a la gestión de la información debido a la existencia de registros inconsistentes, duplicidad de datos, ausencia de procesos de validación y falta de criterios estandarizados para el registro de la información. Estas situaciones afectan la confiabilidad de los indicadores de mantenimiento y limitan el análisis oportuno del comportamiento de la operación. En la empresa objeto de estudio, el diagnóstico evidenció que estas problemáticas repercutían directamente en el seguimiento de las actividades de mantenimiento y en la generación de información para la toma de decisiones, haciendo necesaria la formulación de una propuesta orientada a mejorar la gestión de los datos.

Frente a esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora para la gestión de la información mediante Business Intelligence que fortalezca la confiabilidad de los datos y apoye la toma de decisiones en el área de mantenimiento de una empresa del sector transporte y logística. Para ello, se desarrolló un diagnóstico de la situación actual, se evaluó la calidad y consistencia de la información

registrada en las órdenes de trabajo, se diseñó una propuesta basada en procesos de estandarización, validación, integración y visualización de datos y, finalmente, se realizó una evaluación de los beneficios esperados de su aplicación.

La presente tesis se encuentra estructurada en seis capítulos. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema de investigación, los objetivos, la justificación, las hipótesis y la operacionalización de variables. El Capítulo II desarrolla el marco teórico y los antecedentes que sustentan la investigación, así como las bases conceptuales relacionadas con la gestión de la información, el mantenimiento y el Business Intelligence. El Capítulo III describe la metodología empleada, considerando el tipo, enfoque, nivel y diseño de investigación, además de la población, las técnicas y los instrumentos utilizados para la recolección y análisis de la información. El Capítulo IV expone el diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento mediante el análisis de la información recopilada y la identificación de las principales problemáticas encontradas. El Capítulo V presenta la propuesta de mejora basada en Business Intelligence, incluyendo el diseño del modelo de información, los procesos de estandarización y validación de datos, los indicadores de gestión, los dashboards y el plan de implementación. Finalmente, el **Capítulo VI** desarrolla la evaluación de la propuesta, considerando los beneficios cualitativos esperados, la evaluación económica y el análisis beneficio-costo que sustentan la viabilidad de la solución planteada.

CAPÍTULO I.

1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del Problema

La empresa en estudio pertenece al sector transporte y logística, cuya operación depende en gran medida del adecuado funcionamiento de sus unidades, siendo el área de mantenimiento un componente crítico para garantizar la continuidad operativa. En este contexto, la gestión de mantenimiento se apoya en el registro y control de órdenes de trabajo, alcanzando un total de 27,875 registros durante el periodo 2022 – primer trimestre 2026, de los cuales 18,124 corresponden a intervenciones efectivamente atendidas, lo que evidencia la alta carga operativa y la relevancia del sistema de información asociado.

No obstante, a partir del análisis de la información disponible, se ha identificado una problemática central relacionada con deficiencias en la gestión de la información del área de mantenimiento, particularmente en la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos registrados en las órdenes de trabajo. Esta situación se evidencia en la presencia de valores atípicos e inconsistentes, tales como tiempos negativos de hasta -333 horas y duraciones máximas superiores a 2,400 horas por intervención, lo que refleja errores en el registro, ausencia de validaciones y deficiencias en los procesos de digitación. Asimismo, los indicadores clave de mantenimiento presentan desviaciones significativas, con brechas de hasta -78% en el MTBF y variaciones de hasta +348% en el MTTR, lo cual compromete la confiabilidad de los resultados reportados y limita su utilidad para el análisis del desempeño.

Como consecuencia de estas deficiencias, se generan distorsiones en la interpretación del comportamiento del mantenimiento, afectando directamente la evaluación del rendimiento de las unidades, especialmente en aquellas que concentran la mayor cantidad de intervenciones, como los tractos que representan el 60.32% de las órdenes de trabajo atendidas. De igual forma, las inconsistencias en los datos provocan una sobreestimación o subestimación de los tiempos

de intervención, lo que impacta en la planificación y control de las actividades operativas. A ello se suma la falta de estandarización en la clasificación de la información, evidenciado en la calidad de datos del registro del sistema.

Estas situaciones responden principalmente a la ausencia de un sistema integrado de gestión de información, la falta de mecanismos de validación en el registro de datos y la inexistencia de criterios estandarizados para la codificación y clasificación de la información, lo que genera un entorno de datos fragmentado y poco confiable. En este contexto, se propone como alternativa de solución el desarrollo de un sistema de Business Intelligence orientado a mejorar la gestión de la información del área de mantenimiento, permitiendo optimizar la confiabilidad de los datos, fortalecer el análisis de los indicadores y contribuir a una toma de decisiones más precisa y oportuna en la organización.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cómo puede mejorarse la gestión de la información del área de mantenimiento mediante el uso de Business Intelligence para incrementar la confiabilidad de los datos y optimizar la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual de la gestión de la información del área de mantenimiento en términos de inconsistencias en las órdenes de trabajo y desviaciones en los indicadores MTBF y MTTR?
- ¿Cuál es el nivel de calidad y consistencia de los datos registrados en las órdenes de trabajo considerando errores de digitación, valores atípicos y falta de estandarización?
- ¿Cómo debe diseñarse un sistema de Business Intelligence que permita mejorar la gestión de la información del área de mantenimiento?
- ¿Cuáles son los beneficios esperados de la implementación de un sistema de Business Intelligence en la confiabilidad de los datos y en la toma de decisiones del área de mantenimiento?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Proponer la mejora en la gestión de la información del área de mantenimiento mediante el uso de Business Intelligence para mejorar la confiabilidad de los datos y la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la gestión de la información del área de mantenimiento, identificando inconsistencias en las órdenes de trabajo y desviaciones en los indicadores MTBF y MTTR.
- Evaluar la calidad y consistencia de los datos registrados en las órdenes de trabajo, considerando errores de digitación, valores atípicos y falta de estandarización en la información.
- Diseñar un sistema de Business Intelligence orientado a la mejora de la gestión de la información del área de mantenimiento.
- Evaluar los beneficios esperados de la propuesta en la confiabilidad de los datos y en la toma de decisiones del área de mantenimiento.

1.3. Justificación del estudio

1.3.1. Justificación Práctica

La presente investigación se justifica de manera práctica porque busca dar solución a un problema real dentro del área de mantenimiento de la empresa, el cual está relacionado con la baja calidad y confiabilidad de los datos registrados en las órdenes de trabajo. Actualmente, estas deficiencias generan errores en los indicadores de mantenimiento como el MTBF y MTTR, lo que dificulta una adecuada planificación y toma de decisiones.

A través de la implementación de un sistema de Business Intelligence, se podrá organizar mejor la información, corregir errores, eliminar datos atípicos y estandarizar los registros. Esto permitirá que el área de mantenimiento cuente con información más clara, confiable y fácil de analizar.

En el corto y mediano plazo, la empresa podrá mejorar el control de sus operaciones, reducir errores en el manejo de datos y tomar decisiones más acertadas. Todo esto contribuirá a que el área de mantenimiento funcione de manera más ordenada y eficiente.

1.3.2. Justificación Social

Esta investigación tiene importancia a nivel social porque contribuye indirectamente a mejorar la calidad del servicio de transporte y logística, el cual es esencial para la movilidad de bienes y el desarrollo económico.

Cuando una empresa cuenta con un buen sistema de mantenimiento basado en datos confiables, puede evitar fallas inesperadas en sus unidades, reducir riesgos y brindar un servicio más seguro. Esto beneficia no solo a la empresa, sino también a los clientes y a la sociedad en general.

Además, el uso de herramientas como Business Intelligence promueve una cultura organizacional basada en el uso de información para tomar decisiones, lo cual es cada vez más importante en el mundo actual.

1.3.3. Justificación Económica

Desde el punto de vista económico, esta investigación es importante porque ayuda a mejorar el uso de los recursos dentro del área de mantenimiento. Cuando la información no es confiable, se pueden tomar decisiones incorrectas que generan gastos innecesarios.

Al mejorar la calidad de los datos, la empresa podrá planificar mejor sus mantenimientos, evitar tiempos muertos prolongados y reducir costos asociados a errores o reprocesos. Esto permite un uso más eficiente del tiempo, del personal y de los equipos.

Además, a nivel del sector transporte y logística, el uso de herramientas de Business Intelligence representa una ventaja competitiva, ya que permite a las empresas ser más eficientes, adaptarse mejor a los cambios y tomar decisiones basadas en información real.

1.3.4. Justificación Metodológica

La elección de Business Intelligence como herramienta principal se justifica porque es adecuada para trabajar con grandes volúmenes de datos, como es el caso de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento.

Esta herramienta permite recopilar, limpiar, organizar y analizar la información de manera estructurada, facilitando la identificación de errores, patrones y tendencias. Además, ayuda a presentar la información de forma visual, lo que hace más sencillo su entendimiento y uso para la toma de decisiones.

Por ello, el uso de Business Intelligence es coherente con los objetivos de la investigación, ya que no solo permite analizar la situación actual, sino también proponer una solución práctica y aplicable dentro de la empresa.

1.3.5. Justificación Profesional y/o personal

Esta investigación aporta directamente al desarrollo profesional, ya que permite aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial en un caso real.

A lo largo del desarrollo de la tesis, se ponen en práctica habilidades como el análisis de datos, la identificación de problemas, la propuesta de soluciones y el uso de herramientas tecnológicas como Business Intelligence. Estas competencias son muy valoradas en el entorno laboral actual.

Además, la culminación de este trabajo permitirá obtener el título profesional, lo cual representa un paso importante en la formación académica y en el crecimiento profesional del tesista.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrollará en una empresa del sector transporte y logística ubicada en la ciudad de Arequipa, específicamente en el área de mantenimiento.

El estudio se centrará en el análisis de la información generada a partir de las órdenes de trabajo registradas en dicha área, considerando únicamente los procesos relacionados con la gestión del mantenimiento de las unidades. No se incluirán otras áreas de la empresa, como operaciones, logística o administración, salvo en lo estrictamente necesario para contextualizar el análisis.

1.4.2. Delimitación Temporal

La investigación se desarrollará durante el periodo correspondiente al año 2026, tiempo en el cual se llevarán a cabo las etapas de diagnóstico, análisis y propuesta de mejora.

En cuanto al levantamiento de información, se trabajará con datos históricos correspondientes al periodo comprendido entre los años 2022 y primer trimestre del 2026, considerando como base principal la información registrada en las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Este rango de tiempo permitirá contar con una cantidad suficiente de datos para identificar inconsistencias, analizar tendencias y evaluar el comportamiento de los indicadores de mantenimiento.

1.4.3. Delimitación Temática

La investigación se enmarca dentro del campo de las Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, específicamente en el área de Ingeniería Industrial.

Asimismo, se desarrolla dentro de la línea de investigación relacionada con la gestión de operaciones y mejora de procesos, con énfasis en la gestión de la información y el uso de herramientas de Business Intelligence para la toma de decisiones.

El estudio aborda temas como gestión del mantenimiento, calidad de datos, análisis de información y sistemas de apoyo a la toma de decisiones, limitándose al uso de herramientas de Business Intelligence como solución principal, sin incluir el desarrollo de software desde cero ni la implementación de sistemas complejos fuera del alcance académico.

1.5. Hipótesis

La propuesta de un sistema de Business Intelligence mejora la gestión de la información del área de mantenimiento, contribuyendo a incrementar la confiabilidad de los datos y a mejorar la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variables

Variable Independiente (VI):

Propuesta de un sistema de Business Intelligence: Hace referencia al diseño de una solución basada en herramientas de Business Intelligence orientada a mejorar la gestión de la información del área de mantenimiento.

Variable Dependiente (VD):

Gestión de la información del área de mantenimiento: Se refiere al nivel de calidad, confiabilidad, consistencia y utilidad de la información generada en las órdenes de trabajo para la toma de decisiones.

1.6.2. Operacionalización de variables

Tabla 1
Variable Independiente: Propuesta de un sistema de Business Intelligence

Variable	Dimensión	Indicador	Descripción	Tipo
Propuesta de un sistema de Business Intelligence	Diseño del sistema	Nivel de integración de datos	Grado en que la propuesta integra diferentes fuentes de datos del área de mantenimiento	Cualitativo
	Calidad de datos	Estrategias de depuración	Existencia de métodos para corregir errores, valores atípicos y datos inconsistentes	Cualitativo
	Visualización	Número de dashboards propuestos	Cantidad de reportes y paneles diseñados para el análisis de información	Cuantitativo
	Accesibilidad	Facilidad de uso del sistema	Nivel de facilidad para acceder e interpretar la información propuesta	Cualitativo

Nota. La variable independiente se evalúa en función del diseño de la propuesta de Business Intelligence, considerando sus dimensiones y alcance, sin implicar su implementación.

Tabla 2
Variable Dependiente: Gestión de la información del área de mantenimiento

Variable	Dimensión	Indicador	Descripción	Tipo

Gestión de la información del área de mantenimiento	Calidad de datos	% de registros con errores	Porcentaje de órdenes de trabajo con inconsistencias o errores	Cuantitativo
	Consistencia	Nivel de estandarización	Grado de uniformidad en el registro de la información	Cualitativo
	Confiabilidad	Variación del MTBF	Desviación del indicador MTBF respecto a valores esperados	Cuantitativo
	Confiabilidad	Variación del MTTR	Desviación del indicador MTTR respecto a valores esperados	Cuantitativo
	Toma de decisiones	Tiempo de análisis de información	Tiempo requerido para interpretar datos y generar reportes	Cuantitativo
	Toma de decisiones	Nivel de soporte a decisiones	Grado en que la información contribuye a la toma de decisiones	Cualitativo

Nota. La variable dependiente se analiza a partir de la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos, así como su influencia en la toma de decisiones del área de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de la Investigación

La presente investigación presenta un diseño no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan y analizan en su contexto natural. Según Hernández Sampieri (2014), los estudios no experimentales se realizan sin la manipulación intencional de variables, enfocándose en observar los fenómenos tal como ocurren.

Asimismo, el diseño es de tipo transversal, debido a que la recolección y análisis de datos se realiza en un único momento o periodo determinado, utilizando información histórica del área de mantenimiento.

2.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca dar solución a un problema específico dentro de una organización. Este tipo de investigación se orienta a la aplicación práctica del conocimiento para resolver situaciones concretas.

Además, presenta un carácter propositivo, dado que no solo analiza la problemática existente, sino que plantea una alternativa de mejora basada en Business Intelligence.

2.3. Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos provenientes de las órdenes de trabajo, permitiendo medir indicadores como el MTBF y MTTR, así como evaluar la calidad de la información.

Según Hernández Sampieri (2014), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

De manera complementaria, se incorporan elementos del enfoque cualitativo, al analizar aspectos relacionados con los procesos de registro de información y el diseño de la propuesta. Por ello, la investigación presenta un enfoque mixto, integrando ambos enfoques para una mejor comprensión del problema.

2.4. Método de la Investigación

La presente investigación se basa en el método deductivo, ya que parte de conceptos teóricos generales relacionados con la gestión de la información, calidad de datos y Business Intelligence, los cuales son aplicados al análisis de una situación específica en el área de mantenimiento de la empresa.

Según Hernández Sampieri (2014), el método deductivo consiste en ir de lo general a lo particular, permitiendo aplicar conocimientos teóricos a casos concretos para explicar un fenómeno o problema.

En este estudio, se utilizan fundamentos teóricos sobre gestión de datos e indicadores de mantenimiento (como MTBF y MTTR) para analizar la realidad de la empresa y proponer una solución basada en Business Intelligence.

2.5. Levantamiento de información

2.5.1. Técnicas

Las técnicas de levantamiento de información se orientan a la obtención de datos reales del área de mantenimiento, los cuales serán utilizados para el diagnóstico y análisis de la problemática.

- Observación documental:

Se utilizará para recopilar información a partir de las órdenes de trabajo registradas en el sistema de mantenimiento de la empresa. Esta técnica permitirá extraer datos relacionados con tiempos de intervención, registros operativos, indicadores MTBF y MTTR, así como identificar errores, valores atípicos y falta de estandarización en los datos.

La información obtenida será utilizada para analizar la calidad y consistencia de los datos, así como para el cálculo de indicadores y la identificación de inconsistencias que afectan la confiabilidad de la información.

- Observación directa:

Se empleará para conocer cómo se realiza el proceso de registro de las órdenes de trabajo en el área de mantenimiento. A través de esta técnica se identificarán prácticas actuales, posibles errores en la digitación y falta de criterios estandarizados en el ingreso de datos.

Esta información será utilizada para complementar el diagnóstico y sustentar las causas de las inconsistencias detectadas en los registros.

2.5.2. Instrumentos

Los instrumentos permitirán registrar de manera ordenada la información recolectada mediante las técnicas aplicadas.

- Guía de observación documental:

Este instrumento permitirá estructurar la recopilación de datos provenientes de las órdenes de trabajo, incluyendo variables como tiempos de atención, duración de intervenciones, tipo de mantenimiento, registros incompletos y presencia de valores atípicos.

Los datos recopilados mediante este instrumento serán utilizados para el análisis cuantitativo, cálculo de indicadores (MTBF y MTTR) y evaluación de la calidad de la información.

- Guía de observación directa:

Permitirá registrar el proceso de ingreso de información en el sistema de mantenimiento, considerando aspectos como procedimientos de digitación, uso de campos, validaciones existentes y posibles errores en el registro.

La información obtenida será utilizada para identificar las causas de los problemas en la calidad de datos y sustentar el diseño de la propuesta de Business Intelligence.

2.6. Métodos de ingeniería a aplicarse

Para el desarrollo de la investigación se aplicarán los siguientes métodos y herramientas:

- **Análisis de datos:** Para identificar errores, inconsistencias y valores atípicos en las órdenes de trabajo.

- **Indicadores de mantenimiento (MTBF y MTTR):** Para evaluar la confiabilidad de los datos y el desempeño del mantenimiento.
- **Business Intelligence:** Para diseñar la propuesta de mejora, incluyendo procesos de integración, limpieza, modelamiento y visualización de datos.
- **Diagramas de procesos:** Para representar el flujo de información en el área de mantenimiento.
- **Análisis de calidad de datos:** Para evaluar dimensiones como precisión, consistencia y completitud.

2.7. Cobertura de estudio

2.7.1. Población

Todas las órdenes de trabajo generadas en el área de mantenimiento de la empresa del sector transporte y logística.

2.7.2. Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como muestra de estudio las órdenes de trabajo registradas en el área de mantenimiento durante el periodo comprendido entre los años 2022 y primer trimestre del 2026. En total, la muestra está conformada por 27,875 órdenes de trabajo, las cuales corresponden a intervenciones efectivamente ejecutadas y contienen información relevante para el análisis de los tiempos de atención, indicadores de mantenimiento y calidad de los datos.

La selección de esta muestra permite trabajar con información real y validada operativamente, garantizando mayor confiabilidad en el análisis de las inconsistencias detectadas en los registros, así como en la evaluación de los indicadores de mantenimiento como el MTBF y MTTR.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Antecedente 1: Parra (2025), Implementación de un Sistema de Analítica de Mantenimiento en Power BI a partir de Datos del CMMS Dimo Maint: Caso de Estudio en Fiberglass Colombia.

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema de inteligencia de negocios basado en datos de mantenimiento extraídos del software CMMS Dimo Maint, con el fin de apoyar la toma de decisiones en las áreas de mantenimiento y almacén. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño de caso de estudio y alcance descriptivo, centrado en la recopilación y estructuración de datos históricos. Como instrumentos se empleó la herramienta Power BI, utilizando Power Query y lenguaje DAX para la integración y automatización de indicadores. La unidad de análisis correspondió a los procesos del área de mantenimiento de la empresa FiberGlass Colombia S.A.S. Como resultado, se logró automatizar el cálculo de indicadores como MTBF y MTTR, reduciendo en más del 80% el tiempo de generación de reportes y mejorando la precisión y trazabilidad de la información. Este estudio aporta a la presente investigación al evidenciar que la implementación de herramientas de Business Intelligence permite mejorar la confiabilidad de los datos y optimizar la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

Antecedente 2: Vargas (2023), Diseño de un cuadro de mandos con la herramienta Power BI para optimizar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero.

La investigación tuvo como objetivo diseñar un cuadro de mandos basado en Business Intelligence mediante Power BI, con el fin de optimizar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de maquinaria pesada. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo, estructurado en fases de análisis de datos,

pretratamiento, modelamiento y visualización de información. Como instrumentos se utilizaron la base de datos de órdenes de trabajo del sistema de mantenimiento y la herramienta Power BI, empleando Power Query para la transformación de datos y la generación de indicadores clave. La unidad de estudio correspondió a los equipos de maquinaria pesada del sector minero. Como resultado, se evidenció que la implementación del tablero permitió mejorar la visualización y el control de indicadores como disponibilidad mecánica, tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación, facilitando una toma de decisiones más eficiente. Este antecedente aporta a la presente investigación al demostrar que la implementación de herramientas de Business Intelligence mejora la confiabilidad de la información y fortalece la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

Antecedente 3: Virosta (2025), Análisis, selección e implantación de una herramienta de Business Intelligence para la optimización del mantenimiento y control de un proceso de destilería de alcoholes a partir del zumo de uva

La investigación tuvo como objetivo analizar, seleccionar e implementar una herramienta de Business Intelligence para optimizar el control y supervisión del proceso de destilación en la empresa TERBEL, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones mediante indicadores clave. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo, utilizando una metodología iterativa e incremental estructurada en fases de análisis, evaluación y desarrollo de la solución. Como instrumentos se emplearon fichas funcionales, matrices multicriterio y la herramienta Power BI, utilizando lenguaje DAX para la modelación de datos y la construcción de dashboards. La unidad de estudio correspondió al proceso de destilación (Aparato 5) de la empresa, trabajando con variables operativas como presión, temperatura y caudal. Como resultado, la implementación permitió automatizar el análisis de datos, reducir errores manuales y mejorar los tiempos de respuesta ante anomalías, generando un impacto positivo en la gestión operativa.

Este antecedente aporta a la presente investigación al evidenciar que la implementación de herramientas de Business Intelligence permite centralizar la información, mejorar la confiabilidad de los datos y fortalecer la toma de decisiones en entornos industriales.

Antecedente 4: Gil (2025), Modelo de Inteligencia de Negocio para la gestión del presupuesto OPEX de mantenimiento preventivo en el sector de biocombustibles.

La investigación tuvo como objetivo diseñar un modelo de inteligencia de negocios para la gestión del presupuesto OPEX de mantenimiento preventivo, orientado a optimizar la asignación de recursos en entornos con alta densidad de activos. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo, empleando un enfoque cuantitativo basado en el ciclo de vida dimensional de Ralph Kimball para la construcción de un Data Warehouse. Como instrumentos se utilizaron datos provenientes de sistemas CMMS (IBM Maximo) y ERP (Siesa Enterprise), integrados mediante procesos ETL y visualizados a través de tableros en Power BI. La unidad de estudio correspondió a la planta Lurgi de la empresa Bio D S.A., caracterizada por su complejidad operativa. Como resultado, se evidenció que la implementación del modelo permitió mejorar la precisión en la planificación presupuestal bajo la técnica de Presupuesto Base Cero, reduciendo errores asociados a estimaciones tradicionales y facilitando una toma de decisiones basada en datos. Este antecedente aporta a la presente investigación al demostrar que la implementación de Business Intelligence permite estructurar información confiable y generar indicadores clave que fortalecen la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

Antecedente 5: Saavedra & Yeng (2024), Implementación de un tablero de comando para el área de mantenimiento de un centro de salud empleando herramienta de inteligencia de negocios

La investigación tuvo como objetivo implementar un tablero de comando basado en Business Intelligence para mejorar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de un

centro de salud. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo, estructurado en etapas de recolección, transformación (ETL), modelado de datos, desarrollo y análisis de reportes. Como instrumentos se utilizaron Power BI Desktop, Power Query, lenguaje DAX y plataformas de publicación en la nube para la visualización de la información. La unidad de estudio estuvo conformada por los registros de mantenimiento del periodo enero a agosto de 2024, considerando 1,899 solicitudes de atención. Como resultado, se evidenció que la implementación del tablero permitió mejorar el control de gastos, el seguimiento de solicitudes y el cumplimiento del mantenimiento preventivo, facilitando una toma de decisiones más oportuna mediante el monitoreo en tiempo real. Este antecedente aporta a la presente investigación al demostrar que la implementación de herramientas de Business Intelligence mejora la confiabilidad de la información y optimiza la gestión del mantenimiento mediante el uso de indicadores en entornos operativos.

Antecedente 6: Chaves (2025), Data analytics para el monitoreo y seguimiento contractual de KPI´s de mantenimiento en la flota eléctrica de la Operadora Distrital de Transporte

La investigación tuvo como objetivo desarrollar una solución de analítica de datos que permitiera evaluar la gestión de mantenimiento y el cumplimiento de indicadores contractuales mediante análisis estadístico y visualización interactiva. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y alcance descriptivo–analítico de tipo longitudinal, utilizando la metodología CRISP-DM para el procesamiento de datos. Como instrumentos se empleó el lenguaje de programación Python (bibliotecas Pandas y Numpy) para la limpieza y estructuración de una base de datos de 57,947 registros, complementado con Power BI y Plotly Express para la construcción de tableros interactivos. La unidad de estudio correspondió a una flota de 195 buses eléctricos de la Operadora Distrital de Transporte en Bogotá. Como resultado, se evidenció que durante los años 2022 y 2023 predominó un enfoque

reactivo en el mantenimiento, mientras que en 2024 se alcanzó un nivel de mantenimiento preventivo del 60.9%, aún por debajo del estándar esperado. Este antecedente aporta a la presente investigación al demostrar que el uso de analítica de datos y herramientas de Business Intelligence permite estructurar indicadores confiables y detectar tendencias operativas, fortaleciendo la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

Antecedente 7: Regalado et al. (2025), Herramientas 4.0 y su implementación en la mejora del desempeño en la gestión de mantenimiento

La investigación tuvo como objetivo identificar las herramientas de la industria 4.0 y analizar su impacto en la mejora del seguimiento y control de la gestión de mantenimiento. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño de revisión sistemática y alcance descriptivo, utilizando la estrategia PICOC y el diagrama PRISMA para el proceso de selección de información. Como instrumentos se analizaron 57 artículos científicos indexados en las bases de datos Scopus y ScienceDirect, publicados entre los años 2019 y 2024. La unidad de análisis estuvo conformada por investigaciones relacionadas con tecnologías aplicadas al mantenimiento industrial. Como resultado, se evidenció que la implementación de herramientas como Internet de las Cosas, Big Data y analítica de datos permite optimizar la toma de decisiones, mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir costos asociados a fallas inesperadas. Este antecedente aporta a la presente investigación al proporcionar sustento teórico sobre el uso de tecnologías basadas en datos, evidenciando que la implementación de Business Intelligence fortalece la confiabilidad de la información y mejora la gestión del mantenimiento.

Antecedente 8: López et al. (2026), Diseño de una estrategia para la gestión del tiempo en la comunicación de corrección de fallas en el mantenimiento industrial

La investigación tuvo como objetivo diseñar una estrategia para gestionar los tiempos en la comunicación de fallas correctivas en el mantenimiento industrial, con el fin de mejorar la productividad. Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño aplicado y alcance

descriptivo, utilizando metodologías ágiles para el modelado y desarrollo de una solución tecnológica. Como instrumentos se empleó el lenguaje de modelado UML para la especificación de requerimientos, así como herramientas de desarrollo como Python, Django y MySQL para la implementación de un sistema de información web. La unidad de estudio correspondió a la Planta Industrial de Salsas y Aderezos del grupo Aceitera General Deheza, involucrando al personal del área de mantenimiento. Como conclusión, se evidenció que la implementación de una interfaz visual basada en códigos de colores permitió mejorar la comunicación en tiempo real y reducir los tiempos de respuesta ante fallas. Este estudio aporta a la investigación titulada "Propuesta de mejora en la gestión de la información del área de mantenimiento mediante la implementación de Business Intelligence para mejorar la confiabilidad de los datos y la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística", al demostrar que la digitalización de procesos y la estructuración de la información contribuyen a una toma de decisiones más eficiente en la gestión del mantenimiento.

Antecedente 9: Fuentes (2025), Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de mantenimiento minero mediante POWER BI y telemática en INVERTRAC Duitama

La investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de monitoreo y gestión de mantenimiento mediante el uso de inteligencia de negocios y telemática, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y el uso de recursos en el sector minero. Se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño cuasiexperimental y alcance descriptivo, utilizando una metodología de desarrollo tecnológico estructurada en fases de recolección, integración, análisis, generación de alertas y validación, evaluando los resultados mediante la prueba t de Student. Como instrumentos se emplearon plataformas de telemetría como VisionLink y Komtrax, así como herramientas de procesamiento y visualización como Microsoft Excel y Power BI, además de formularios de captura de datos en campo. La unidad de estudio estuvo conformada por 54 equipos de maquinaria pesada de la empresa Invertrac S.A. Como conclusión, se evidenció que

la implementación del sistema permitió centralizar la información, reducir eventos de mantenimiento correctivo y optimizar el consumo de recursos, mejorando la trazabilidad y la toma de decisiones. Este estudio aporta a la investigación titulada "Propuesta de mejora en la gestión de la información del área de mantenimiento mediante la implementación de Business Intelligence para mejorar la confiabilidad de los datos y la toma de decisiones en una empresa del sector transporte y logística", al demostrar que la integración de datos mediante herramientas como Power BI y el uso de indicadores clave fortalece la confiabilidad de la información y la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

3.2. Marco teórico conceptual

3.2.1. Gestión de la información

3.2.1.1. Definición de gestión de la información

Davenport (2018) transmite el orden agrupado del marco de los procesos que abordan la recopilación y consolidación sistemática de los datos, guía del almacenamiento y control, seguido del uso de los datos en la organización, para ayudar a la dirección en el proceso de toma de decisiones. El control de datos implica organizar los datos de manera que ayude a la dirección a tomar decisiones oportunas. Organizar los datos de manera oportuna también implica combinar el control de datos, la gestión y la alineación de los datos con la organización. La información es otro elemento que puede ayudar a una organización a mejorar su evaluación, ya que puede cambiar los resultados de la organización hasta cierto punto. El control de la información puede ayudar a procesar la información en la organización en un alto nivel. Esto significa que puede minimizar el proceso de la información y ayudar a la organización a dominar a sus competidores.

Según Detlor (2018), la gestión de la información se centra principalmente en una metodología interdisciplinaria que implica la selección cuidadosa del control de la información para ayudar a las organizaciones a abordar los desafíos de un sistema competitivo cambiante.

La gestión de la información se enfoca en la organización de manera que se dirija a la dominancia del control de la información a partir de los datos. La información se organiza de manera efectiva. Esto es de gran importancia ya que disminuye el nivel de riesgo y mejora las operaciones. La información es de gran importancia en este sistema de gestión.

*3.2.1.2.*Importancia en entornos organizacionales

Laudon y Laudon (2020) describen la gestión de la información como la síntesis de hechos y datos en diferentes dimensiones para la creación de inteligencia en apoyo de decisiones tácticas o estratégicas. La información defectuosa y poco confiable genera compromisos de datos e influye en la eficiencia y competitividad de una organización. También es esencial para la gestión de las diferentes capas del sistema. Una gestión adecuada de la información influye en la ejecución de los procesos tanto inter como intra departamentales. Las organizaciones que mantienen una gestión efectiva de la información simplifican los procesos "por Gestión de la Información" para una mayor optimización. Las organizaciones están destinadas a tener éxito cuando la información, que ya no se utiliza de forma inactiva, sirve como un recurso proactivo para la mejora sostenida en sistemas que son dinámicos y competitivos.

Alavi y Leidner (2018) sostienen que la gestión de la información apoya la mejora de la capacidad de las organizaciones para sobrevivir en un mundo que cambia rápidamente. En ese sentido, una gestión eficaz de la información evita tratar con costos y permite a una empresa realizar una optimización mayor de la rentabilidad a través de las mejores prácticas comerciales. También plantea un compromiso en la gestión mediante la mejora de los procesos. Por lo tanto, la gestión de los sistemas de información es de gran importancia para una organización en la competencia comercial.

*3.2.1.3.*Gestión de la información en mantenimiento

Mobley (2019) dice que es necesario para la gestión de la información en mantenimiento permitir la recopilación y análisis de datos registrados asociados con fallos, intervenciones y rendimiento del equipo. Por lo tanto, la información generada por el mantenimiento es la base para tomar decisiones técnicas. Una buena gestión facilita la planificación para el establecimiento de medidas preventivas. De modo que la pérdida de tiempo por inactividad se minimice. Entonces, el objetivo principal de una buena gestión del mantenimiento es preservar los recursos. Por lo tanto, se logra un rendimiento destacado en la reducción del incumplimiento mediante el mantenimiento de sectores de equivalencia críticos. Es decir, a efectos del objetivo, mantener los límites críticos en los sectores de posibles incumplimientos es el objetivo principal.

Wireman (2018) dice que los sistemas integrados ayudan a registrar los datos de tal manera que permiten que los datos en tiempo real ayuden a identificar fallos e iniciar la implementación en tiempo real de acciones correctivas. Por lo tanto, la Tecnología de la Información (TI) ha facilitado el registro y análisis de datos con mayor precisión y ha reducido la incidencia de errores en el registro de datos. Así, los Sistemas de Integración tienden a aumentar la eficiencia del proceso de mantenimiento y a permitir decisiones más informadas. La gestión de la información es muy importante en el campo de la logística para optimizar la operación del área de Mantenimiento.

Mobley (2019) señaló que, si la gestión de la información de mantenimiento no se realiza correctamente, es probable que ocurran inconsistencias en los datos, lo que conduce a malas decisiones y a ineficiencias operativas. Esto significa que, si no existe información confiable, la capacidad para analizarla se restringe y aumenta la probabilidad de cometer errores durante la planificación. Por lo tanto, implementar sistemas de calidad es una necesidad. Así, al buscar consolidar la gestión de la información en mantenimiento, la organización probablemente mejorará. La consolidación de la gestión ayuda a reducir los costos excesivos

por averías operativas y facilita una mejor gestión de los recursos disponibles en el sistema organizacional.

*3.2.1.4.*Componentes de la gestión de la información

Según Detlor (2018), la gestión de la información debe entenderse principalmente como la comprensión de los elementos de datos, tecnologías de la información, procesos organizativos y personas. Estos elementos deben considerarse de manera integral e interconectada. Los datos son la materia prima principal, mientras que las tecnologías son los medios para realizar un almacenamiento efectivo y conducir análisis. Los procesos organizativos también son un medio para manejar los datos de manera estructurada. Por lo tanto, la gestión de estos elementos, estructuras y procesos es imperativa. Además, permite suavizar el flujo de información, lo que a su vez ayuda a optimizar la gestión de la organización, ayudando a aclarar muchas de las complejidades operativas que puedan estar presentes.

Laudon y Laudon (2020) explican que la automatización, mejor acceso a los datos y análisis en tiempo real, son posibles con los sistemas de información y muestran la importancia de los sistemas de información en relación con la gestión de la información. Se logra mayor eficiencia operativa y menos errores asociados con la gestión de datos mediante la implementación de sistemas de información. En consecuencia, los sistemas de información son los sistemas más críticos para la gestión del rendimiento. Los sistemas de información mejoran la coordinación entre sistemas, y un rendimiento más óptimo se debe a la integración positiva de los sistemas de información. Los sistemas de gestión de la información logran eficiencias y ventajas competitivas.

Detlor (2018) distingue que los sistemas de gestión de la información integran varios elementos, y el usuario de los sistemas de información es uno de estos elementos. Los gerentes y usuarios de sistemas de información deben estar bien capacitados para que los sistemas de información puedan gestionarse y los datos puedan interpretarse de manera efectiva. Los

sistemas integrados, y la gestión de los sistemas, se ven positivamente afectados por el cultivo de sistemas de creencias y marcos de valores positivos. La combinación de tecnología, procesos y personas integra positivamente los sistemas de información, siendo las personas las que más integran positivamente los sistemas de información. En consecuencia, la combinación de tecnología, procesos y personas maximiza la vida productiva a largo plazo de la gestión y los sistemas de información. La vida más productiva de la gestión y los sistemas de información se ve positivamente influenciada por la mayor integración de las personas.

*3.2.1.5.*Problemas comunes en la gestión de datos

Redman (2018) afirma que problemas como las inconsistencias, redundancias e inexactitudes provienen de la mala calidad de la información almacenada, lo cual siempre socava la calidad de la información y restringe las opciones al tomar decisiones. La presencia de datos inexactos resulta en una disrupción enorme e imprevisible en el flujo operacional de una organización. La ausencia de información precisa es un contribuyente grave a la ocurrencia y/o descubrimiento de fallos operativos. Por estas razones, el control continuo de la calidad de la información es una gran necesidad, y desarrollar prácticas de gestión de datos que (continuamente) supervisen la calidad de los datos y controlen los efectos es esencial para la fiabilidad de la información. Este control es crucial para permitir un flujo de operaciones con información que sea lo más precisa y segura posible.

Khatri y Brown (2019), por otro lado, afirman que la gestión de datos se ve seriamente obstaculizada cuando falta un marco de gobernanza de datos. La ausencia de marcos de gobernanza de datos pone fuera de control el orden de la gestión de datos. Esto también significa que la gestión de datos tiene un alcance muy restrictivo y poco desarrollado. Por lo tanto, desarrollar un orden de gestión de datos pone la calidad de los datos, y los datos de los cuales se toman decisiones, en orden, con el potencial de desarrollar una gestión de datos adecuada. Para que esto sea así, también debe estar en su lugar un orden lógico de los marcos de

gobernanza de datos. En entornos complejos, el orden y la integridad de la gestión de datos también deben estar en funcionamiento de forma continua. El orden, la integridad de los datos y, especialmente, la fiabilidad de la información en entornos complejos debe estar en su lugar en el lado organizacional.

3.2.2. Business Intelligence (BI)

*3.2.2.1.*Definición de Business Intelligence

Según Chen et al. (2018), la Inteligencia Empresarial (IE) es un conjunto de estrategias, métodos y tecnologías para la recopilación, integración y análisis de datos. A través de la IE, las empresas pueden convertir datos en información útil para la toma de decisiones. La IE va más allá de la elaboración de informes. Se centra en tomar decisiones estratégicas a partir de los datos. La IE también puede usarse para descubrir patrones, tendencias y correlaciones no explicados. Por lo tanto, la IE es un recurso valioso para obtener una ventaja competitiva. El uso de la IE simplifica el proceso de toma de decisiones y la gestión, especialmente en industrias donde los datos son un indicador directo del resultado operativo.

Sharda et al. (2018) creen que la IE combina varias tecnologías, incluida el almacenamiento de datos, el análisis de datos y la visualización de datos, para ayudar a las empresas a operar basándose en evidencia fundamental. La IE conecta el lado operativo de la empresa con la IE cubre la brecha entre decisiones y proporciona información relevante en el tiempo. Las empresas pueden planificar y controlar mejor el negocio. En este sentido, la IE es el aspecto más significativo de las empresas en la era digital moderna. La IE puede proporcionar la información más precisa. La IE es el aspecto más importante de las estrategias digitales en la era digital moderna. La IE puede proporcionar los datos más precisos.

*3.2.2.2.*Componentes de un sistema BI

Según Sharda et al. (2018), el punto de partida para comprender los elementos de un sistema de IE consiste en fuentes de datos, elementos de integración, almacenes de datos y

análisis paso a paso. Desde esta perspectiva, las fuentes de datos representan los elementos iniciales del sistema. Sin embargo, los elementos de integración se utilizan para consolidar los datos. El sistema de IE se utiliza para obtener información confiable y útil para la toma de decisiones basada en el tiempo. Por lo tanto, los componentes de la IE se definen en gran medida por las integraciones correctas de sus elementos. Como resultado, los elementos integrados de un sistema definen su confiabilidad y utilidad para las decisiones temporales de una organización.

En ese sentido, Wixom y Watson (2019) afirman que, debido a su capacidad para organizar grandes cantidades de datos estructurados y proporcionar un medio para almacenarlos, los almacenes de datos son los elementos más importantes de la IE. Estos almacenes de datos, por lo tanto, simplifican el análisis de datos históricos. Además, al integrar datos de diversas fuentes, las empresas pueden producir informes más precisos y exhaustivos. Adicionalmente, el sistema de IE es más efectivo. De esta manera, los almacenes de datos son de suma importancia para los grandes sistemas de IE que requieren la gestión de una gran cantidad de datos operativos.

Chen et al. (2018) argumentan que fundamental en los sistemas de IE son las herramientas de visualización, que presentan los datos en forma de gráficos, tableros y indicadores de manera clara y comprensible. Desde este contexto, la visualización ayuda en la interpretación de datos y también facilita la identificación rápida de tendencias. Por lo tanto, aumenta el potencial para mejorar la toma de decisiones. En consecuencia, la inclusión de herramientas de visualización en los sistemas de IE ayuda a las organizaciones a maximizar el potencial de los datos y aumentar la eficiencia y efectividad de la gestión de procesos.

*3.2.2.3.*Procesos de BI (ETL, almacenamiento, visualización)

Kimball y Ross (2018) resumen el procesamiento de BI en tres campos principales: extracción, transformación y carga de datos (ETL), almacenamiento de datos y representación

de datos mediante herramientas analíticas. El objetivo final de los procesos ETL es la recopilación de datos de múltiples orígenes y su preparación para el análisis de datos. Las transformaciones de datos aseguran la consistencia e integridad de los datos. Los procesos ETL sirven para construir una base sobre tecnologías y procesos de BI que construyen e integran datos de manera eficiente.

Sharda et al. (2018) argumentan que los sistemas de BI y el almacenamiento de datos permiten la integración y organización de los datos de manera que respalden un análisis fácil y una generación rápida de informes, mejorando en última instancia la calidad del análisis y los procesos de organización en los que se basan las tecnologías de BI. El almacenamiento de datos y la gestión de un alto nivel de rendimiento de datos respaldan en última instancia los procesos de organización y ejecución del análisis de datos pasados y presentes, junto con su planificación y ejecución estratégicas mediante tecnologías de BI.

Wixom y Watson (2019) afirman que la visualización de datos es el uso de una representación gráfica de los datos que finalmente proporciona los datos de manera estructurada y refinada para los sistemas de BI. Mediante la visualización de datos, los procesos TEKBI apoyan un mejor análisis general de los datos y los sistemas de una organización de BI en el nivel operativo y estratégico dominante.

3.2.2.4. Herramientas de BI (Power BI u otros)

Según Microsoft (2021), programas como Power BI permiten a los usuarios analizar y visualizar datos para construir informes interactivos. Power BI crea paneles interactivos y en tiempo real para ayudar a los usuarios a tomar decisiones informadas. Las herramientas de BI automatizan informes y paneles de BI, y permiten integrar datos de múltiples fuentes. Las herramientas de BI mejoran la gestión de los datos operativos, y las organizaciones cambian cada vez más para obtener la información necesaria para comprender completamente su

rendimiento. Esto es especialmente cierto para el BI de Mantenimiento, donde sin datos operativos, no se puede lograr la continuidad operativa.

Además, Gartner (2022) afirma que con cada año que pasa, las herramientas de BI son más fáciles de usar y flexibles, y permiten incluso a los usuarios finales interactuar con los datos de BI y construir informes sin necesidad de asistencia técnica. Las herramientas de BI democratizan la información y la elaboración de informes, y mejoran las decisiones en toda la organización. Esto también ayuda a las organizaciones a responder mejor a los cambios en el entorno externo y mejora la efectividad operativa. Por esta razón, para modernizar la gestión de la información, la adopción de herramientas de BI es absolutamente esencial.

3.2.2.5. Aplicación del BI en mantenimiento

Mobley (2019) expresa que el uso de la Inteligencia de Negocios (BI) en el sector de mantenimiento permite el análisis de datos de fallos, tiempos de reparación y rendimiento de equipos, resultando en mejores decisiones respecto a la confiabilidad de los activos. En este sentido, la BI ayuda a detectar fallos y, como resultado, facilita la planificación del mantenimiento preventivo del proceso. Por lo tanto, el uso de la BI en el proceso de mantenimiento ayuda a reducir el tiempo de inactividad. Por consiguiente, la BI ayuda en la eficiencia de una organización y en una mejor asignación de recursos en el proceso de mantenimiento.

Como afirman Sharda et al. (2018), la ventaja de usar BI en mantenimiento es la capacidad de procesar e integrar información de múltiples fuentes, lo que permite a el personal de mantenimiento tener una visión holística del rendimiento de los equipos. Con la integración de datos, se logra un análisis de mayor calidad y se detectan oportunidades de mejora. Como resultado, las operaciones de mantenimiento se optimizan y los costos operativos se reducen. Además, el uso de BI se vuelve necesario para las operaciones de mantenimiento de empresas en transporte y logística.

Según Wixom y Watson (2019), el uso de BI en mantenimiento proporciona la capacidad de monitorear operaciones en tiempo real y, como resultado, tomar decisiones de manera más efectiva. El uso de paneles de control ayuda en el desempeño de este proceso de mantenimiento operacional. Además, el uso de BI en mantenimiento mejora la confiabilidad y eficiencia del proceso, y como resultado, el uso de BI se vuelve necesario para todas las empresas.

3.2.3. Calidad y confiabilidad de los datos

*3.2.3.1.*Definición de calidad de datos

Redman (2018) cree que la calidad de los datos significa entender qué tan útiles son los datos para ciertas actividades. La calidad de los datos depende de qué tan precisos, completos, coherentes y oportunos sean, y de cómo se relacionan con lo que es necesario para ese proceso. Cuando la calidad de los datos es superior, proporciona mejores resultados en la toma de decisiones y reduce los riesgos para los datos. La calidad de los datos es dinámica. La integridad de los datos debe ser controlada para mantener la calidad de los datos. Los mecanismos de control de calidad de datos de las organizaciones afectan sus actividades. Es aún más importante en campos, como el mantenimiento, donde datos erróneos pueden llevar a fallas en las operaciones.

DAMA (2017) dice que mantener la calidad de los datos es un requisito previo para la gestión de la información y la calidad de los datos. Debe ser confiado al control y gestión de la Junta de Gobernanza Innovadora y Publicidad para hacer que los datos útiles estén disponibles en el portal. La calidad de los datos depende no solo de tener datos precisos, sino también de datos coherentes y disponibles. Las empresas que se esfuerzan por la calidad de los datos tendrán menos errores y una mayor calidad en la utilización de los datos. La calidad de los datos es el mayor logro de la gestión de la información y además proporciona el mayor valor.

*3.2.3.2.*Dimensiones de la calidad de datos (exactitud, consistencia, integridad)

Según Batini y Scannapieco (2019), La precisión, coherencia e integridad son dimensiones importantes de la calidad de los datos que ayudan a establecer la fiabilidad de la información. La precisión de los datos está determinada por la realidad de la entidad, y las inexactitudes tienen el potencial de conducir a decisiones con consecuencias. La coherencia se refiere a la ausencia de divergencia entre las fuentes de información. En consecuencia, la integridad de los datos permite y controla la coherencia de la información. Estas dimensiones ayudan a evaluar la calidad de la información y la identificación de dificultades en su uso y las mejoras que deben realizarse en los sistemas de información de la organización.

De manera similar, según DAMA (2017) Por otro lado, la integridad de los datos abarca la completitud de la información, lo que significa que debe incluirse en su entidad sin dejar nada importante fuera. La falta de integridad crea un déficit de información, que es perjudicial para el análisis de datos. Por lo tanto, las organizaciones no tienen otra opción que la introducción de controles que garanticen la completitud de la información y fortalezcan la calidad del análisis. La gestión de estas dimensiones permite mejorar la integridad de los datos y las capacidades de toma de decisiones de las organizaciones, particularmente en contextos complicados. Data Analytics and Management (2017) señala que la falta de integridad debido a un déficit de información tiene el potencial de paralizar las capacidades analíticas.

A pesar de los desafíos en la gestión de datos, Batini y Scannapieco (2019) mencionaron que estas dimensiones, cuando se dominan, necesitan herramientas y metodologías que deben emplearse para el monitoreo continuo de los datos con el fin de prevenir fallas de calidad, asegurando así la fiabilidad de la información y el rendimiento de los datos.

*3.2.3.3.*Confiabilidad de la información

Según Laudon y Laudon (2020), la confiabilidad de la información se entiende como la capacidad de los datos para ser una fuente confiable y constante para la toma de decisiones, lo que presupone que sean exactos, completos y puntuales. Desde esta perspectiva, la

confiabilidad de la información es un factor determinante para la efectividad de los procesos de la organización. Además, impacta directamente en la confianza que los usuarios depositan en los sistemas de información. Por esa razón, es una prioridad estratégica garantizar la confiabilidad de los datos. Por lo tanto, las organizaciones deben desarrollar mecanismos de control para garantizar la calidad de la información y minimizar los errores en la toma de decisiones.

Redman (2018) afirma que la confiabilidad de la información también tiene que ver con el control ejercido sobre los datos durante todo el proceso, desde su creación hasta su uso, lo que significa que los procesos deben estar articulados. En este sentido, ayudar en la gestión de datos puede ser útil para mejorar la confiabilidad y también para reducir la recopilación. Con esto, los sistemas de información también ayudan a que la organización tome decisiones más precisas. Incluso puede asistir a hacer los procesos más efectivos, y por esa razón, la gestión de datos es un factor de confianza muy importante para la organización, particularmente en procesos en los que la exactitud de los datos es esencial.

*3.2.3.4.*Problemas de inconsistencias en datos

Un ejemplo de los desafíos relacionados con el control de la inconsistencia de datos ha sido explicado por Khatri y Brown (2019), quienes observan que, más allá de los desafíos relacionados con los altos costos del control de datos, la inconsistencia es una de las características principales y llamativas de los costos de control de datos. La describen como los mismos datos, pero en diferentes sistemas, exhibiendo información contradictoria. Esto conduce inevitablemente a la deterioración de la calidad de los datos. Además, lleva a una integración ineficiente de los sistemas. Es de suma importancia identificar la existencia de dichos datos y controlarlos. Por lo tanto, establecer una política sólida de aseguramiento de datos es una de las mejores maneras de lograr la consistencia de datos en operaciones de gran escala y reducir lapsos graves en las operaciones.

Por otro lado, Batini y Scannapieco (2019) discuten los desafíos expuestos por el diseño de sistemas con limpieza o control de datos insuficiente, lo que conduce a fallas graves en los sistemas de control de datos. En tales sistemas, la falta de automatización y el bajo grado de limpieza y/o control de datos son particularmente sugestivos de control. En estos casos, la automatización tiene la capacidad de reducir el grado de inconsistencia percibida. Sin embargo, el aspecto más importante de los sistemas de control es la calidad de los datos que guía dicho control. Por ello, en tales sistemas, un sistema de control de datos fuerte es de suma importancia.

3.2.3.5. Impacto de la mala calidad de datos en la gestión

Redman (2018) explica los múltiples desafíos que enfrentan las organizaciones debido a la baja calidad de la información, que puede incluir pérdidas y operaciones ineficientes en toda la organización, además de un alto costo de control. Tales desafíos suelen ser resultado de datos de baja o pobre calidad que inexorablemente conducen a una mala calidad del control del funcionamiento de la organización. Un sistema adecuado de control de datos puede prescribir un equilibrio en las fluctuaciones de los datos en cuanto a calidad. El control de esas deformaciones es de suma importancia. Por ello, las organizaciones se ven obligadas a alcanzar altos estándares de aseguramiento de datos.

Laudon y Laudon (2020) afirman que, si los usuarios no confían en un sistema de información, limitará su uso, y a su vez, limitará su valor en el proceso de toma de decisiones. Los datos no confiables pueden causar que las personasResistan cambios organizacionales. También pueden impactar negativamente en la cultura organizacional. Por esta razón, las organizaciones necesitan desarrollar estrategias para mejorar la confianza en los sistemas. Las iniciativas también mejoran la confianza en los sistemas. La transformación digital muestra una mayor confianza en los sistemas mediante datos confiables. Formar los sistemas es la forma más efectiva de tener éxito en la transformación digital.

DAMA (2017) busca documentar el impacto de datos de mala calidad en volumen y densidad elevados. Sin embargo, la mayoría de los documentos abordan temas operativos, como sistemas en el marco de la estrategia corporativa. La estrategia en el marco de los sistemas resulta en una restricción al auge analítico y futurista de los sistemas. Los sistemas con datos bajos tienen un impacto negativo en el valor de las decisiones estratégicas y no identifican las mejores opciones estratégicas y de auge disponibles. Mejorar los sistemas de información de una organización aumentará el valor de las decisiones estratégicas tomadas como resultado de sistemas de datos confiables.

3.2.4. Órdenes de trabajo en mantenimiento

*3.2.4.1.*Definición de órdenes de trabajo

Wireman (2018) describe la orden de trabajo como la documentación oficial que describe la autorización, planificación y documentación de las actividades en torno al equipo, las instalaciones y los sistemas de una organización. En este sentido, por ejemplo, una orden de trabajo describe el trabajo que se debe realizar e incluye los detalles de los recursos necesarios, las condiciones para realizar el trabajo, la persona responsable y la duración prevista. Además, las órdenes de trabajo pueden proporcionar información para ayudar a dirigir el trabajo y mantener el enfoque en las actividades de mantenimiento. Las órdenes también ayudan a garantizar que los procedimientos de mantenimiento adecuados ayuden a preservar la integridad del trabajo. Por lo tanto, las órdenes de trabajo precisas y reflexivas ayudan en el rastreo de las instancias. Esta orden también ayuda a mantener la eficiencia del trabajo y contribuye a evaluar cómo se integran las funciones del trabajo, y ayuda a simplificar la planificación de posibles acciones futuras en configuraciones industriales intrincadas.

Mobley (2019) añade que las órdenes de trabajo también pueden proporcionar una coordinación eficaz de las actividades de mantenimiento y ayudar a comunicar las tareas a través de las diversas divisiones involucradas. La claridad de la información en la orden de

trabajo, por lo tanto, ayuda a evitar errores en la ejecución del trabajo y ayuda a analizar la ejecución de las actividades, lo que también contribuye a simplificar los procesos de ejecución del trabajo. Por lo tanto, las brechas en las órdenes de trabajo que la organización ha definido pueden ayudar significativamente a la organización a optimizar el uso de sus recursos disponibles y reducir los desperdicios en el sistema de ejecución del trabajo.

3.2.4.2. Tipos de órdenes de trabajo

Mobley (2019) sugiere que existe una jerarquía de clasificaciones de órdenes de trabajo basada en los tipos de intervenciones necesarias. Estas incluyen órdenes de la naturaleza de las intervenciones que incluyen solicitudes de órdenes preventivas, correctivas y de mantenimiento predictivo que establecen metas para las organizaciones que las operan. Las órdenes predictivas, como su nombre indica, ordenan la recopilación y análisis de datos sobre la probabilidad de fallos anticipados. Por lo tanto, hay una estimación de fallos, y las órdenes predictivas de mantenimiento, solicitudes y recordatorios de la probabilidad de fallos anticipados ayudan en la recopilación y análisis de datos. Las órdenes predictivas consideran la probabilidad de fallos observados, y el orden de recopilación y análisis de datos es correctivo predictivo. Las órdenes que consideran la probabilidad de fallos predictivos y las órdenes predictivas de mantenimiento ayudan en la recopilación y análisis. Por lo tanto, las órdenes predictivas, correctivas y preventivas ayudan al mantenimiento, y el orden adecuado de las solicitudes ayuda en la planificación del mantenimiento y ayuda a las organizaciones en la estimación de fallos, pérdidas predictivas, correctivas y preventivas de recursos.

Wireman (2018) añade que, si una orden de trabajo está correctamente categorizada, ayuda en el establecimiento del orden de precedencia de las actividades y, por lo tanto, lleva un grado de seguridad de que el equipo no dejará de funcionar. Por lo tanto, hay una pérdida de eficiencia, y existe un orden correcto de categorización de las solicitudes de trabajo, y la pérdida de eficiencia está en el orden de la pérdida predictiva, correctiva y preventiva del orden. Este

orden de pérdida de eficiencia está en las solicitudes de trabajo predictivas y correctivas, y el orden de pérdida de eficiencia es predictivo y correctivo.

*3.2.4.3.*Estructura y registro de datos

Wireman (2018) afirma que la estructura de la orden de trabajo debe incluir la descripción de la tarea, el equipo, los recursos, el tiempo de ejecución y los resultados, entre otros, para lograr un registro detallado de la tarea. En este respecto, la calidad del registro de datos es directamente proporcional a la utilidad de la información producida. Esto permite un mejor mantenimiento de registros para ayudar a analizar el rendimiento y establecer los requisitos de registro de datos para lograrlo. Esto permite a la organización mejorar la calidad de la información y la toma de decisiones en el campo del mantenimiento.

Mobley (2019) states que el registro de datos de la orden de trabajo debe hacerse correctamente y a tiempo, ya que los datos recopilados proporcionan la base para el análisis de fallas y la planificación y programación de la próxima operación. En este contexto, una falla en el registro puede llevar a un análisis de los datos de la orden de trabajo de calidad dudosa y, por ende, a una mala base para planificar las actividades futuras de la organización. Por esta razón, la organización debe priorizar la implementación de controles que mejoren la calidad de las operaciones de datos, mejorando a su vez la fiabilidad de las operaciones de información. Por lo tanto, la estructura de la orden de trabajo y el registro de datos sirven como una prioridad para delimitar las actividades del campo del mantenimiento.

*3.2.4.4.*Importancia en la gestión de mantenimiento

Mobley (2019) describe las órdenes de trabajo como fundamentales en la gestión del mantenimiento, ya que la planificación, ejecución y control de tareas conducen a la eficiencia operativa. Organizan las tareas y permiten monitorear a los empleados. El uso adecuado de las órdenes de trabajo mejora el mantenimiento de la gestión y los actores, y reduce el tiempo de

inactividad de los sistemas operativos de los actores. Como resultado, se mejora la disponibilidad del equipo de la organización.

Según Wireman (2018), las órdenes de trabajo también crean y conservan el historial de intervenciones pasadas y son la base para analizar y mejorar el mantenimiento continuo. En este contexto, muestran fallos pasados y constituyen el marco para planificar medidas preventivas. Esto permite una mejor toma de decisiones. Las órdenes de trabajo ayudan a combinar la información operativa y estratégica del mantenimiento de un sistema.

*3.2.4.5.*Problemas comunes en su registro

Según Khatri y Brown (2019), el principal problema con el registro de órdenes de trabajo es que los datos e información pueden ingresarse parcialmente, esto suele ser resultado de inconsistencias en el registro y conduce a un análisis de mala calidad. Debido a esto, la falta de un sistema de estandarización en el registro aumenta la posibilidad de errores y perturba la integración de los datos. Estos datos deben ser controlados y, si se pueden mejorar conjuntamente, se incrementa la integridad del manejo del mantenimiento.

Pero, Redman (2018) afirma que la mala calidad de los datos en los registros operativos resulta en una mala toma de decisiones, seguida de un bajo rendimiento organizacional. Aquí, un fallo en el registro de la orden de trabajo resulta en órdenes repetidas y retrasadas. También afectan la efectividad operativa de un sistema. Las organizaciones necesitan introducir mecanismos de control para proteger la calidad de los datos con el fin de mejorar la toma de decisiones. Por lo tanto, abordar los problemas del registro de órdenes de trabajo es necesario para mejorar el rendimiento de la función de mantenimiento.

3.2.5. Indicadores de mantenimiento

*3.2.5.1.*Definición de indicadores de mantenimiento

Parida y Kumar (2019) describen cómo los indicadores de mantenimiento se definen como variables medibles y comprensibles que determinan qué tan bien se han alcanzado los

objetivos específicos de la actividad de mantenimiento, qué tan bien se ha realizado la actividad de mantenimiento, qué tan eficientemente y de manera confiable se han integrado los resultados del mantenimiento, y qué tan accesibles han sido esos resultados. Objetivamente, como en el caso de los indicadores operativos, estas variables miden el rendimiento y detectan lapsos en los objetivos alcanzados. El uso adecuado de estos indicadores mejora la planificación de la gestión del mantenimiento, permitiendo a la organización optimizar su gestión de manera fundamentada, optimizando los procesos que tienen datos reales y evidencia firme de los objetivos que se han alcanzado en la corporación. El uso correcto de estos indicadores beneficia al máximo la gestión del mantenimiento para que, en actividades altamente discontinuas, especialmente transporte y logística, el fallo de las actividades de mantenimiento ayude a las empresas a controlar la situación mediante la optimización de su gestión y la minimización de las interrupciones operativas y de servicio.

Mobley (2019) afirma que los indicadores de mantenimiento, como otros, tienen una esencia estratégica ya que han sido diseñados con un propósito para lograr un objetivo. En el contexto del sistema de mantenimiento, los indicadores estratégicos permiten estimar el nivel de rendimiento del sistema de mantenimiento. Con ello, se puede evaluar el efecto de las acciones tomadas en el contexto del mantenimiento, e incluso la organización puede planificar actividades relacionadas con el mantenimiento en mayor medida. Por lo tanto, aún más. El sistema está construido para usar estos indicadores de mantenimiento para alcanzar los objetivos organizacionales máximos y sostener e incluso mejorar la operación segura de los sistemas de mantenimiento industrial de carácter complejo.

*3.2.5.2.*Importancia en la gestión operativa

Parida y Kumar (2019) dicen que es necesario evaluar los indicadores de mantenimiento para la gestión operativa. Ofrecen información sobre el rendimiento de los equipos y los procesos. Una vez conocido el rendimiento, se pueden identificar áreas de mejora y mejores

decisiones. En este sentido, los indicadores de mantenimiento contribuyen al movimiento constante del sistema a lo largo del tiempo. Ayudan a determinar el impacto del mantenimiento. Por estas razones, los indicadores de mantenimiento son útiles. Contribuyen a un mejor rendimiento operativo. Las empresas tienen menos fallos operativos y fallos en los servicios. También mejora la funcionalidad cuando se solicita. Mejora las demandas de mantenimiento, especialmente en áreas muy basadas en operaciones, como operaciones y gestión.

Wireman (2018) explica que la verdadera importancia de los indicadores es la capacidad de transformar los datos operativos en información útil para la gestión. Este poder ayudar a la empresa a evidenciar datos operativos basados en evidencia. Esto, a su vez, permite una evaluación del rendimiento del mantenimiento operativo. El Indicador PER METOU proporciona un mejor rendimiento operativo. Mejor rendimiento operativo. Es una cultura orientada a la mejora del rendimiento. Existe una fuerte cultura de mejores resultados en el rendimiento, especialmente en la empresa en gestión y mantenimiento.

*3.2.5.3.*MTBF (Mean Time Between Failures)

Mobley (2019) define MTBF, o Tiempo Medio Entre Fallos, como una medición del tiempo promedio de los intervalos entre un fallo y el siguiente de un dispositivo o sistema. Esta métrica revela el nivel de confiabilidad de un sistema. Por lo tanto, mientras mayor sea el MTBF, menos fallos experimentará el dispositivo. Esta métrica también desempeña un papel fundamental en la detección de los patrones de comportamiento de un activo. Así, el análisis de MTBF ayuda a las organizaciones a lograr los mejores resultados mediante la mejor utilización del sistema. La mayoría de las organizaciones dependen en gran medida del logro de sus objetivos a través de la operación confiable e ininterrumpida de los sistemas. Por lo tanto, el análisis de MTBF ayudará a planificar el mantenimiento de manera óptima. Esto también ayudará a la organización a controlar y minimizar el tiempo de inactividad del equipo.

Parida y Kumar (2019) afirman que el MTBF ayuda a medir los méritos de las políticas de mantenimiento implementadas, dado que representa el nivel de confiabilidad del equipo después de las acciones preventivas y correctivas. Por lo tanto, en estas circunstancias, la evaluación constante del MTBF ayuda a la organización a identificar las fallas comunes y a revisar los sistemas de control del mantenimiento. Esto ayuda a mejorar la eficiencia del proceso y a reducir los costos de fallas operativas. Por lo tanto, el MTBF es una métrica fundamental del mantenimiento del sistema y de la toma de decisiones centradas en el sistema.

*3.2.5.4.*MTTR (Mean Time To Repair)

Mobley (2019) afirma que el MTTR (también conocido como Tiempo Medio de Reparación) evalúa cuánto tiempo tarda en arreglarse una falla. Esto puede usarse para ver cuán eficiente es el proceso de mantenimiento correctivo. Con esto en mente, valores más bajos de MTTR significan que el mantenimiento es eficiente y se realiza de manera oportuna. Esta métrica también puede indicar áreas donde se pueden mejorar los procesos de mantenimiento. El análisis de esta métrica mejora la gestión de las intervenciones. Debido a esto, las organizaciones pueden mantener un bajo tiempo de inactividad del equipo y una alta disponibilidad del equipo, lo cual es crucial para realizar operaciones consistentes.

Wireman (2018) agrega que el MTTR también puede usarse para medir cuán rápido el equipo de mantenimiento atiende a sus clientes, lo cual es vital para optimizar el funcionamiento de la organización. En este contexto, reducir los valores de MTTR también disminuye el impacto negativo que causan las fallas. Además, conduce a una mejor gestión de recursos. Lo que esto significa en un sentido organizacional, es que se puede observar una mejora en la efectividad general de las operaciones como resultado. Esto también incluye mejoras en la planificación de las actividades de mantenimiento, lo que hace del MTTR una de las herramientas más importantes que puede usar una organización para evaluar qué tan eficiente es su mantenimiento correctivo.

*3.2.5.5.*Disponibilidad operativa

Parida y Kumar (2019) expresan que la disponibilidad operacional es una métrica que muestra cuánto tiempo un activo o sistema puede cumplir con lo requerido en operaciones. En ese contexto, una alta disponibilidad significa que un equipo está operativo, lo que también refleja el éxito del mantenimiento. El estudio de esta métrica continúa mejorando la gestión de los activos más críticos de una empresa, lo que potencia la efectividad de las operaciones y el mantenimiento en situaciones extremas.

Mobley (2019) encontró que la disponibilidad operacional, junto con el MTBF y el MTTR, también establece paralelismos con la confiabilidad y la mantenibilidad. Así, en este caso, mejorar estos indicadores aumenta la disponibilidad y permite una mejor optimización de la planificación del mantenimiento. En consecuencia, las organizaciones pueden mejorar aún más la eficiencia de sus operaciones. Ayuda a disminuir las pérdidas por fallas. Por lo tanto, la disponibilidad operacional es significativa para evaluar el rendimiento del sistema de mantenimiento.

*3.2.5.6.*Limitaciones por mala calidad de datos

Según Redman (2018), los datos de mala calidad pueden crear límites a la utilidad de los indicadores de mantenimiento al generar resultados erróneos que conducen a juicios erróneos. En este sentido, los datos incorrectos pueden crear una vista distorsionada de los indicadores. También interrumpen una gran parte de la evaluación del rendimiento. Por lo tanto, es fundamental mantener la calidad superior de los datos. Así, en el aspecto del mantenimiento, la organización puede garantizar la precisión de los indicadores y la

En contraste, Khatri y Brown (2019) dicen que los indicadores son de mala calidad debido a una mala gobernanza de datos, ya que esto evita la definición de pautas sólidas de gestión de datos. En este sentido, la falta de políticas hace que los datos sean inconsistentes, lo que lo afecta en el control. Por lo tanto, en este caso, es esencial establecer políticas, ya que

mejora el control de los indicadores y se vuelve crucial garantizar la calidad de los indicadores de mantenimiento y mejorar el proceso de toma de decisiones.

3.2.6. Toma de decisiones

*3.2.6.1.*Definición de toma de decisiones

Para Simon (2019) La selección de acciones preferidas se denomina toma de decisiones. La toma de decisiones se utiliza para acciones que resuelven problemas o aprovechan oportunidades. Esto implica identificar una situación, recopilar o analizar datos relacionados con esa situación y tomar una decisión de acuerdo con criterios establecidos. La toma de decisiones también es sistemática, continua y contribuye a resultados positivos en cualquier organización. Por lo tanto, los resultados son una función de la calidad de la información disponible. La gestión eficiente de los datos aumenta la precisión de los resultados de las decisiones, especialmente en un entorno dinámico como el mantenimiento operativo (transporte y logística)

*3.2.6.2.*Tipos de decisiones organizacionales

Robbins y Coulter (2020) Las decisiones organizacionales pueden clasificarse bajo los conceptos de decisiones programadas y no programadas;esta clasificación se desarrolla en función del grado de estructura y recurrencia de una decisión en particular, donde las decisiones programadas son recurrentes y pueden tomarse según procedimientos establecidos o conocidos. Las decisiones no programadas, por otro lado, son relativamente independientes y se toman en un entorno de toma de decisiones salvaje, desconocido o incierto, que es de naturaleza única. Esta clasificación también sirve como guía para que las organizaciones evalúen el alcance y la complejidad de las decisiones operativas para dirigir los recursos de manera que fomenten metas organizacionales positivas.

*3.2.6.3.*Toma de decisiones basada en datos

Provost y Fawcett (2018) escriben que la toma de decisiones basada en datos incorpora datos cuantitativos y analíticos que apoyan resultados menos subjetivos y más precisos para

determinaciones organizacionales. También captura resultados subjetivos. Los datos revelan tendencias y patrones. Ayuda a predecir resultados probables. Por lo tanto, desde una perspectiva organizacional, la toma de decisiones basada en datos mejora la eficacia organizacional. En esta línea, las organizaciones pueden mejorar y optimizar su rendimiento de datos, especialmente para actividades que dependen en gran medida de los datos.

Además, Sharda et al. (2018) escriben que la aplicación del sistema de Inteligencia de Negocios (BI) ofrece la capacidad de convertir conjuntos de datos gigantescos en datos relevantes y simplificados. También son capaces de mantener un punto de progreso cuando los datos y actividades aún están presentes. La analítica predictiva también respalda una mejor agilidad empresarial. La analítica predictiva mejora la velocidad y precisión del proceso empresarial y ayuda a medir su eficacia. La BI también mejora la aplicación de datos analíticos.

*3.2.6.4.*Importancia en mantenimiento

Mobley (2019) también incluye que el proceso de toma de decisiones en el campo del mantenimiento es crucial para gestionar eficazmente los riesgos involucrados en la avería de un equipo, y como tal, la avería del sistema, y para determinar cuándo programar una avería. Por lo tanto, las decisiones de mantenimiento influirán en la disponibilidad y el costo operativo del negocio. Por consiguiente, la eficiencia determinará el rendimiento del negocio. Datos confiables mejoran las decisiones y optimizan la gestión del mantenimiento para las empresas de transporte y logística.

Wireman (2018) señala que tomar una decisión en mantenimiento implica considerar varias alternativas que involucran una comparación técnica y una comparación económica. Esto se basa en datos precisos y actuales. Dentro de este alcance, la toma de decisiones sin datos confiables suficientes pone a la empresa en riesgo y conduce a fallos operativos. Por lo tanto, la insuficiencia de datos en este nivel sugiere la necesidad de aumentar el enfoque en el mantenimiento, especialmente en el aspecto de mantenimiento del negocio, que mejora la

eficacia del mantenimiento. Está claro que un mantenimiento efectivo es un componente vital para lograr el mantenimiento en general, especialmente en el contexto de preservar la efectividad operativa del negocio.

*3.2.6.5.*Impacto de la información en la toma de decisiones

Con información de calidad, las personas toman mejores decisiones. Antes, Laudon y Laudon (2020) afirmaron esto y dijeron que la información precisa reduce la incertidumbre y apoya decisiones mejores. La buena información ayuda a estructurar problemas y proporciona una mejor evaluación de las alternativas. La información es un componente crítico para decisiones mejores. Como resultado, las organizaciones que gestionan con éxito sus sistemas de información/datos crean ventajas competitivas y se adaptan mejor a los cambios del entorno.

El aumento de la eficiencia en la toma de decisiones impacta en la organización y permite la realización de las decisiones tomadas. En el caso del mercado competitivo, la racionalidad exige decisiones más rápidas y precisas que las de los competidores. Para facilitar esto, la organización debe usar los sistemas de información o construir un registro de decisiones sobre los sistemas de información. Como Provost y Fawcett (2018), el autor de este documento tiene la mayor confianza en la organización debido al uso de sistemas de información, decisiones inteligentes y precisas. Un ejemplo de tal operación es un sistema de información que asegura que los usuarios tengan los sistemas de información que les permitan tomar decisiones. La buena información reduce el impacto de las malas decisiones. Estas malas decisiones llevan a la organización a un nivel menor de operaciones planificadas y aumentan el costo de las operaciones. El uso de sistemas de información para apoyar información basada en evidencias impacta las operaciones y la configuración de resultados en el mercado competitivo de manera significativa.

CAPÍTULO IV

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Datos generales de la empresa

La empresa objeto de estudio, pertenece al sector transporte y logística, especializada en el transporte terrestre de materiales peligrosos, insumos y carga especializada para la industria y minería dentro de sus distintos proyectos. Debido a la naturaleza de sus actividades, la operatividad de cada uno de sus proyectos depende directamente de la disponibilidad y correcto funcionamiento de las unidades, siendo el área de mantenimiento una parte estratégica dentro de la organización

La función del área de mantenimiento consiste es gestionar, registrar y supervisar las intervenciones preventivas, correctivas y los auxilios mecánicos realizados a las unidades vehiculares. Esto posibilita que las operaciones continúen de manera segura y que se haga un seguimiento adecuado de los incidentes mecánicos. Por lo tanto, elementos esenciales para tomar decisiones operativas son la creación de órdenes de trabajo y el adecuado control de la información técnica por unidad.

La presente investigación se desarrolla en uno de los proyectos de la empresa y toma como unidad de análisis la información generada por el área de mantenimiento durante el periodo comprendido entre los años 2022 y el primer trimestre de 2026.

4.1.1. Actividad económica de la empresa

La empresa lleva a cabo actividades en el sector transporte y logística, prestando servicios especializados de transporte terrestre para la industria y minería. El propósito de estas operaciones tiene por objetivo el traslado de materiales peligrosos, insumos y carga especializada a diferentes puntos, dependiendo de los requerimientos de cada proyecto.

En el desarrollo de estas actividades, la empresa está conformada por una flota de tractos con sus respectivos semirremolques, los cuales permiten garantizar la continuidad de las operaciones y el cumplimiento de los servicios programados. Por esta razón, la fiabilidad y la

disponibilidad de las unidades son elementos esenciales para prevenir demoras en las operaciones, costos no previstos y daños al servicio.

Aquí es donde el mantenimiento cumple un rol muy importante dentro de cada operación, ya que permite asegurar el adecuado funcionamiento de las unidades mediante la ejecución y control de intervenciones preventivas y correctivas.

4.1.2. Ubicación geográfica

La empresa estudiada tiene su sede principal en la ciudad de Arequipa - Perú. Debido a la naturaleza de sus actividades, mantiene operaciones relacionadas con el transporte de carga y servicios de logística en distintos entornos operativos.

Su ubicación estratégica proporciona conectividad con diversos centros industriales y mineros del país, facilitando el desarrollo de operaciones de transporte terrestre y la gestión operativa de las unidades vehiculares.

4.1.3. Descripción general de las operaciones

Las operaciones de la empresa varían según los requerimientos de cada proyecto; sin embargo, las unidades vehiculares utilizadas mantienen características similares debido a las exigencias contractuales y operativas establecidas para el transporte. La flota se encuentra conformada principalmente por tractos y semirremolques, variando en algunos casos únicamente el modelo o la marca de las unidades empleadas.

Dentro de sus operaciones, la empresa brinda servicios de transporte terrestre de materiales peligrosos, concentrados minerales, bolas de acero, insumos y carga especializada para el sector industrial y minero. Debido a ello, la continuidad operativa depende directamente de la disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la flota, la empresa cuenta con seis talleres de mantenimiento distribuidos estratégicamente según la ubicación de los proyectos. La atención de fallas se gestiona mediante la generación de órdenes de trabajo previamente

comunicadas por radio para su respectivo control y seguimiento, considerando intervenciones preventivas y correctivas.

Asimismo, la gestión de las actividades de mantenimiento depende de la información generada en las órdenes de trabajo, la cual constituye la principal fuente para el seguimiento de intervenciones, cálculo de indicadores y toma de decisiones operativas.

4.1.4. Rol del área de mantenimiento

El área de mantenimiento cumple la función de recepcionar, gestionar y controlar las solicitudes relacionadas con las intervenciones realizadas a las unidades vehiculares. La comunicación inicial normalmente se realiza mediante radio, permitiendo coordinar la atención de mantenimientos preventivos, correctivos y auxilios mecánicos según la necesidad operativa de la unidad.

En el caso del mantenimiento correctivo, la unidad ingresa al taller para su evaluación. El operario comunica al personal mecánico las fallas detectadas durante la operación y posteriormente el mecánico realiza la verificación técnica correspondiente para identificar la causa de la incidencia. Una vez validada la falla, se genera la orden de trabajo, donde se registra información relacionada con la unidad, tipo de intervención, repuestos utilizados, tiempos de atención y actividades ejecutadas. Finalizada la intervención, se procede con el cierre de la orden de trabajo y la liberación de la unidad para su reincorporación a las operaciones según la programación establecida.

Por otro lado, el mantenimiento preventivo sigue un procedimiento similar; sin embargo, las intervenciones se realizan de acuerdo con un plan programado según el kilometraje de las unidades vehiculares. En este proceso también se generan órdenes de trabajo donde se registran las actividades ejecutadas y los controles realizados.

En el caso de los auxilios mecánicos, estos se realizan cuando una unidad presenta fallas durante la ruta operacional. Ante ello, se genera la orden de trabajo correspondiente y se asigna

una camioneta con el técnico de turno para la revisión y corrección de la falla. En situaciones donde la incidencia presenta una mayor gravedad, la unidad debe ser trasladada al taller más cercano para su atención, registrando dentro de la orden de trabajo todas las actividades y procedimientos ejecutados durante la intervención.

Toda la información generada, tanto de mantenimientos preventivos, correctivos y auxilios mecánicos, queda almacenada dentro del sistema mediante reportes asociados a cada unidad vehicular.

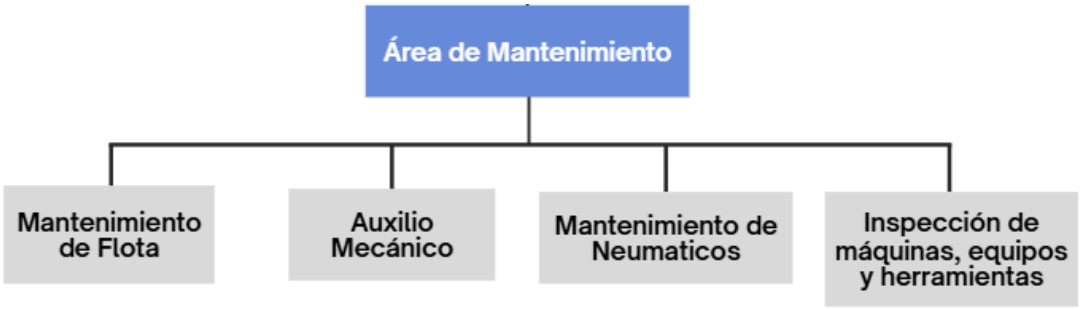
4.1.5. Importancia de la gestión de información en mantenimiento

La gestión de información dentro del área de mantenimiento es una parte fundamental para el control y seguimiento de las intervenciones realizadas a las unidades vehiculares. El correcto registro de las órdenes de trabajo, los tiempos de atención, las fallas reportadas, los repuestos utilizados y las actividades ejecutadas permite contar con información confiable para el monitoreo operativo y la generación de indicadores.

La calidad de los datos registrados influye principalmente en la precisión de indicadores de mantenimiento como el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) y el MTTR (Tiempo Medio de Reparación), los cuales son utilizados para evaluar el desempeño de las unidades y la eficiencia de las intervenciones realizadas. Si la información presenta errores de registro, inconsistencias o datos incompletos, los resultados obtenidos no reflejarán la situación real de la operación, afectando el análisis y la correcta toma de decisiones.

Por ello, es importante disponer de información estructurada y confiable para mejorar el seguimiento de incidencias, optimizar la planificación de mantenimientos y facilitar la identificación de oportunidades de mejora dentro de la operación.

Figura 1
Procesos de apoyo – Área de Mantenimiento



Nota. Elaboración propia a partir de documentación interna de la empresa.

4.2. Descripción del proceso actual de gestión de órdenes de trabajo

La gestión de órdenes de trabajo dentro del área de mantenimiento permite llevar el control y registro de las intervenciones realizadas a las unidades vehiculares, tanto preventivas como correctivas, desde la detección de una falla hasta la finalización de la atención correspondiente. Dentro de este proceso se desarrollan actividades relacionadas con la generación, validación, seguimiento y almacenamiento de información operativa utilizada posteriormente para el control de mantenimientos y el análisis de indicadores.

Debido a la importancia de la información contenida en las órdenes de trabajo, resulta necesario describir el flujo actual del proceso y la manera en que se realiza el registro y gestión de los datos, permitiendo identificar posibles limitaciones relacionadas con brechas de información y su impacto en la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

4.2.1. Flujo de generación y gestión de información de mantenimiento

En ambos casos, tanto para el mantenimiento correctivo como preventivo, el flujo relacionado con el registro y cierre de órdenes de trabajo mantiene una estructura similar; sin embargo, en el mantenimiento preventivo las intervenciones se realizan de acuerdo con una programación establecida según planificación y kilometraje de las unidades vehiculares.

Respecto al mantenimiento correctivo, este inicia a partir del reporte de fallas realizado por el operador mediante los medios establecidos por la empresa. Posteriormente, el Supervisor de Mantenimiento evalúa la incidencia reportada y coordina la atención correspondiente con el

personal técnico o proveedor encargado, definiendo las actividades a ejecutar según la naturaleza de la falla identificada.

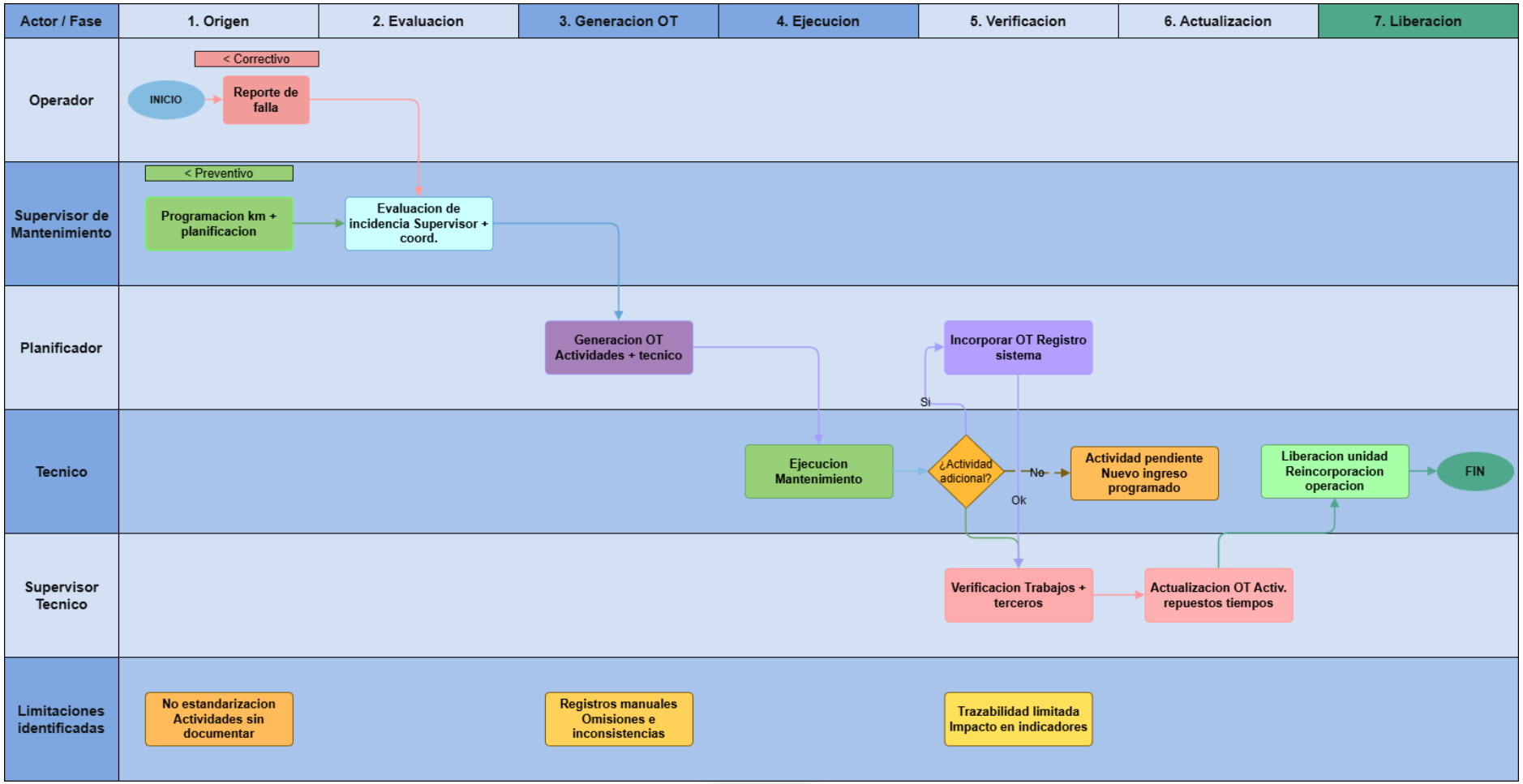
Luego de la evaluación técnica, el Planificador o Supervisor de Mantenimiento genera la orden de trabajo dentro del sistema, registrando las actividades a realizar y asignando al técnico responsable de la intervención. Durante la ejecución del mantenimiento, las actividades adicionales identificadas son incorporadas dentro de la orden de trabajo, mientras que aquellas pendientes quedan registradas para su posterior atención mediante nuevos ingresos programados de la unidad.

Una vez culminadas las reparaciones, el Supervisor Técnico de Mantenimiento verifica la correcta ejecución de los trabajos realizados, incluyendo las intervenciones efectuadas por terceros cuando corresponda. Finalizada la validación, se actualiza la información relacionada con actividades ejecutadas, repuestos utilizados y tiempos de atención dentro de la orden de trabajo, permitiendo posteriormente la liberación de la unidad para su reincorporación a la operación.

Asimismo, se identificó que el flujo actual presenta ciertas limitaciones relacionadas con actividades no estandarizadas, registros manuales y omisiones dentro del proceso documentado, lo cual puede generar inconsistencias en el registro y trazabilidad de la información utilizada para el control de mantenimiento y la generación de indicadores operativos.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso de atención de órdenes de trabajo



Nota. Elaboración propia a partir de documentación interna de la empresa.

4.2.2. Registro, validación y gestión de la información de las órdenes de trabajo

El registro de información de las órdenes de trabajo se realiza tanto para mantenimientos preventivos como correctivos. En el caso del mantenimiento preventivo, las intervenciones son programadas de acuerdo con la planificación y kilometraje de las unidades vehiculares; mientras que, en el mantenimiento correctivo, el proceso inicia a partir del reporte realizado por el operador mediante los medios establecidos por la empresa.

La información inicial relacionada con las fallas detectadas es revisada por el Supervisor de Mantenimiento, quien se encarga de validar la incidencia reportada y generar la orden de trabajo correspondiente dentro del sistema. Posteriormente, las actividades son asignadas al personal técnico encargado de ejecutar las intervenciones requeridas.

Durante la ejecución del mantenimiento, parte de la información operativa es registrada inicialmente de manera manual mediante apuntes físicos o archivos auxiliares utilizados para el control de actividades realizadas, tiempos de atención y repuestos empleados. Posteriormente, esta información vuelve a ser registrada dentro de la orden de trabajo correspondiente, generando procesos de doble digitación que incrementan la probabilidad de inconsistencias y errores en los datos almacenados.

Asimismo, se identificó que algunos registros no cuentan con criterios completamente estandarizados para el ingreso de información, especialmente en la descripción de actividades de mantenimiento y tipos de intervención realizados. Del mismo modo, determinados registros presentan información incompleta relacionada con la clasificación de unidades vehiculares o diferencias en los tiempos reales de atención debido a retrasos en el cierre administrativo de las órdenes de trabajo.

Adicionalmente, cuando intervienen proveedores externos de mantenimiento, la información debe ser registrada nuevamente dentro del sistema interno para mantener la trazabilidad de las actividades ejecutadas, incrementando la carga operativa asociada al registro de datos.

Estas limitaciones afectan directamente la confiabilidad de la información utilizada para el control de mantenimiento, generando inconsistencias, duplicidad de registros y variaciones en indicadores operativos como el MTBF y MTTR, dificultando posteriormente el análisis y la correcta toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

Figura 3

Ejemplo de registro de órdenes de trabajo del área de mantenimiento.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Placa	Orden	Fecha emision	Tipo mtto	Actividades	Orden esta	Vehi km pr	Vehi km re	Orden fini	Orden ffin	Taller	Proyecto
1254	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	INSPECCIONAR LOS FRENOS DE SERVICIO	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1255	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE, SOPORTES, TANQUES DE AIRE Y DRENARLOS	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1256	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE LOS DEFLECTORES LATERALES	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1257	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE LOS GUARDABARROS DELANTEROS Y POSTERIORES	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1258	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE LA QUINTA RUEDA - MONTAJE Y MORDAZA	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1259	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE EL NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1260	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	VERIFIQUE LA SUJECIÓN DEL SISTEMA DE POSTRATAMIENTO	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1261	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	INSPECCIONE EL FILTRO HVAC	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1262	AGPB-997	Q0000130	13-09-2022 17:19:35	Preventiva	CAMBIAR EL SEPARADOR DE AGUA DEL COMBUSTIBLE	Atendida	18873	18873	14-09-2022 13:04:29	14-09-2022 19:33:32	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1263	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	LIMPIEZA DE CONECTORES HEPTAFASICOS (INCLUYE CONECTORES PARA ENERGIZAR GPS DE TOLVA)	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1264	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE VIBRADORES	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1265	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR HERMETICIDAD DEL SISTEMA DE AIRE DE LA SUSPENSION, ELIMINAR FUGAS DE AIRE EN CASO	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1266	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR Y ENGRASAR TODOS LOS PINES Y BUJES DE PIVOTEO DE LA TOLVA (INCLUYE COBERTOR)	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1267	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR VÁLVULA RELÉ.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1268	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR VÁLVULAS DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1269	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR FUGAS DE ACEITE EN CILINDROS HIDRÁULICOS	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1270	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR VÁLVULAS DE PISTONES DE APERTURA DE TAPA	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1271	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR ESTADO DE LAS BOLSAS DE SUSPENSIÓN.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1272	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE SENSORES DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS (INCLUYE SMARTB	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1273	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR UNIONES SOLDADAS DE LAS VIGAS PRINCIPALES DEL CHASIS, DURMIENTES, PUENTES, CARTABC	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1274	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR ALINEAMIENTO ENTRE EJES	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1275	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR ESTADO DE FAJAS DE FRENOS Y MEDIR ESPESOR	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1276	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR MANITOS DE LINEA PRINCIPAL DE AIRE.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1277	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR NIVEL DE ACEITE DE PUNTAS DE EJES Y ADICIONAR SI ES NECESARIO	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1278	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR HERMETICIADAD DEL SISTEMA DE AIRE DE FRENOS, ELIMINAR FUGAS DE AIRE EN CASO SEA NI	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1279	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LUCES DE RUTA Y PLACA.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1280	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	PURGAR TANQUES DE AIRE DEL SISTEMA DE FRENOS.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1281	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR ESTADO DE BUJES Y LINNER DE SUSPENSIÓN.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1282	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULA PRINCIPAL DE DISTRIBUIDORA DE AIRE PARA FRE	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1283	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR ESTADO DE KING PIN Y COMPROBAR TORQUE DE PERNOS DE SUJECIÓN	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1284	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	VERIFICAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LUCES DE RETROCESO.	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1285	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR ESTADO DE MANGUERAS Y CONEXIONES DEL SISTEMA HIDRÁULICO	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon
1286	AGPB-149	Q0000134	13-09-2022 20:56:04	Preventiva	REVISAR FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS VÁLVULAS INSTALADAS EN EL SISTEMA DE AIRE DE LA SUSPEI	Atendida	18873	1	14-09-2022 20:57:35	15-09-2022 12:09:34	Taller Premier	0000XX-Epsilon

Nota. Elaboración propia a partir de información interna anonimizada de la empresa.

Figura 4

Ejemplo de registro manual utilizado durante la ejecución de actividades de mantenimiento.

Placa	Mantenimiento	Actividad	Hora
AGPB-149	Correctivo	Revisión de frenos	13:51
AGPB-214	Correctivo	Cambio de abrazaderas	09:10
AGPB-175	Correctivo	Cambio de ventana	18:34
AGTB-515	Correctivo	Arreglo de plumillas	10:28
AGTB-476	Preventivo	Verificación de Estado del Motor	15:27
AGRB-701	Preventivo	Cambio de aceite	10:15
AGRB-714	Preventivo	Verificación del radiador	08:43
AGSB-727	Preventivo	Regular frenos	07:26
AGSB-740	Correctivo	Cambio de radiador	13:16
AGSB-753	Correctivo	Cambio de valvulas	16:09
AGSB-766	Correctivo	Cambio de bomba hidraulica	10:47
AGSB-779	Preventivo	Engrase general	10:04
AGSB-792	Preventivo	Inspecciones de filtros	16:33
AGSB-805	Correctivo	Regulación de embrague	11:04
AGSB-818	Correctivo	corrección de fuga de aceite	09:06
AGSB-831	Preventivo	inspección de bolsas de aire	11:57
AGSB-844	Correctivo	cambio de turbo compresor	08:47
AGTB-857	Correctivo	reemplazo de barra de torsión	07:06

Nota. La información presentada fue recreada y anonimizada con fines académicos para preservar la confidencialidad de la empresa.

Figura 5

Variabilidad en el registro de actividades de mantenimiento.

Tipo mtto	Actividades
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AUMENTAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AGREGAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AGREGAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AGREGAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AGREGAR
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIO
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AUMENTAR
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIAR
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIO
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIAR
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIO
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIAR
Preventiva	ACEITE DE MOTOR, CAMBIAR
Correctiva	ACEITE DE MOTOR, AUMENTAR
Correctiva	ABRAZADERA DE TANQUE DE AIRE, AJUSTAR
Preventiva	ABRAZADERA DE TANQUE DE AIRE - AJUSTAR
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE
Preventiva	DESMONTAR Y PROBAR VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE ACEITE

Nota. Se anonimizaron datos sensibles para preservar la confidencialidad de la empresa.

4.3. Caracterización de la información analizada

Para el desarrollo del diagnóstico se utilizó la base histórica de órdenes de trabajo del área de mantenimiento correspondiente al proyecto analizado, considerando el periodo comprendido entre el año 2022 y el primer trimestre del año 2026. La información recopilada contiene registros relacionados con las unidades vehiculares intervenidas, número de orden de trabajo, fechas de emisión, tipo de mantenimiento realizado, actividades ejecutadas, estado de la orden de trabajo, kilometraje programado y real de las unidades, tiempos de inicio y finalización de atención, taller de intervención y proyecto asociado.

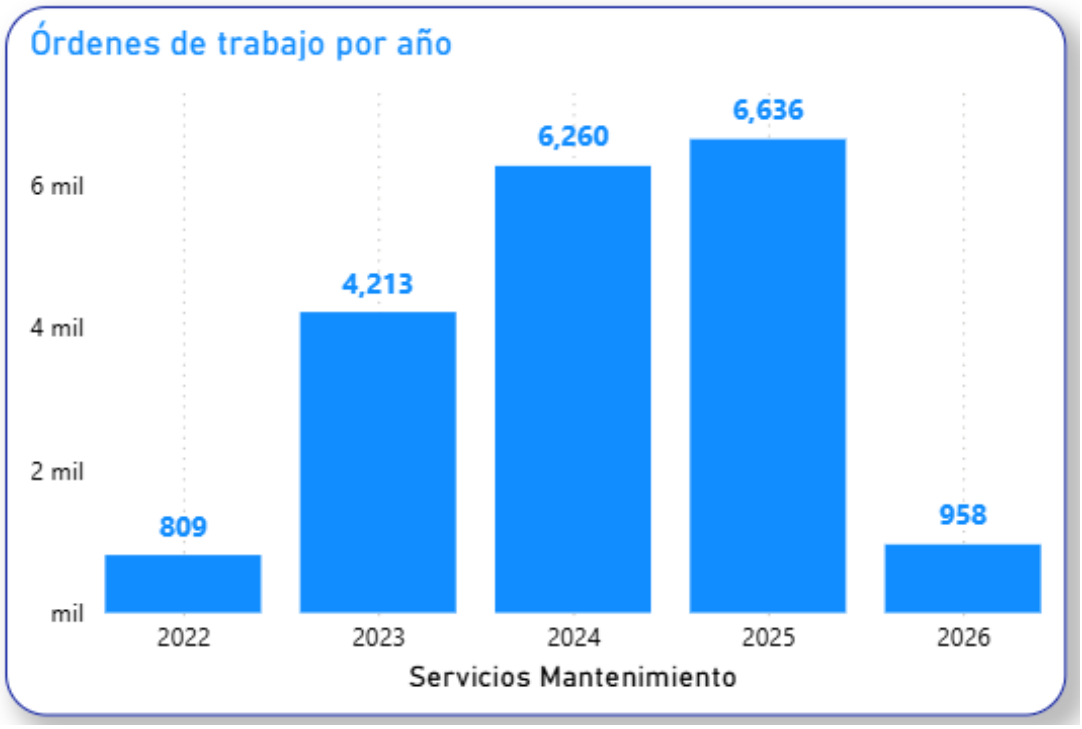
El análisis de esta base de datos permitió evaluar la calidad, consistencia y confiabilidad de la información utilizada para el seguimiento de indicadores y la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

Tabla 3
Caracterización de la información analizada para el diagnóstico del área de mantenimiento.

Elemento	Descripción
Fuente de información	Reporte de órdenes de trabajo del áea de mantenimiento
Periodo analizado	2022 – Prime trimestre 2026
Total de registros	27,875 órdenes
Registos analizados	18,124 órdenes atendidas
Categorías analizadas	Correctivo, Preventivo y Auxilio Mecánico
Área responsable	Área de Mantenimiento
Infomación evaluada	Tiempos de atención, acttividades kilometraje y estados
Indicadores evaluados	MTBF, MTTR y tiempos de intervención

Nota. Información elaborada a partir de la base histórica de órdenes de trabajo correspondiente al periodo 2022 – primer trimestre de 2026. Se consideraron registros asociados al proyecto analizado preservando la confidencialidad de la empresa.

Figura 6
Distribución de órdenes de trabajo por año del periodo 2022 – primer trimestre 2026



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Se observa que durante el año 2022 se registró una menor cantidad de órdenes de trabajo debido al inicio de operaciones del proyecto analizado. Posteriormente, entre los años 2023 y 2025, la cantidad de registros incrementó progresivamente hasta alcanzar 6,636 órdenes de trabajo en el año 2025, evidenciando un mayor nivel operativo y de requerimiento de atención de las unidades vehiculares. Cabe señalar que únicamente se consideraron órdenes correspondientes a mantenimientos correctivos, preventivos y auxilios mecánicos.

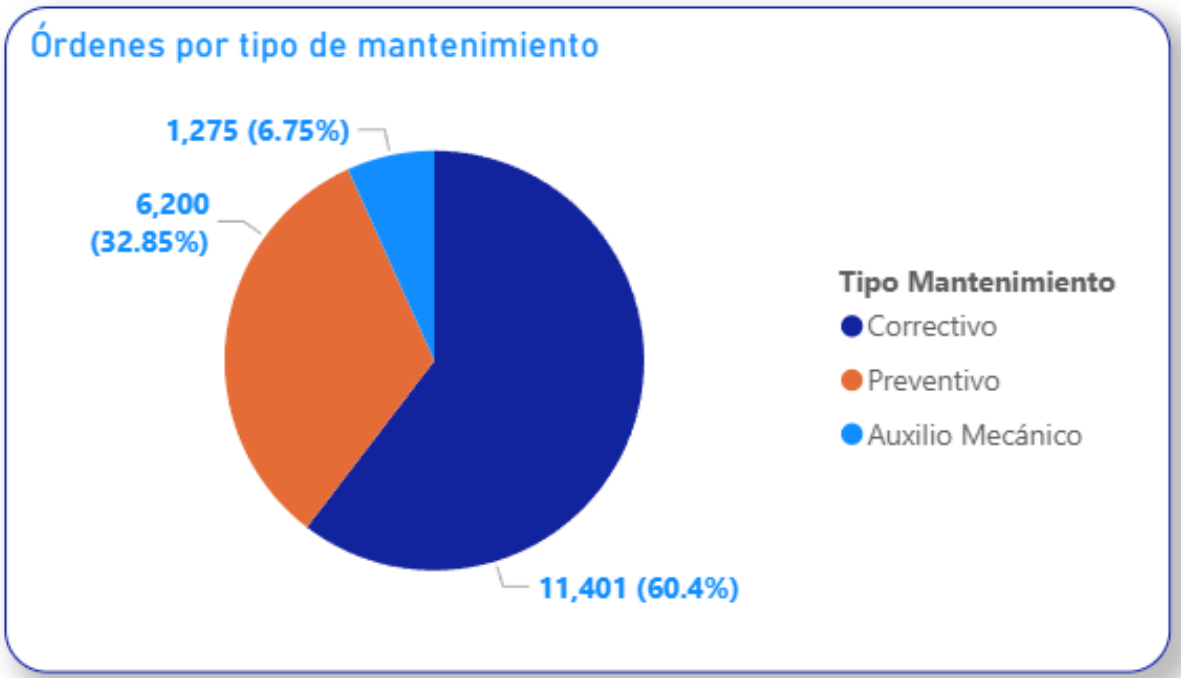
Figura 7
Distribución de órdenes de trabajo atendidas y no atendidas.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Del total de registros analizados, 18,124 órdenes de trabajo corresponden a estados “Atendida”, representando el 96.02% del total registrado durante el periodo evaluado.

Figura 8

Distribución de órdenes de trabajo según tipo de mantenimiento.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Se observa un predominio de órdenes de trabajo correspondientes al

mantenimiento correctivo respecto a los mantenimientos preventivos y auxilios mecánicos, evidenciando una mayor concentración de intervenciones orientadas a la corrección de fallas en las unidades vehiculares.

4.4. Análisis de los datos

En esta sección se analiza el comportamiento de la información registrada en las órdenes de trabajo antes del proceso de depuración y estandarización de datos. El análisis permite identificar tendencias operativas, distribución de mantenimientos y posibles inconsistencias presentes en los registros utilizados para el control y toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

4.4.1. Distribución de órdenes de trabajo

Tabla 4
Distribución anual de órdenes de trabajo según tipo de unidad y estado de atención.

Año	Total OT	OT por Unidad	% OT Atendidas	% OT No atendidas
2022	809	419 Tractos / 390 Semirremolques	4.01%	0.28%
2023	4,213	2,261 Tractos / 1,951 Semirremolques	21.54%	0.78%
2024	6,260	3,988 Tractos / 2,272 Semirremolques	31.87%	1.29%
2025	6,636	4,210 Tractos / 2,426 Semirremolques	33.93%	1.23%
2026	958	617 Tractos / 341 Semirremolques	4.68%	0.4%

Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Se evidencia que la mayor cantidad de órdenes de trabajo corresponde a unidades tipo tracto, lo cual indica que la mayor carga operativa y requerimiento de atención de mantenimiento se concentra principalmente en este tipo de unidad vehicular.

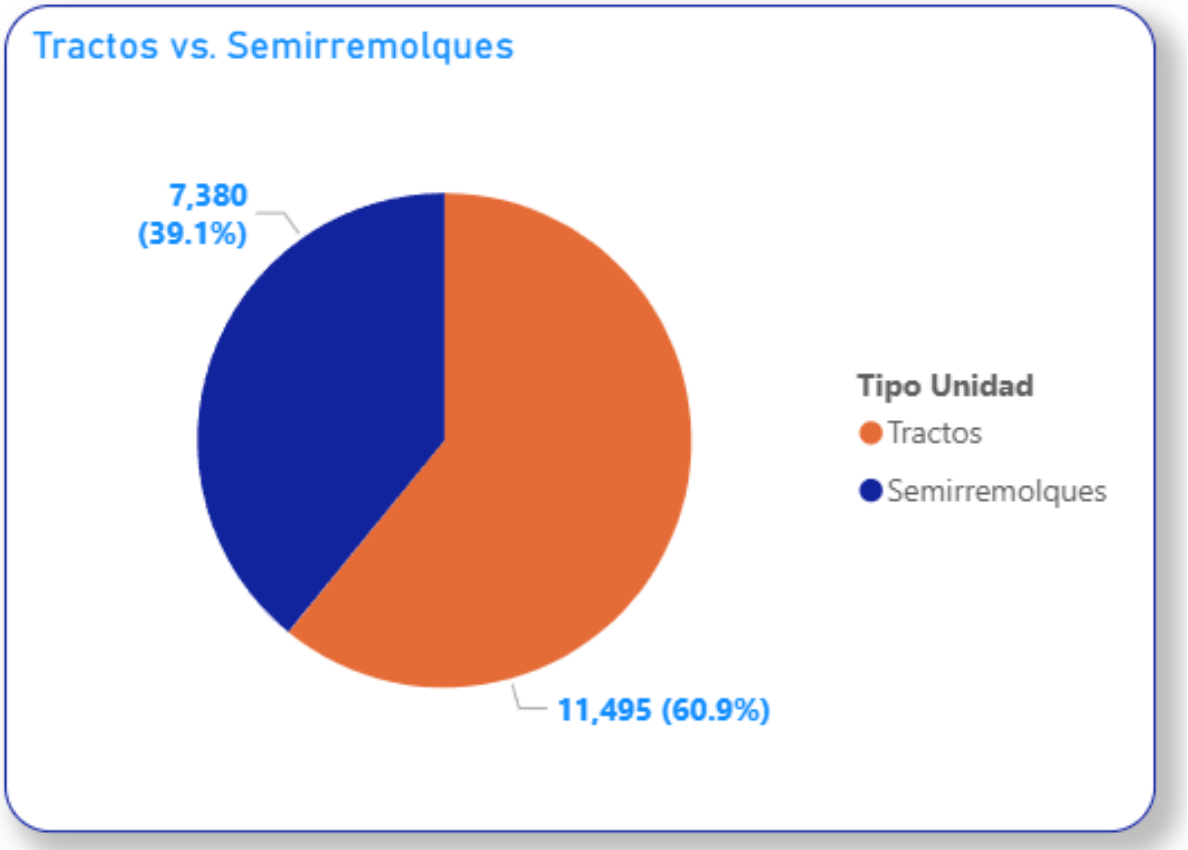
Figura 9
Evolución mensual de órdenes de trabajo del periodo analizado.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. El comportamiento mensual de las órdenes de trabajo muestra una mayor concentración de registros durante los primeros meses del año, principalmente entre febrero y abril. Posteriormente, se observa una disminución relativa durante algunos meses intermedios y un nuevo incremento hacia el cierre anual de operaciones.

Figura 10

Distribución de órdenes de trabajo según tipo de unidad vehicular.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Durante el periodo analizado, las unidades tipo tracto registraron un total de

11,495 órdenes de trabajo, representando el 60.90% del total de registros atendidos, evidenciando que este tipo de unidad concentra la mayor demanda de intervenciones de mantenimiento dentro de la operación.

4.4.2. Análisis de tiempos de intervención

En el presente apartado se analizan los tiempos registrados en las órdenes de trabajo del área de mantenimiento, con el propósito de evaluar el comportamiento operativo de las intervenciones realizadas y determinar la confiabilidad de la información utilizada para la generación de indicadores. Para ello, se aplicó un análisis descriptivo considerando medidas estadísticas y la identificación de registros atípicos o inconsistentes que pudieran afectar la interpretación de los resultados operativos del mantenimiento.

Tabla 5
Estadísticos descriptivos de los tiempos de intervención.

Elemento	Descripción
Tiempo mínimo registrado (Auxilio Mecanico)	-333 horas
Tiempo máximo registrado (Correctivo)	2,475 horas
Tiempo promedio Tracto/Semirrremolque	9.28 – 8.39 horas respectivamente
Tiempo promedio por OT	8.92 horas
Mediana	1.15 horas
Desviación Estándar	233.08 horas
Total de registros analizados	18,124 órdenes

Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Se observa una alta dispersión en los tiempos de intervención registrados, evidenciada principalmente por los valores obtenidos en la mediana y la desviación estándar. Esta variabilidad estaría asociada a registros incompletos, cierres tardíos de órdenes de trabajo y posibles errores de digitación dentro del proceso de registro de información.

Tabla 6
Clasificación de tiempos atípicos identificados.

Tipo de inconsistencia	Criterio identificado	Cantidad de registros	% sobre el total
Tiempos negativos	Menor a 0 horas	31	0.17%
Tiempos excesivos	Mayor a 120 horas	129	0.71%

Tiempos dentro del rango esperado	Entre 0 y 120 horas	17,963	99.12%

Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Para el análisis de los tiempos de intervención se consideró un rango menor o igual a 120 horas (5 días), debido a que representa valores más cercanos al comportamiento operativo esperado dentro de las actividades de mantenimiento. No obstante, la existencia de órdenes de trabajo con tiempos cercanos a dicho límite continúa evidenciando demoras importantes en el proceso de atención y cierre de las intervenciones.

Tabla 7
Distribución de tiempos por rango de horas.

Rango de tiempo	Cantidad de registros	Porcentaje (%)	Intepretación
De 0 a 10 horas	14,622	80.68%	Tiempo normal
De 10 a 24 horas	1,789	9.87%	Tiempo normal
De 24 a 72 horas	1,297	7.16%	Atención prolongada
De 72 a 120 horas	256	1.41%	Tiempo elevado
Más de 120 horas	129	0.71%	Posible inconsistencia

Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Dentro del análisis realizado, se prestó especial atención a los registros con tiempos superiores a 72 horas, debido a que representan valores elevados para los tipos de mantenimiento evaluados. Estos casos podrían estar relacionados con órdenes de trabajo no cerradas oportunamente, demoras en la disponibilidad de repuestos o situaciones operativas específicas que prolongaron el tiempo de intervención.

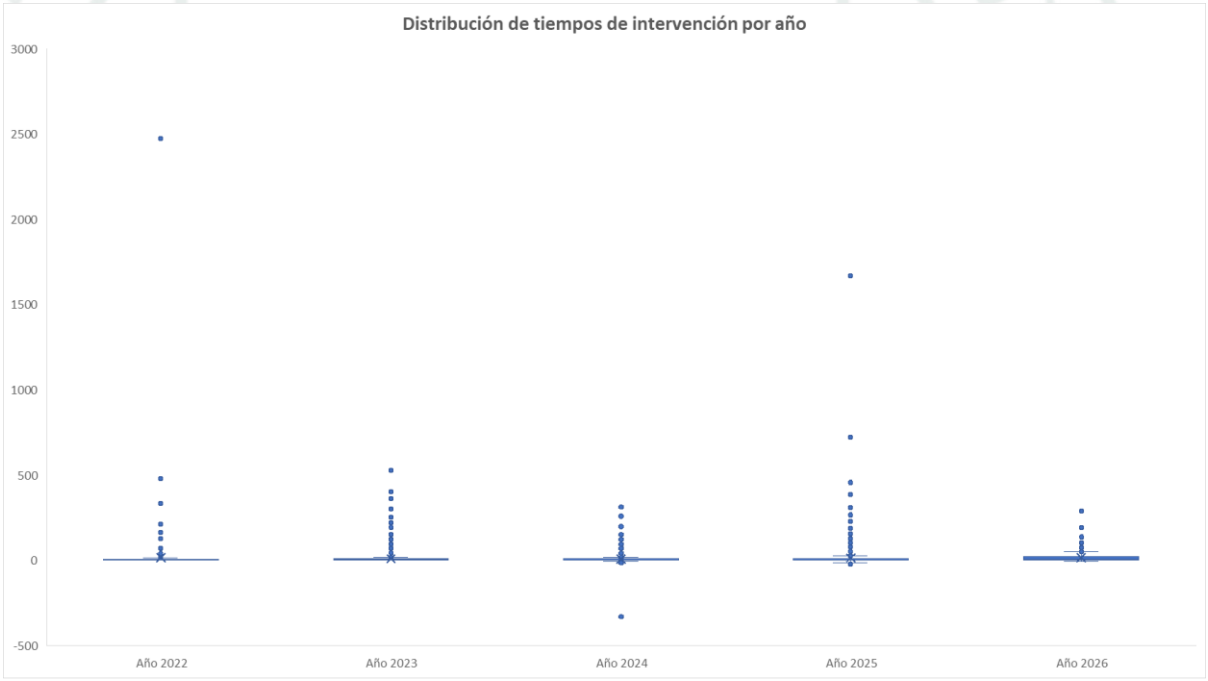
Tabla 8
Tiempo promedio de intervención según tipo de mantenimiento

Tipo de mantenimiento	Número de órdenes	Tiempo promedio (horas)	Observación
Preventivo	6,088	14.34	Mayor variabilidad
Correctivo	10,997	6.45	Comportamiento estable
Auxilio Mecánico	1,039	3.34	Menor frecuencia
Total	18,124	8.92	-

Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Al evaluar los tiempos de intervención por tipo de mantenimiento y por año, se observa que el mantenimiento preventivo presenta los mayores tiempos promedio de atención. Esto podría deberse al incremento de actividades requeridas en unidades con mayor tiempo de operación y kilometraje acumulado, considerando que la programación de los mantenimientos preventivos se realiza en función de dichos parámetros operativos. En el caso de los mantenimientos correctivos y auxilios mecánicos, los tiempos promedio registrados presentan un comportamiento más estable dentro del periodo analizado.

Figura 11

Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de intervención por año.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de órdenes de trabajo del área de mantenimiento. El diagrama de caja y bigotes permite visualizar la dispersión de los tiempos de intervención registrados durante el periodo analizado, evidenciando la presencia de valores atípicos y una alta variabilidad en los registros operativos. Asimismo, se observa una concentración importante de tiempos en rangos bajos y la existencia de registros extremos que afectan la distribución general de los datos.

Estas inconsistencias no solo afectan el control operativo de las intervenciones, sino también la confiabilidad de la información empleada para la generación de indicadores y el soporte a la toma de decisiones.

4.4.3. Evaluación de la calidad de los datos

Durante el análisis de calidad de la información se identificaron diversas inconsistencias en los registros históricos de órdenes de trabajo del área de mantenimiento. En primer lugar, se evidenció variabilidad en los subtipos de mantenimiento utilizados para clasificar actividades correctivas y auxilios mecánicos, encontrándose diferencias relacionadas con el uso de mayúsculas, tildes, espacios, caracteres adicionales y pequeñas variaciones en la escritura. Esta situación generaba duplicidad en los registros y una mayor dispersión de la información al momento de realizar el análisis de datos.

En el caso de los mantenimientos preventivos, por motivos de confidencialidad no se detallan las denominaciones específicas utilizadas; sin embargo, se identificó la ausencia de una codificación estandarizada para las actividades registradas, dificultando la agrupación y segmentación homogénea de la información. Asimismo, se detectaron registros con espacios innecesarios, caracteres genéricos y campos vacíos dentro de las descripciones de actividades, afectando la calidad y consistencia de la base de datos analizada.

Adicionalmente, la información original no permitía identificar directamente si una unidad correspondía a un tracto o semirremolque, siendo necesario realizar cruces adicionales de información para clasificar correctamente cada tipo de unidad dentro del análisis.

Respecto a los tiempos de intervención registrados en las órdenes de trabajo, se identificaron pocos valores negativos y tiempos excesivamente altos. Los registros negativos estarían asociados a inconsistencias entre las fechas y horas de inicio y cierre registradas en el sistema, mientras que los tiempos elevados podrían relacionarse con cierres tardíos de órdenes de trabajo o registros que no fueron actualizados oportunamente dentro del proceso operativo.

Estas situaciones afectan directamente la confiabilidad de indicadores de mantenimiento como el MTTR y el MTBF.

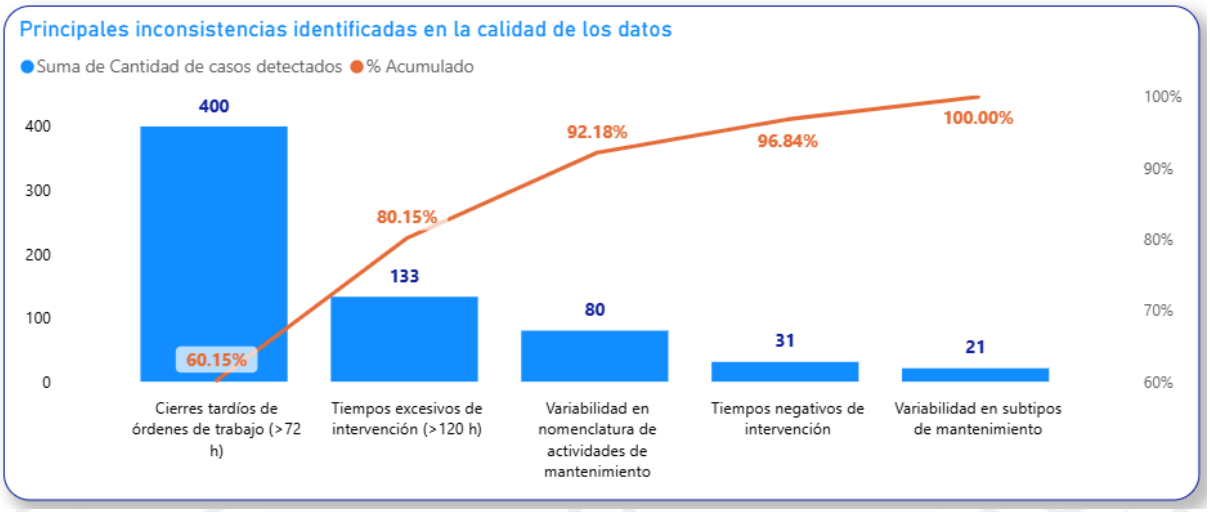
Por otro lado, durante el análisis de mantenimientos preventivos se realizó la validación del cumplimiento de intervenciones programadas según kilometraje operativo, identificándose casos de mantenimientos ejecutados antes y después del rango esperado. No obstante, se observó una mejora progresiva en el cumplimiento de la programación durante los últimos años analizados, principalmente en el año 2025. Asimismo, se identificó la existencia de márgenes de tolerancia operativa asociados a los distintos tipos de unidades y servicios realizados.

En relación con la disponibilidad operativa, pese a la presencia de mantenimientos correctivos y tiempos elevados en determinadas órdenes de trabajo, la operación mantuvo altos niveles de disponibilidad de unidades durante el periodo analizado, alcanzando aproximadamente un 95.90% de disponibilidad operacional.

Finalmente, el análisis realizado permitió recalcular indicadores de confiabilidad como el MTTR y el MTBF a partir de la validación de la información disponible. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias respecto a los valores generados inicialmente por el sistema operativo utilizado por la empresa, permitiendo obtener indicadores más cercanos al comportamiento real de la operación, aun considerando la existencia de tiempos excesivos y registros inconsistentes dentro de la base analizada. Esto refuerza la necesidad de implementar mecanismos de depuración, validación y estandarización de datos para mejorar la confiabilidad de la información utilizada en la toma de decisiones del área de mantenimiento.

Figura 12

Diagrama de Pareto de inconsistencias identificadas en la base histórica de órdenes de trabajo.



Nota. Elaboración propia a partir de la base histórica de órdenes de trabajo del área de mantenimiento. El diagrama de Pareto evidencia que la mayor concentración de inconsistencias identificadas corresponde principalmente a los cierres tardíos de órdenes de trabajo y a los tiempos excesivos de intervención, representando conjuntamente más del 80% de los casos detectados. Asimismo, se identificaron problemas relacionados con la variabilidad en la nomenclatura de actividades y subtipos de mantenimiento, así como registros con tiempos negativos de intervención. Estos resultados reflejan la existencia de limitaciones en la estandarización y control de la información operativa, afectando la confiabilidad de los datos utilizados para el análisis y la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

4.5. Identificación de la problemática actual

Este apartado tiene como finalidad consolidar los principales hallazgos obtenidos durante el diagnóstico realizado al proceso de gestión de órdenes de trabajo del área de mantenimiento. A partir del análisis de la información histórica, se identificaron diversas situaciones relacionadas con la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos registrados, las cuales impactan directamente en la generación de indicadores, el seguimiento operativo y

la toma de decisiones. La Tabla 9 resume los principales hallazgos identificados, la evidencia encontrada durante el análisis y el impacto generado dentro de la gestión de mantenimiento.

Tabla 9
Resumen de hallazgos identificados en el diagnóstico del área de mantenimiento.

Hallazgo identificado	Evidencia encontrada	Impacto generado
Variabilidad en la nomenclatura de actividades de mantenimiento	Se identificaron 80 registros de actividades con diferencias de escritura, uso de mayúsculas, espacios, caracteres adicionales o denominaciones distintas para una misma actividad.	Dificulta la clasificación, agrupación y análisis homogéneo de la información.
Variabilidad en los subtipos de mantenimiento	Se identificaron 51 subtipos registrados que, tras un proceso de normalización, correspondían realmente a 30 categorías distintas.	Genera dispersión de datos y afecta la consistencia de los reportes operativos.
Existencia de tiempos negativos de intervención	Se identificaron registros con tiempos de intervención de hasta -333 horas debido a inconsistencias entre fechas y horas registradas.	Distorsiona indicadores de mantenimiento como MTTR y análisis de tiempos de atención.
Existencia de tiempos excesivos de intervención	Se identificaron registros con tiempos de intervención de hasta 2475 horas.	Sobreestima los tiempos reales de atención y afecta la confiabilidad de los indicadores operativos.
Cierres tardíos de órdenes de trabajo	Se identificaron 400 órdenes de trabajo con tiempos superiores a 72 horas que no necesariamente reflejan el tiempo real de intervención.	Incrementa artificialmente la duración de los mantenimientos registrados.
Doble digitación de información	La información operativa era registrada inicialmente en formatos manuales o archivos auxiliares antes de ser ingresada al sistema.	Incrementa el riesgo de errores de transcripción y duplicidad de información.
Falta de estandarización en registros preventivos	Las actividades preventivas no presentaban una estructura homogénea de registro dentro de la base analizada.	Dificulta la segmentación y análisis detallado de las intervenciones preventivas.
Diferencias entre indicadores calculados y resultados operativos observados	Los valores obtenidos para MTTR y MTBF presentaban diferencias respecto a los generados por el sistema utilizado por la organización.	Reduce la confiabilidad de la información empleada para la toma de decisiones.

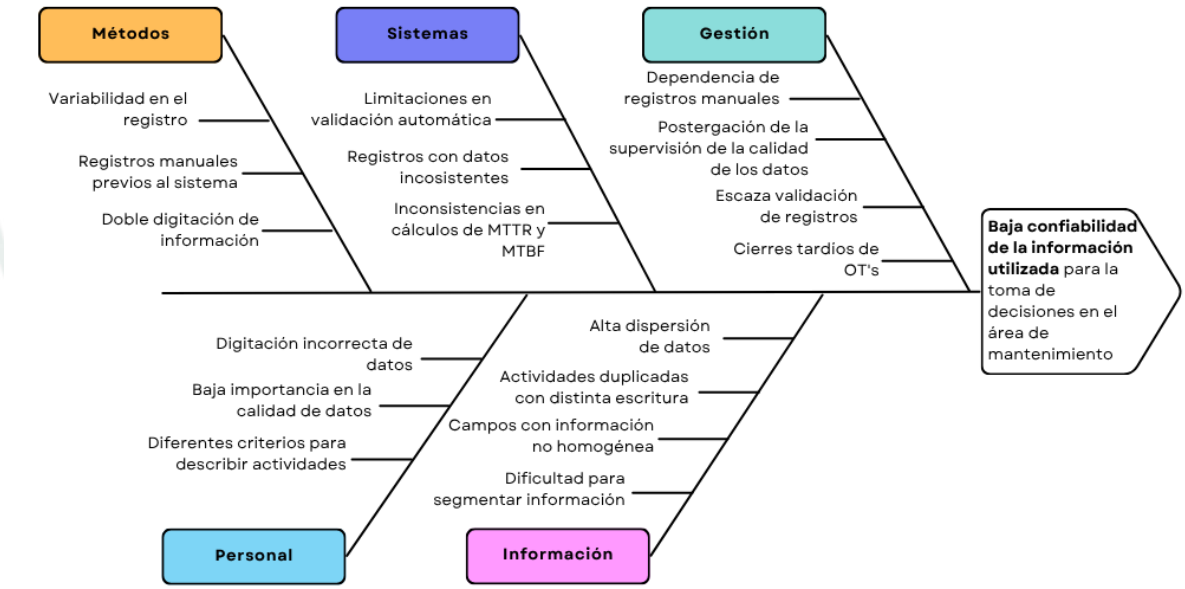
Nota. Elaboración propia a partir del análisis de la base histórica de órdenes de trabajo del área de mantenimiento correspondiente al periodo 2022 – primer trimestre de 2026.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las principales limitaciones identificadas en el área de mantenimiento se encuentran asociadas principalmente a la gestión

de la información generada durante la ejecución de las actividades de mantenimiento. Las inconsistencias detectadas en los registros, la variabilidad en las nomenclaturas utilizadas, la doble digitación de información, la presencia de tiempos atípicos y las diferencias observadas en indicadores de confiabilidad evidencian oportunidades de mejora relacionadas con el control y calidad de los datos. Estas situaciones afectan directamente la confiabilidad de la información utilizada para el seguimiento operativo, el análisis del desempeño del mantenimiento y la toma de decisiones. En consecuencia, se identifica la necesidad de implementar mecanismos que permitan estandarizar, validar, integrar y analizar la información de manera más eficiente, constituyendo una oportunidad para la aplicación de herramientas de Business Intelligence orientadas a fortalecer la gestión de información dentro del área de mantenimiento.

Figura 13

Diagrama de Ishikawa de la problemática identificada en la gestión de información del área de mantenimiento.



Nota. Elaboración propia con base en el diagnóstico realizado sobre la gestión de órdenes de trabajo y la calidad de los datos del área de mantenimiento. El diagrama representa las principales causas asociadas a la baja confiabilidad de la información utilizada para la toma de decisiones, agrupadas en factores relacionados con métodos, personal, sistemas, información y gestión operativa

Tabla 10

Relación entre causas identificadas, evidencias encontradas y oportunidades de mejora.

Causa identificada	Evidencia encontrada en el diagnóstico	Oportunidad de mejora
Variabilidad en el registro	Se identificaron diferencias en la nomenclatura de actividades y subtipos de mantenimiento, generando dispersión de información.	Estandarizar criterios de registro y clasificación de actividades.
Registros manuales previos al sistema	Parte de la información operativa era registrada inicialmente en formatos manuales antes de ser ingresada al sistema.	Digitalizar y centralizar el registro de información operativa.
Doble digitación de información	La información era transcrita en más de una etapa antes de su almacenamiento definitivo.	Reducir procesos manuales mediante integración de registros.
Limitaciones en validación automática	Se identificaron registros con errores que no fueron detectados automáticamente por el sistema.	Implementar reglas de validación y control de calidad de datos.
Registros con datos inconsistentes	Se detectaron tiempos negativos, tiempos excesivos y diferencias en criterios de registro.	Incorporar mecanismos automáticos de control y depuración de datos.
Inconsistencias en cálculos de MTTR y MTBF	Los resultados obtenidos difirieron de los indicadores generados por el sistema.	Mejorar la metodología de cálculo y monitoreo de indicadores.
Dependencia de registros manuales	El proceso depende parcialmente del ingreso manual de información.	Incrementar la automatización del flujo de información.
Postergación de la supervisión de calidad de datos	Las inconsistencias fueron detectadas durante el análisis y no durante el registro.	Establecer controles periódicos de revisión y validación.
Escasa validación de registros	Se encontraron actividades duplicadas y variaciones en los registros.	Definir procedimientos de revisión y aprobación de información.
Cierres tardíos de OT's	Se identificaron órdenes con tiempos superiores a los rangos operativos esperados.	Fortalecer el control y seguimiento del cierre oportuno de órdenes de trabajo.
Digitación incorrecta de datos	Se identificaron errores en fechas, horas y registros operativos.	Capacitar al personal y establecer validaciones automáticas.
Baja importancia en la calidad de datos	La existencia de inconsistencias evidencia limitada gestión de calidad de la información.	Promover una cultura orientada a la calidad y confiabilidad de los datos.
Diferentes criterios para describir actividades	Una misma actividad podía registrarse utilizando distintas denominaciones.	Definir catálogos y nomenclaturas estandarizadas.
Alta dispersión de datos	Se encontraron múltiples registros equivalentes agrupados bajo diferentes descripciones.	Estandarizar estructuras de registro y clasificación.
Actividades duplicadas con distinta escritura	Se identificaron actividades repetidas con variaciones de redacción.	Implementar catálogos únicos de actividades de mantenimiento.
Campos con información no homogénea	Los registros presentaban diferencias en formato y nivel de detalle.	Definir estándares de captura y estructura de datos.
Dificultad para segmentar información	Fue necesario realizar cruces adicionales y procesos de depuración para el análisis.	Diseñar estructuras de información que faciliten el análisis y la generación de reportes.

Nota. Elaboración propia con base en los resultados obtenidos durante el diagnóstico del proceso de gestión de órdenes de trabajo y la evaluación de la calidad de los datos del área de

mantenimiento. Las oportunidades de mejora identificadas constituyen elementos de referencia para el desarrollo de la propuesta planteada en los capítulos siguientes.

A partir del diagnóstico realizado, se identificó que las principales limitaciones del proceso actual se encuentran relacionadas con la calidad, consistencia y confiabilidad de la información registrada en las órdenes de trabajo del área de mantenimiento. Entre los aspectos más relevantes se evidenció una alta dependencia de registros manuales, una limitada validación de la información registrada y la presencia de datos atípicos e inconsistentes dentro de la base analizada. Estas situaciones afectan directamente el seguimiento operativo, el análisis de los indicadores de mantenimiento y la toma de decisiones dentro de la operación. Asimismo, se identificó la necesidad de contar con mecanismos que permitan centralizar, depurar, validar y visualizar la información de manera más estructurada y confiable. En ese contexto, la implementación de herramientas de Business Intelligence representa una alternativa orientada a fortalecer la gestión de la información, optimizar el análisis de datos y mejorar el proceso de toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Presentación de la propuesta

A partir de los hallazgos identificados durante el diagnóstico del área de mantenimiento, se propone la implementación de un sistema de gestión de información basado en Business Intelligence, orientado a mejorar la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos utilizados para el seguimiento operativo y la toma de decisiones.

La propuesta tiene como finalidad transformar la información generada en las órdenes de trabajo en información estructurada, integrada y confiable, permitiendo disponer de indicadores consistentes y herramientas de análisis que faciliten la gestión del mantenimiento. Para ello, no se limita únicamente al desarrollo de paneles de control o dashboards, sino que incorpora mecanismos de estandarización, validación, integración, procesamiento y visualización de datos que permitan reducir las inconsistencias identificadas durante el diagnóstico.

Durante la evaluación de la situación actual se evidenciaron problemas relacionados con la variabilidad en los registros de actividades, la existencia de tiempos atípicos de intervención, la doble digitación de información, la limitada validación de los datos registrados y diferencias en los resultados obtenidos mediante indicadores de mantenimiento. Estas situaciones afectan la confiabilidad de la información y dificultan la generación de análisis oportunos para la toma de decisiones.

En respuesta a estas limitaciones, la propuesta plantea la consolidación de la información proveniente de las órdenes de trabajo, la aplicación de procesos de depuración y estandarización de datos, la generación de indicadores de mantenimiento validados y la implementación de herramientas de visualización que permitan monitorear el comportamiento operativo del mantenimiento de manera dinámica e integrada.

De esta manera, se busca fortalecer la gestión de la información dentro del área de mantenimiento, proporcionando una base confiable para el análisis de datos y contribuyendo a una toma de decisiones más eficiente y sustentada en información objetiva.

5.2. Diseño de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora contempla dos componentes complementarios: la reorganización del proceso operativo de mantenimiento y la estructuración del flujo de información mediante herramientas de Business Intelligence. En la Figura 14 se presenta el flujograma del proceso propuesto para la gestión del mantenimiento de las unidades, desde la planificación y programación de las actividades hasta su ejecución, verificación y cierre. Este proceso considera la participación de los responsables involucrados, así como los puntos de control necesarios para mejorar el seguimiento de las intervenciones y el registro de las actividades realizadas.

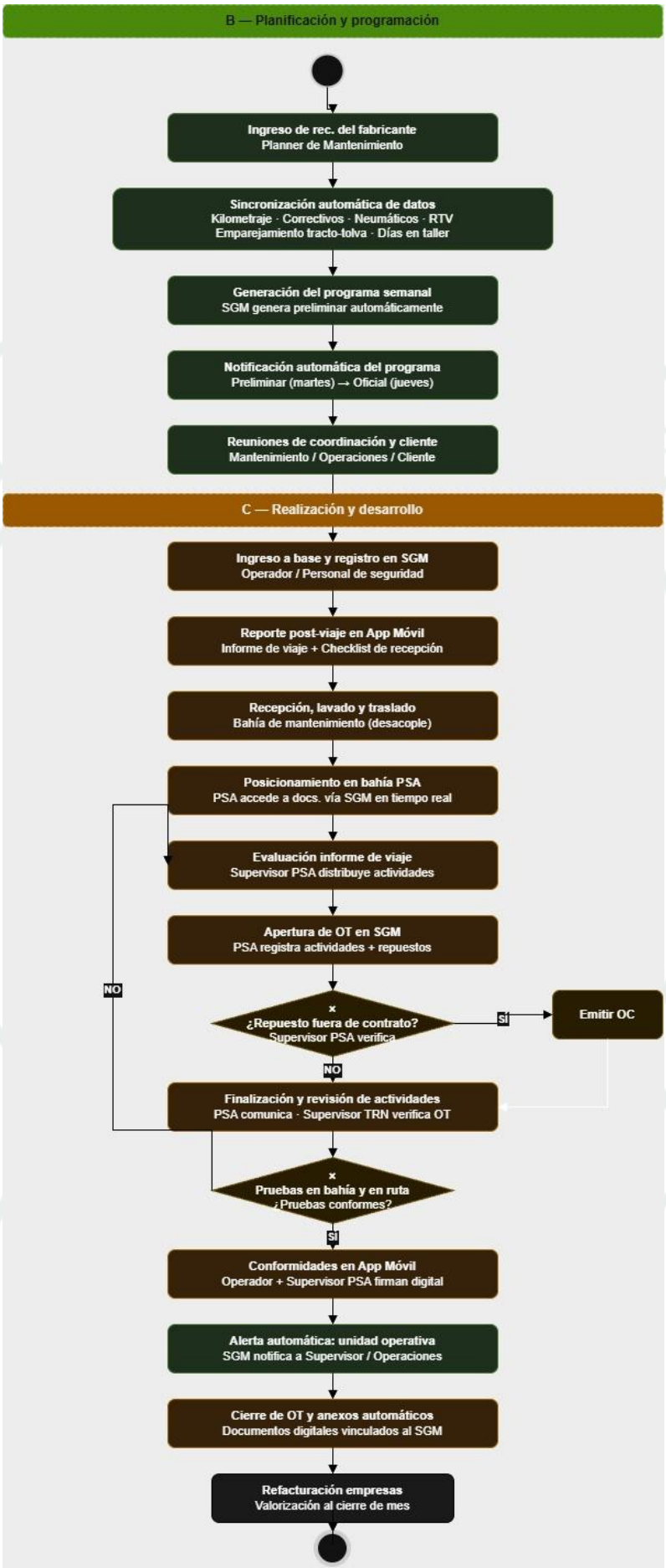
Por su parte, la **Figura 15** representa el flujo de información asociado a la propuesta de gestión basada en Business Intelligence. La información se origina a partir de distintas fuentes operativas, como los informes de viaje, los registros de kilometraje, las órdenes de trabajo y las actividades ejecutadas durante las intervenciones de mantenimiento. Estos datos pasan por una etapa de validación y consolidación, en la que se identifican posibles inconsistencias relacionadas con nomenclaturas, registros duplicados, tiempos atípicos y errores de digitación, con la finalidad de mejorar su integridad y confiabilidad.

Posteriormente, la información validada se organiza en una base histórica de mantenimiento y se procesa mediante un modelo analítico que permite estructurar los datos para su utilización en herramientas de Business Intelligence. A partir de este procesamiento, se generan indicadores relacionados con las órdenes de trabajo, los tiempos de intervención, la disponibilidad de las unidades y las métricas de mantenimiento, como el tiempo medio de reparación (MTTR) y el tiempo medio entre fallas (MTBF).

Finalmente, los resultados se presentan mediante paneles de control dinámicos que facilitan el seguimiento de los indicadores y proporcionan información relevante para el análisis del desempeño del área de mantenimiento. De esta manera, ambas figuras muestran cómo la mejora del proceso operativo se complementa con una gestión estructurada de la información, permitiendo transformar los registros de mantenimiento en información confiable y útil para apoyar la toma de decisiones.

Figura 14

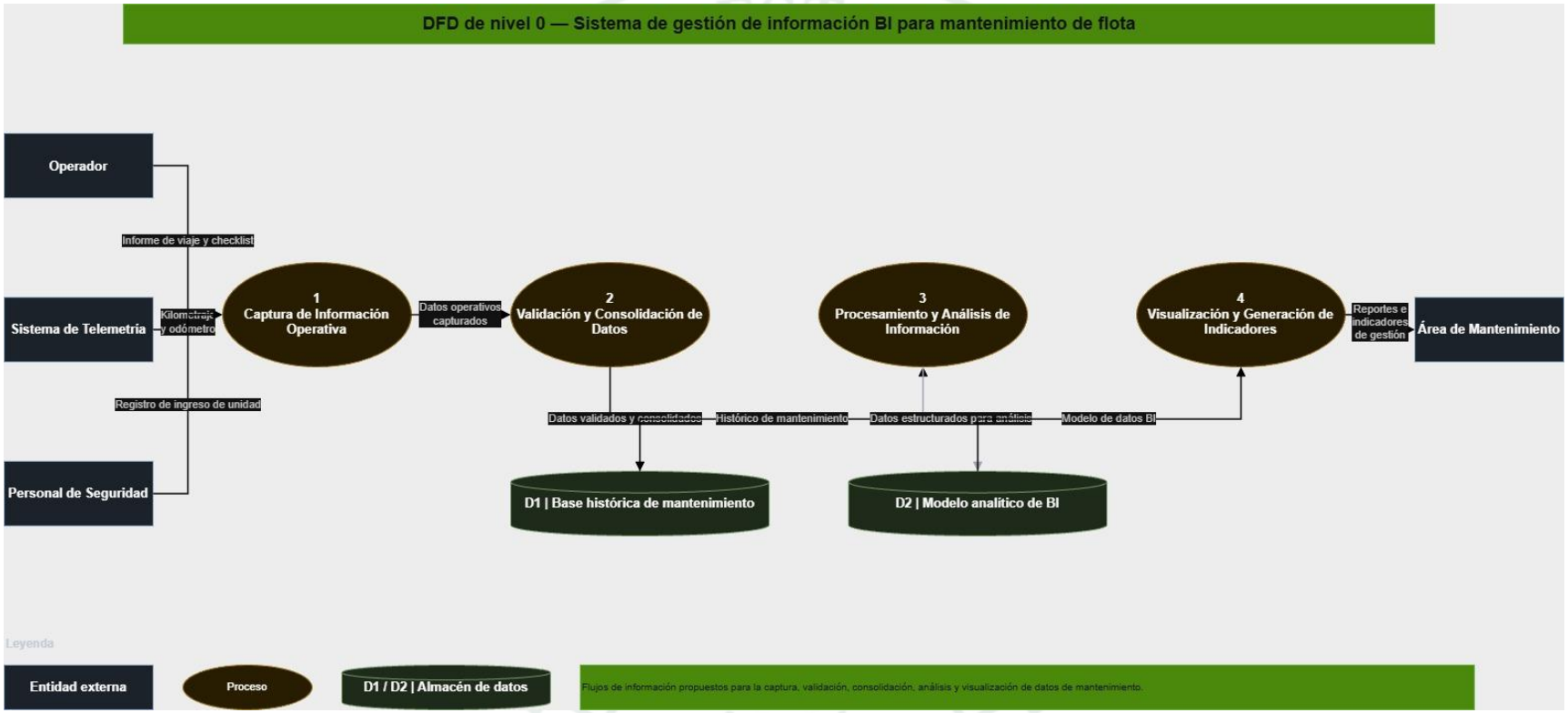
Flujograma del proceso propuesto para la gestión de información del área de mantenimiento.


B — Planificación y programación
Ingreso de rec. del fabricante
Planner de Mantenimiento
Sincronización automática de datos
Kilometraje · Correctivos · Neumáticos · RTV
Emparejamiento tracto-tolva · Días en taller
Generación del programa semanal
SGM genera preliminar automáticamente
Notificación automática del programa
Preliminar (martes) → Oficial (jueves)
Reuniones de coordinación y cliente
Mantenimiento / Operaciones / Cliente
C — Realización y desarrollo
Ingreso a base y registro en SGM
Operador / Personal de seguridad
Reporte post-viaje en App Móvil
Informe de viaje + Checklist de recepción
Recepción, lavado y traslado
Bahía de mantenimiento (desacople)
Posicionamiento en bahía PSA
PSA accede a docs. vía SGM en tiempo real
Evaluación informe de viaje
Supervisor PSA distribuye actividades
Apertura de OT en SGM
PSA registra actividades + repuestos
¿Repuesto fuera de contrato?
Supervisor PSA verifica
SI
Emitir OC
NO
NO
Finalización y revisión de actividades
PSA comunica · Supervisor TRN verifica OT
Pruebas en bahía y en ruta
¿Pruebas conformes?
SI
Conformidades en App Móvil
Operador + Supervisor PSA firman digital
Alerta automática: unidad operativa
SGM notifica a Supervisor / Operaciones
Cierre de OT y anexos automáticos
Documentos digitales vinculados al SGM
Refacturación empresas
Valorización al cierre de mes

Nota. Elaboración propia. El flujograma representa el proceso propuesto para la gestión de la información del área de mantenimiento, desde la captura de datos operativos hasta la generación de información para el seguimiento de las actividades y la toma de decisiones.

Figura 15

Diagrama de flujo de datos de la propuesta de gestión de información basada en Business Intelligence.



Nota. Elaboración propia. El diagrama muestra el flujo de la información desde las fuentes de origen hasta su procesamiento, análisis y visualización mediante herramientas de Business Intelligence, permitiendo la generación de indicadores para la toma de decisiones en el área de mantenimiento.

5.3. Estandarización de la información

La propuesta de estandarización de la información se enfoca en establecer criterios uniformes para el registro de los datos contenidos en las órdenes de trabajo, con la finalidad de reducir la dispersión de información identificada durante el diagnóstico y mejorar la calidad de los análisis posteriores.

En primer lugar, se propone incorporar dentro del registro de órdenes de trabajo la clasificación del tipo de unidad intervenida, diferenciando entre tractos y semirremolques. Durante el diagnóstico se evidenció que esta información no se encontraba disponible dentro del reporte principal de órdenes de trabajo, por lo que fue necesario realizar cruces con otras fuentes de información para identificar cada tipo de unidad. Su incorporación permitirá realizar segmentaciones y análisis de manera directa.

Respecto a las actividades de mantenimiento, se propone la adopción de criterios únicos de registro que eviten diferencias ocasionadas por el uso de mayúsculas, minúsculas, espacios adicionales, signos de puntuación o variaciones en la descripción de actividades equivalentes. Asimismo, se plantea la consolidación de actividades similares bajo una única nomenclatura estandarizada, permitiendo una clasificación homogénea de la información.

En relación con los subtipos de mantenimiento, se propone la utilización de categorías únicas y códigos estandarizados. Para los mantenimientos correctivos y auxilios mecánicos se recomienda mantener una clasificación uniforme que evite registros equivalentes bajo diferentes denominaciones. Por su parte, los mantenimientos preventivos deberán asociarse a códigos específicos de servicio que permitan identificar cada intervención mediante una nomenclatura estructurada y fácilmente analizable.

Los estados de las órdenes de trabajo se mantendrán bajo una clasificación única, diferenciando únicamente registros atendidos y anulados. Asimismo, se propone fortalecer el

registro de los responsables de ejecución con la finalidad de disponer de información que permita realizar análisis de productividad y seguimiento de actividades.

Por último, respecto a los registros de fechas y horas, se propone establecer controles de validación que permitan identificar órdenes de trabajo abiertas por periodos superiores a los tiempos operativos esperados, reduciendo la generación de tiempos atípicos asociados a cierres tardíos o registros incompletos. Estas medidas contribuirán a mejorar la consistencia de la información y la confiabilidad de los indicadores generados a partir de la base de datos de mantenimiento.

Tabla 11

Criterios de estandarización de la información propuestos para la gestión de mantenimiento.

Elemento de información	Situación identificada	Criterio de estandarización propuesto	Beneficio esperado
Tipo de unidad	No se encontraba disponible en el reporte principal de órdenes de trabajo.	Incorporar un campo único de clasificación de unidad (Tracto / Semirremolque).	Facilita la segmentación y análisis por tipo de unidad.
Actividades de mantenimiento	Existían diferencias de escritura y descripciones equivalentes.	Utilizar nomenclaturas únicas y normalizadas para cada actividad.	Reduce la dispersión y mejora la agrupación de información.
Subtipo de mantenimiento	Se identificaron registros duplicados o equivalentes.	Estandarizar subtipos mediante códigos y descripciones únicas.	Facilita la clasificación y trazabilidad de los mantenimientos.
Estado de OT	Riesgo de registrar estados adicionales sin control.	Mantener únicamente los estados Atendida y Anulada.	Garantiza uniformidad en el seguimiento de órdenes.
Responsable de ejecución	Información con diferentes formatos de registro.	Utilizar identificación estandarizada del responsable.	Permite análisis de productividad y trazabilidad.
Fechas y horas	Presencia de tiempos negativos y excesivos.	Aplicar reglas de validación para fechas y horas de cierre.	Mejora la confiabilidad de los indicadores de tiempo.

Elemento de información	Situación identificada	Criterio de estandarización propuesto	Beneficio esperado
Taller ejecutor	Posibles diferencias en la nomenclatura utilizada.	Mantener catálogo único de talleres autorizados.	Evita duplicidades y errores de clasificación.

Nota. Elaboración propia. Los criterios de estandarización propuestos buscan reducir la dispersión de datos identificada durante el diagnóstico, permitiendo mejorar la consistencia, trazabilidad y confiabilidad de la información utilizada para la gestión del mantenimiento.

Tabla 12

Estandarización propuesta para los subtipos de mantenimiento.

Tipo de mantenimiento	Registros identificados durante el diagnóstico	Subtipo estandarizado
Correctivo	CORRECTIVA, CORRECTIVO, INSPECCIÓN PREVENTIVA, NO PROGRAMADO, POR EVENTO, PROGRAMADO	CORRECTIVO
Auxilio Mecánico	AUXILIO MECÁNICO, AUXILIO MECANICO, FALLA MECÁNICA, FALLA MECANICA, NO PROGRAMADO, 0, registros vacíos	AUXILIO MECÁNICO
Preventivo	Servicio Preventivo Tipo 1	SP1
Preventivo	Servicio Preventivo Tipo 2	SP2
Preventivo	Servicio Preventivo Tipo 3	SP3
Preventivo	Servicio Preventivo Tipo 4	SP4
Preventivo	Servicio Preventivo Tipo 5	SP5

Nota. Elaboración propia. La propuesta de estandarización busca reducir la dispersión de información identificada durante el diagnóstico mediante la utilización de nomenclaturas únicas para los subtipos de mantenimiento. En el caso de los mantenimientos preventivos, los códigos y denominaciones presentados han sido adaptados con fines académicos para preservar la confidencialidad de la información de la empresa analizada.

Tabla 13

Estructura propuesta de información para la gestión, análisis y generación de indicadores de mantenimiento.

Tipo de campo	Campo	Descripción	Finalidad
Base	Orden ID	Identificador único de la orden de trabajo.	Garantizar la trazabilidad de cada intervención.
Base	Fecha de emisión	Fecha de creación de la orden de trabajo.	Realizar análisis temporales.
Base	Tipo de unidad	Clasificación de la unidad (Tracto o Semirremolque).	Permitir segmentaciones operativas.
Base	Placa de unidad	Identificación de la unidad intervenida.	Seguimiento histórico por unidad.
Base	Tipo de mantenimiento	Clasificación general de la intervención.	Análisis por Correctivo, Preventivo y Auxilio Mecánico.
Base	Subtipo estandarizado	Clasificación normalizada de la actividad realizada.	Reducir dispersión y facilitar agrupaciones.
Base	Sistema	Sistema o componente intervenido.	Identificar áreas con mayor incidencia de mantenimiento.
Base	Kilometraje programado	Kilometraje objetivo para la intervención.	Seguimiento de mantenimiento preventivo.
Base	Kilometraje real	Kilometraje registrado al momento de la intervención.	Comparación contra la programación establecida.
Base	Fecha y hora de inicio	Momento de inicio de la intervención.	Cálculo de tiempos de intervención.
Base	Fecha y hora de fin	Momento de cierre de la intervención.	Cálculo de tiempos de intervención.
Base	Estado OT	Estado final de la orden de trabajo.	Seguimiento y control de atención.
Base	Responsable de ejecución	Técnico o responsable asignado.	Trazabilidad y análisis de desempeño.
Base	Taller ejecutor	Lugar donde se realizó la intervención.	Análisis operativo por ubicación.
Calculado	Tiempo de intervención (h)	Diferencia entre fecha/hora de inicio y fin.	Análisis de tiempos y cálculo de MTTR.
Calculado	Cumplimiento preventivo	Comparación entre kilometraje programado y real.	Control del cumplimiento del mantenimiento preventivo.
Calculado	Disponibilidad	Indicador calculado a partir de los tiempos operativos.	Seguimiento de disponibilidad de unidades.

Tipo de campo	Campo	Descripción	Finalidad
Calculado	MTTR	Tiempo medio de reparación.	Evaluar eficiencia de mantenimiento.
Calculado	MTBF	Tiempo medio entre fallas.	Evaluar confiabilidad operativa.

Nota. Elaboración propia. La estructura propuesta integra los campos base registrados durante la ejecución del mantenimiento y los campos calculados requeridos para la generación de indicadores de gestión. Su implementación permitirá mejorar la consistencia, trazabilidad y disponibilidad de la información utilizada en los procesos de análisis y toma de decisiones mediante herramientas de Business Intelligence.

5.4. Proceso de validación y control de calidad de datos

Con el fin de garantizar la calidad y confiabilidad de la información utilizada para la debida generación de los indicadores de mantenimiento, se propone la implementación de reglas de validación orientadas a detectar y corregir inconsistencias antes de que sean incorporados al modelo analítico. Estas mismas validaciones permitiran reducir errores de *digitación, registros incompletos, valores atípicos y diferencias de nomenclatura identificadas durante el diagnóstico.*

Tabla 14
Reglas de validación y control de calidad de datos propuestas.

Campo	Regla de validación propuesta	Acción propuesta
Placa de unidad	Debe existir dentro del padrón de unidades registradas.	Validar contra catálogo maestro de unidades.
Tipo de unidad	Debe corresponder a la clasificación definida para la placa registrada.	Validación automática mediante catálogo.
Tipo de mantenimiento	Debe coincidir con las categorías establecidas.	Selección mediante lista estandarizada.
Subtipo de mantenimiento	Debe pertenecer al catálogo definido.	Validación mediante nomenclaturas estandarizadas.
Sistema	Debe corresponder a un sistema previamente definido.	Selección mediante catálogo maestro.

Campo	Regla de validación propuesta	Acción propuesta
Actividad realizada	No debe contener registros vacíos, símbolos o textos genéricos.	Validación de campos obligatorios.
Fecha de inicio	No puede ser posterior a la fecha de fin.	Generar alerta de inconsistencia.
Fecha de fin	Debe ser igual o posterior a la fecha de inicio.	Validación automática.
Tiempo de intervención	Debe encontrarse dentro de rangos operativos establecidos.	Generar alerta para revisión.
Estado OT	Solo se permiten estados válidos.	Selección mediante catálogo.
Responsable de ejecución	Debe existir dentro del personal autorizado.	Validación contra listado de personal.
Taller ejecutor	Debe corresponder a una ubicación previamente registrada.	Validación mediante catálogo maestro.

Nota. Elaboración propia. Las reglas de validación propuestas buscan prevenir errores de registro, inconsistencias operativas y variaciones en la captura de información, contribuyendo a mejorar la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para la gestión del mantenimiento.

Tabla 15

Rangos de control para tiempos de intervención.

Condición	Clasificación	Acción
Menor a 0 horas	Registro inconsistente	Revisar fechas y horas registradas.
0 a 10 horas	Rango operativo esperado	Registro aceptado.
10 a 24 horas	Tiempo elevado	Seguimiento y monitoreo.
24 a 72 horas	Tiempo atípico moderado	Validación por supervisor.
72 a 120 horas	Tiempo atípico alto	Justificación obligatoria.
Mayor a 120 horas	Registro crítico	Revisión obligatoria antes del análisis.

Nota. Elaboración propia. Los rangos de control fueron definidos considerando los tiempos de intervención identificados durante el diagnóstico, permitiendo detectar registros atípicos, inconsistencias en el cierre de órdenes de trabajo y posibles desviaciones operativas que requieran revisión.

Tabla 16

Controles de estandarización de texto.

Situación detectada	Regla propuesta
Diferencias entre mayúsculas y minúsculas	Conversión automática a formato estándar.
Espacios adicionales	Eliminación automática de espacios innecesarios.
Variaciones ortográficas equivalentes	Homologación mediante catálogo maestro.
Registros vacíos	Bloqueo de grabación.
Símbolos o caracteres no válidos	Validación automática.
Actividades equivalentes con distintas descripciones	Asociación a nomenclaturas estandarizadas.

Nota. Elaboración propia. Los controles de estandarización propuestos tienen como finalidad reducir la dispersión de información ocasionada por diferencias en nomenclaturas, formatos de escritura y registros incompletos, favoreciendo la consistencia de los análisis y la generación de indicadores.

La implementación de las reglas de validación y los controles de calidad propuestos permitirá reducir significativamente las inconsistencias identificadas durante el diagnóstico, fortaleciendo la confiabilidad de la información registrada en las órdenes de trabajo. Asimismo, estos mecanismos contribuirán a disponer de una base de datos más consistente y estandarizada para la generación de indicadores y reportes mediante herramientas de Business Intelligence, mejorando el soporte para la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

5.5. Diseño del modelo de información

La propuesta contempla la implementación de un modelo de información integrado que permita centralizar y relacionar los datos generados durante la gestión del mantenimiento. Para ello, la tabla de mantenimiento constituye el núcleo principal del modelo, concentrando la información operativa proveniente de las órdenes de trabajo, incluyendo fechas de atención, kilometraje registrado, estado de la orden, tipo de mantenimiento y demás variables necesarias para el análisis.

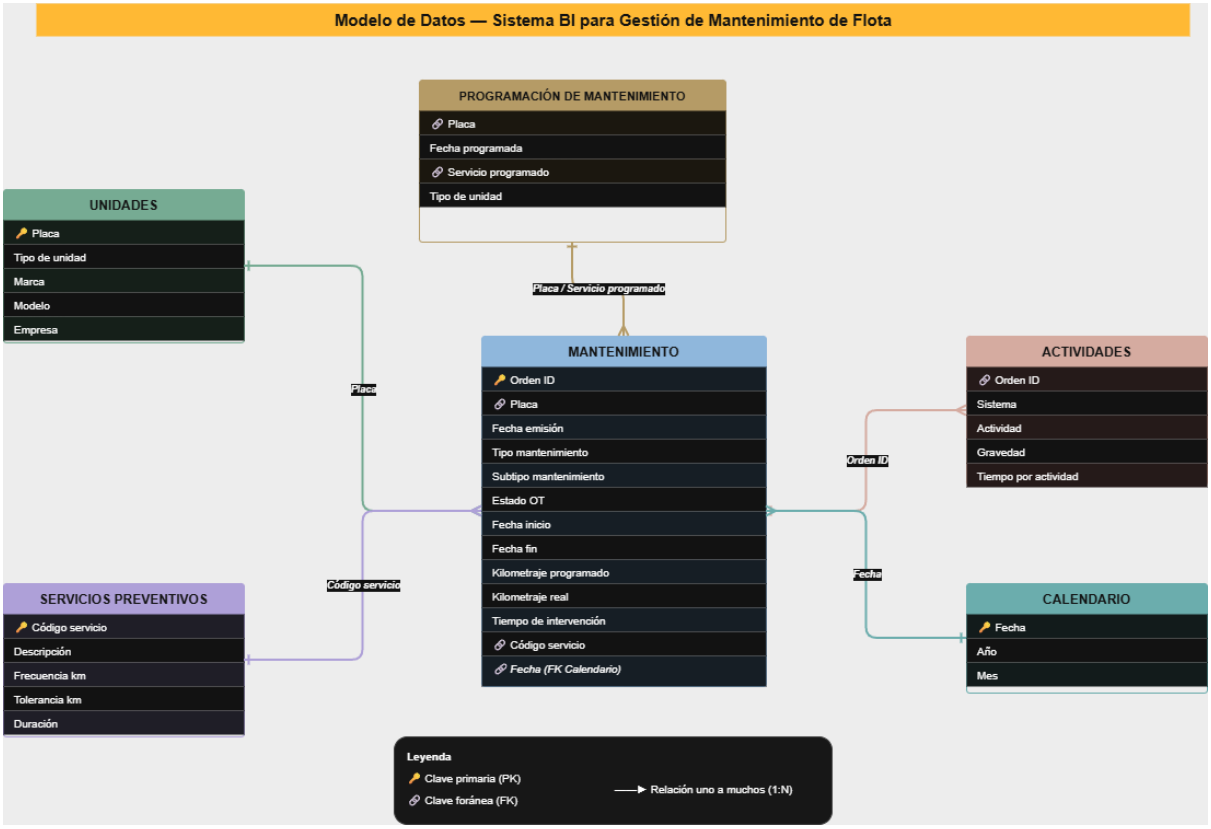
A partir de esta tabla principal se relacionan diversas tablas complementarias que enriquecen la información disponible para la generación de indicadores. La tabla de unidades incorpora las características de cada equipo intervenido, permitiendo identificar el tipo de unidad, marca, modelo y empresa correspondiente. Asimismo, la tabla de actividades registra el detalle de las tareas ejecutadas durante cada intervención, incluyendo el sistema intervenido, la gravedad de la actividad y los tiempos asociados.

Para el control del mantenimiento preventivo, el modelo incorpora la tabla de servicios preventivos, la cual contiene las frecuencias, tolerancias y características de cada servicio programado. De forma complementaria, la tabla de mantenimientos programados permite contrastar la programación establecida con la ejecución real de los servicios, facilitando el seguimiento del cumplimiento preventivo.

Por último, la tabla calendario permite estructurar el análisis temporal de la información mediante periodos anuales y mensuales, facilitando la evaluación de tendencias y el seguimiento histórico de los indicadores. Esta estructura integrada elimina la dispersión de información identificada durante el diagnóstico, permitiendo disponer de una base de datos centralizada, trazable y preparada para la generación de indicadores y reportes mediante herramientas de Business Intelligence.

Figura 16

Modelo de información propuesto para la gestión de mantenimiento.



Nota. Elaboración propia. El modelo integra la información de órdenes de trabajo, actividades ejecutadas, unidades, servicios preventivos y programación de mantenimientos, permitiendo la generación de indicadores para el análisis y la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

5.6. Diseño de indicadores para la gestión de mantenimiento

Con la finalidad de fortalecer el seguimiento operativo y la calidad de la información utilizada en el área de mantenimiento, la propuesta contempla la implementación de indicadores que permitan monitorear tanto el desempeño de las actividades de mantenimiento como la confiabilidad de los datos registrados. Estos indicadores han sido seleccionados considerando los hallazgos identificados durante el diagnóstico, permitiendo evaluar la eficiencia de las intervenciones, el cumplimiento de la planificación y la calidad de la información utilizada para la toma de decisiones.

Tabla 17

Indicadores propuestos para la gestión de mantenimiento mediante Business Intelligence.

Indicador	Objetivo	Fórmula / Método de cálculo	Frecuencia	Responsable
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	Medir el tiempo promedio requerido para restablecer la operatividad de una unidad.	Tiempo total de reparación / Número de fallas atendidas	Mensual	Supervisor de Mantenimiento
MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas)	Medir la confiabilidad operativa de las unidades.	Tiempo total de operación / Número de fallas registradas	Mensual	Supervisor de Mantenimiento
Disponibilidad Operativa (%)	Determinar el porcentaje de tiempo que las unidades permanecen disponibles para operar.	(Tiempo operativo / Tiempo total disponible) × 100	Mensual	Jefatura de Mantenimiento
Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo (%)	Evaluar el cumplimiento de los mantenimientos programados.	(Preventivos ejecutados / Preventivos programados) × 100	Semanal / Mensual	Planner de Mantenimiento
Tiempo Promedio de Intervención	Controlar la duración promedio de las intervenciones realizadas.	Σ Tiempo de intervención / Número de órdenes atendidas	Semanal	Supervisor de Mantenimiento
% de Registros Inconsistentes	Identificar registros con errores de fechas, horas o clasificaciones.	(Registros inconsistentes / Total registros) × 100	Semanal	Supervisor de Mantenimiento
% de Actividades Correctamente Clasificadas	Verificar el cumplimiento de nomenclaturas estandarizadas.	(Actividades correctamente clasificadas / Total actividades) × 100	Mensual	Planner de Mantenimiento
% de Órdenes Cerradas Fuera del Plazo Establecido	Controlar retrasos en el cierre de órdenes de trabajo.	(OT cerradas fuera del plazo / Total	Semanal	Supervisor de Mantenimiento

Indicador	Objetivo	Fórmula / Método de cálculo	Frecuencia	Responsable
		OT cerradas) × 100		
% de Registros Completos	Evaluar la integridad de la información registrada.	(Registros completos / Total registros) × 100	Mensual	Planner de Mantenimiento
% de Tiempos Atípicos	Detectar órdenes con tiempos fuera de los rangos operativos definidos.	(OT con tiempos atípicos / Total OT atendidas) × 100	Semanal	Supervisor de Mantenimiento

Nota. Elaboración propia. Los indicadores propuestos permiten monitorear el desempeño operativo del mantenimiento y la calidad de la información registrada, contribuyendo a mejorar la confiabilidad de los análisis y fortalecer la toma de decisiones mediante herramientas de Business Intelligence.

La implementación de estos indicadores permitirá disponer de información actualizada y confiable para el seguimiento de la gestión del mantenimiento. Asimismo, facilitará la identificación temprana de desviaciones operativas, incumplimientos de programación e inconsistencias en los registros, contribuyendo a una toma de decisiones más oportuna y basada en datos. Cabe recalcar los cinco primeros indicadores forman parte de los tableros desarrollados dentro de la propuesta de Business Intelligence, mientras que los indicadores de calidad de datos se plantean como mecanismos complementarios para fortalecer el control y la confiabilidad de la información registrada en el área de mantenimiento.

5.7. Diseño de dashboards y reportes

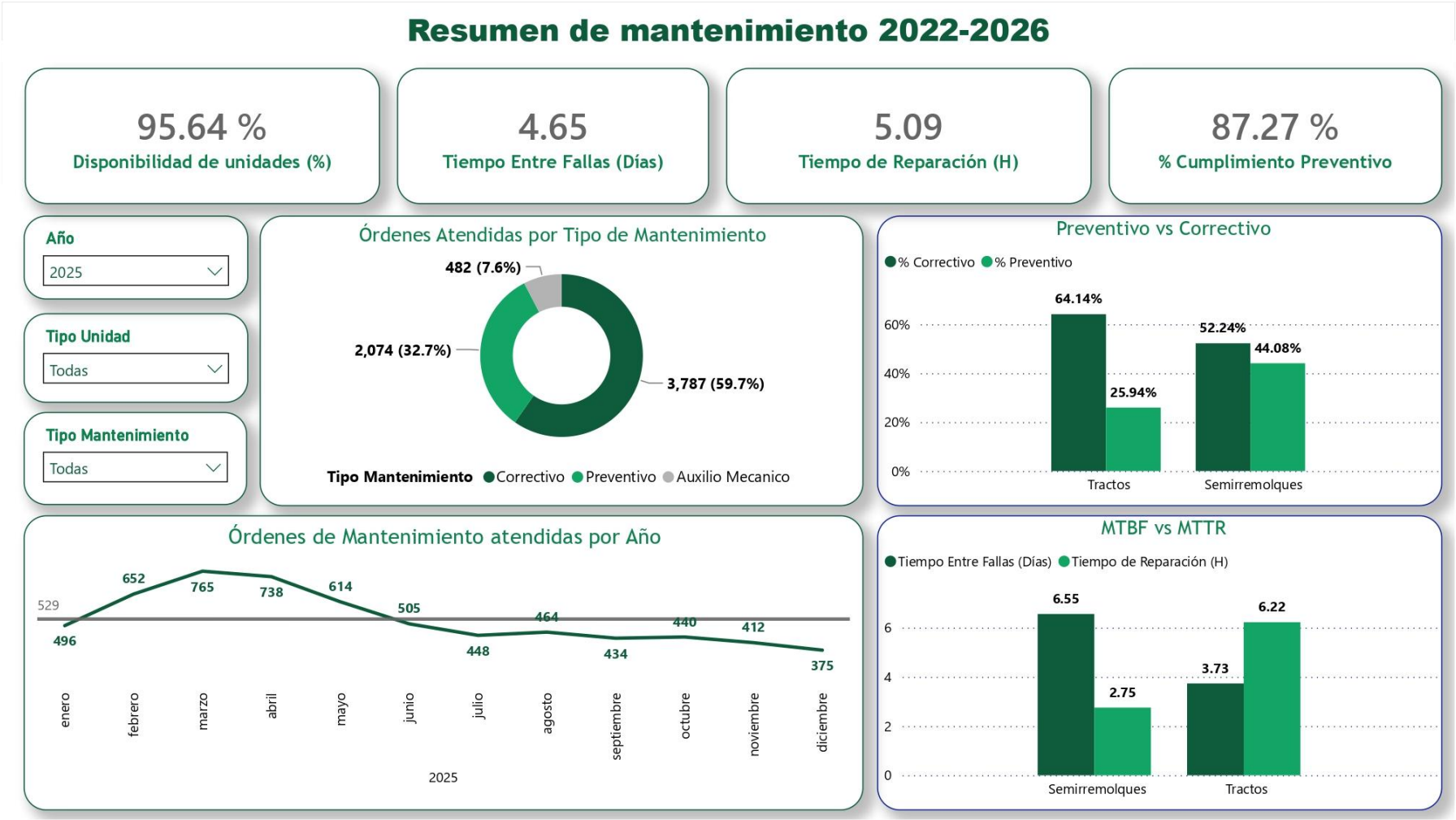
Con la finalidad de facilitar el análisis y seguimiento de los indicadores propuestos, la solución incorpora una serie de dashboards interactivos desarrollados en Power BI. Estos tableros permiten consolidar la información proveniente de las órdenes de trabajo, actividades de mantenimiento, programación preventiva y características de las unidades, proporcionando información actualizada para el monitoreo operativo y la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

5.7.1. Dashboard ejecutivo

El dashboard ejecutivo concentra los principales indicadores de gestión del mantenimiento en una única vista, permitiendo monitorear el cumplimiento del mantenimiento preventivo, la disponibilidad de las unidades, el comportamiento del MTBF y MTTR, la distribución de órdenes por tipo de mantenimiento y la evolución histórica de las intervenciones realizadas. Su objetivo es proporcionar una visión general del desempeño operativo del área de mantenimiento para facilitar la toma de decisiones a nivel de supervisión y jefatura.

Figura 17

Dashboard ejecutivo de mantenimiento.



Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard consolida los principales indicadores de mantenimiento e incorpora filtros dinámicos

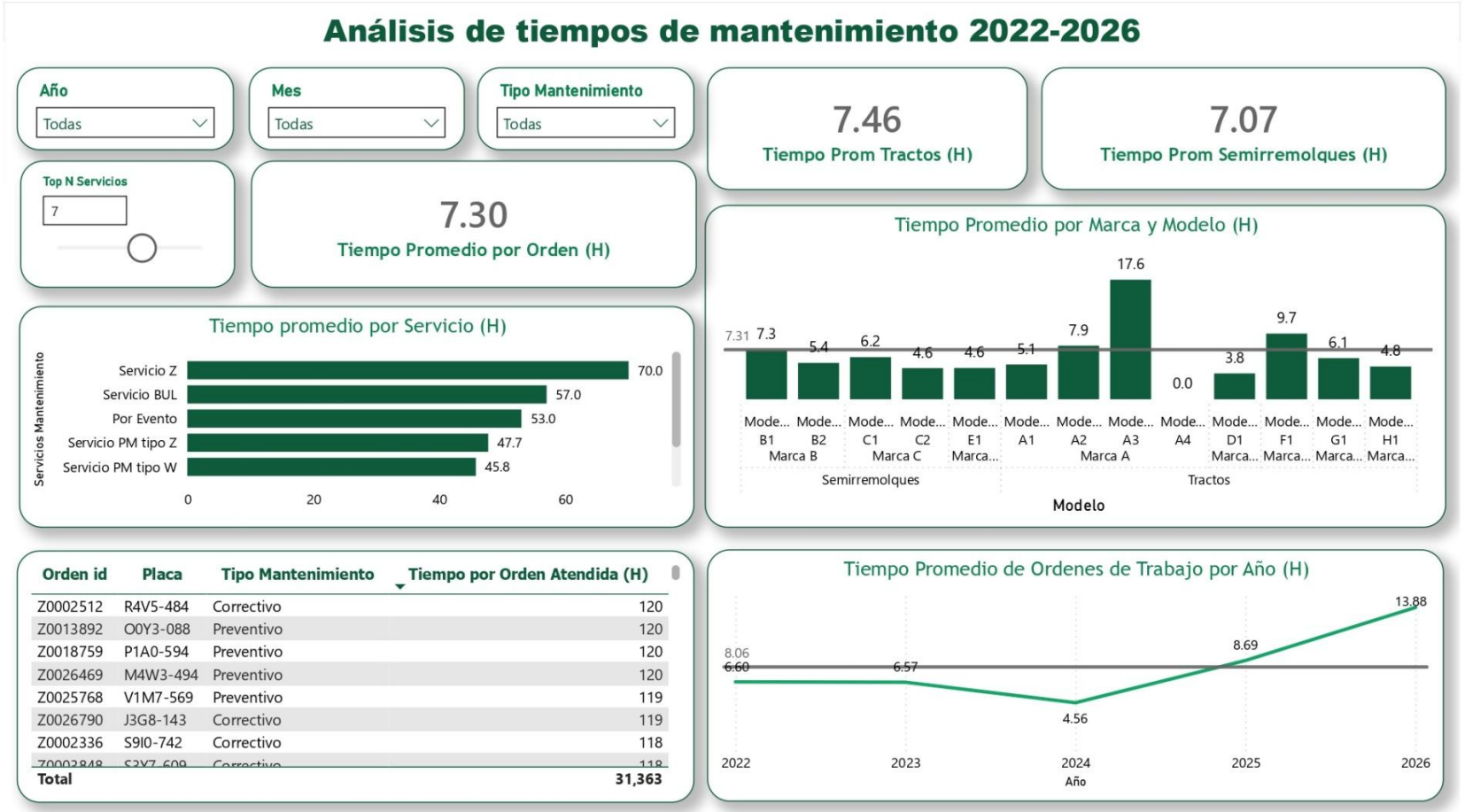
por año, tipo de unidad y tipo de mantenimiento para facilitar el análisis de la operación.

5.7.2. Dashboard de análisis de tiempos

El dashboard de análisis de tiempos fue diseñado para evaluar el comportamiento de los tiempos de intervención registrados en las órdenes de trabajo, permitiendo identificar diferencias entre tipos de mantenimiento, marcas, modelos y servicios ejecutados. Asimismo, facilita la detección de actividades que demandan mayores tiempos de atención y el seguimiento de la evolución histórica de los tiempos promedio de mantenimiento. La información presentada contribuye al control de la eficiencia operativa, permitiendo identificar oportunidades de mejora en la ejecución de las intervenciones y optimizar la planificación de los recursos del área de mantenimiento.

Figura 18

Dashboard de análisis de tiempos de mantenimiento.



Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta indicadores relacionados con los tiempos promedio de intervención, análisis por marca y modelo, ranking de servicios con mayor duración, evolución histórica de los tiempos de mantenimiento y detalle de órdenes de trabajo

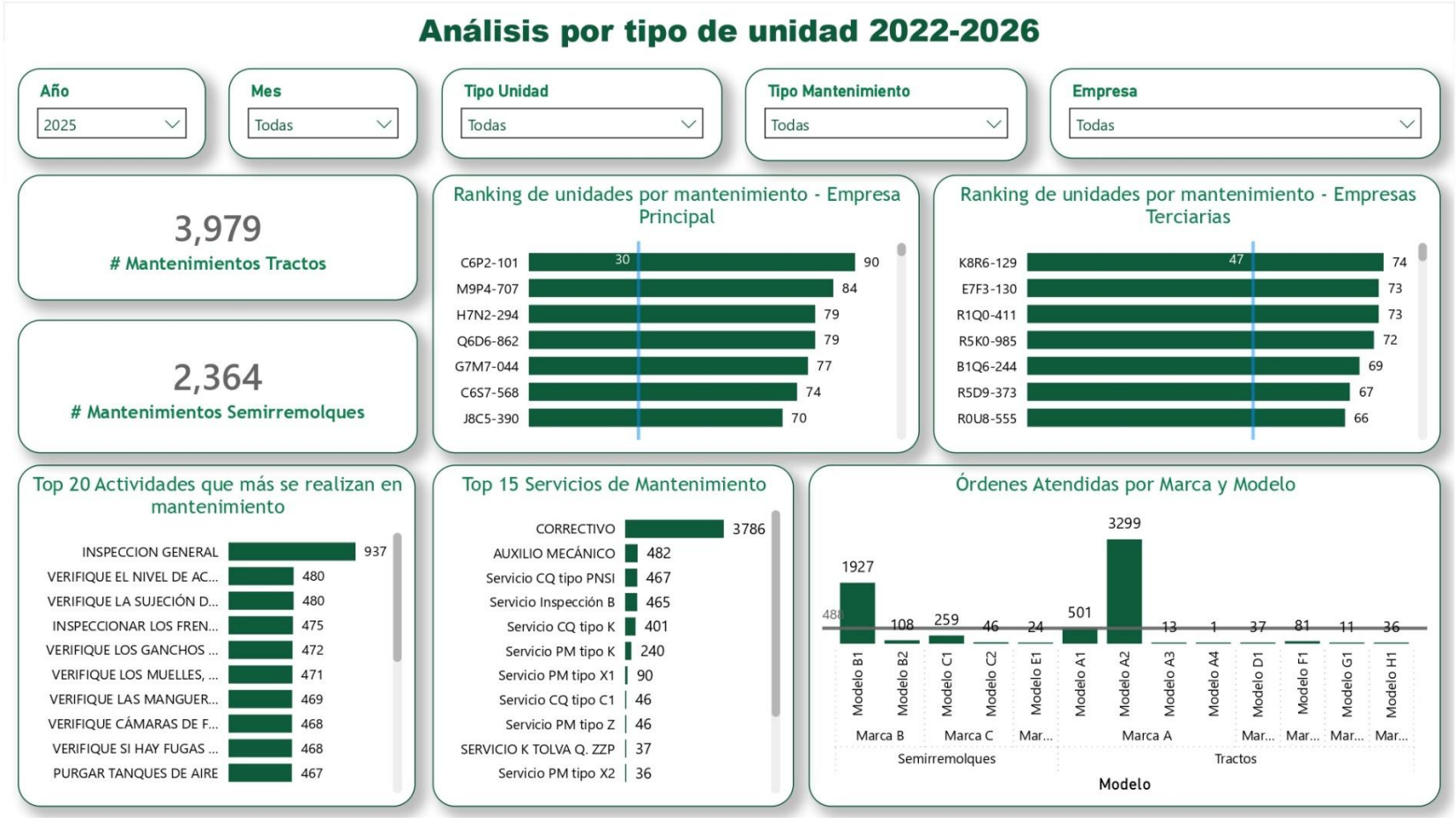
con mayores tiempos registrados. Asimismo, incorpora filtros dinámicos por año, mes y tipo de mantenimiento para facilitar el análisis de la información.

5.7.3. Dashboard de análisis por tipo de unidad

El dashboard de análisis por tipo de unidad fue desarrollado con la finalidad de evaluar el comportamiento del mantenimiento según las características de la flota. Este tablero permite identificar las unidades que registran la mayor cantidad de intervenciones, analizar la distribución de mantenimientos por marca y modelo, así como visualizar las actividades y servicios que presentan mayor frecuencia de ejecución. Asimismo, facilita la comparación del comportamiento entre tractos y semirremolques, permitiendo identificar unidades críticas que requieren un seguimiento más detallado por parte del área de mantenimiento.

Figura 19

Dashboard de análisis por tipo de unidad.



Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta indicadores relacionados con la cantidad de mantenimientos por tipo de unidad, marca y modelo, ranking de unidades con mayor número de intervenciones, actividades más frecuentes y servicios de mantenimiento con

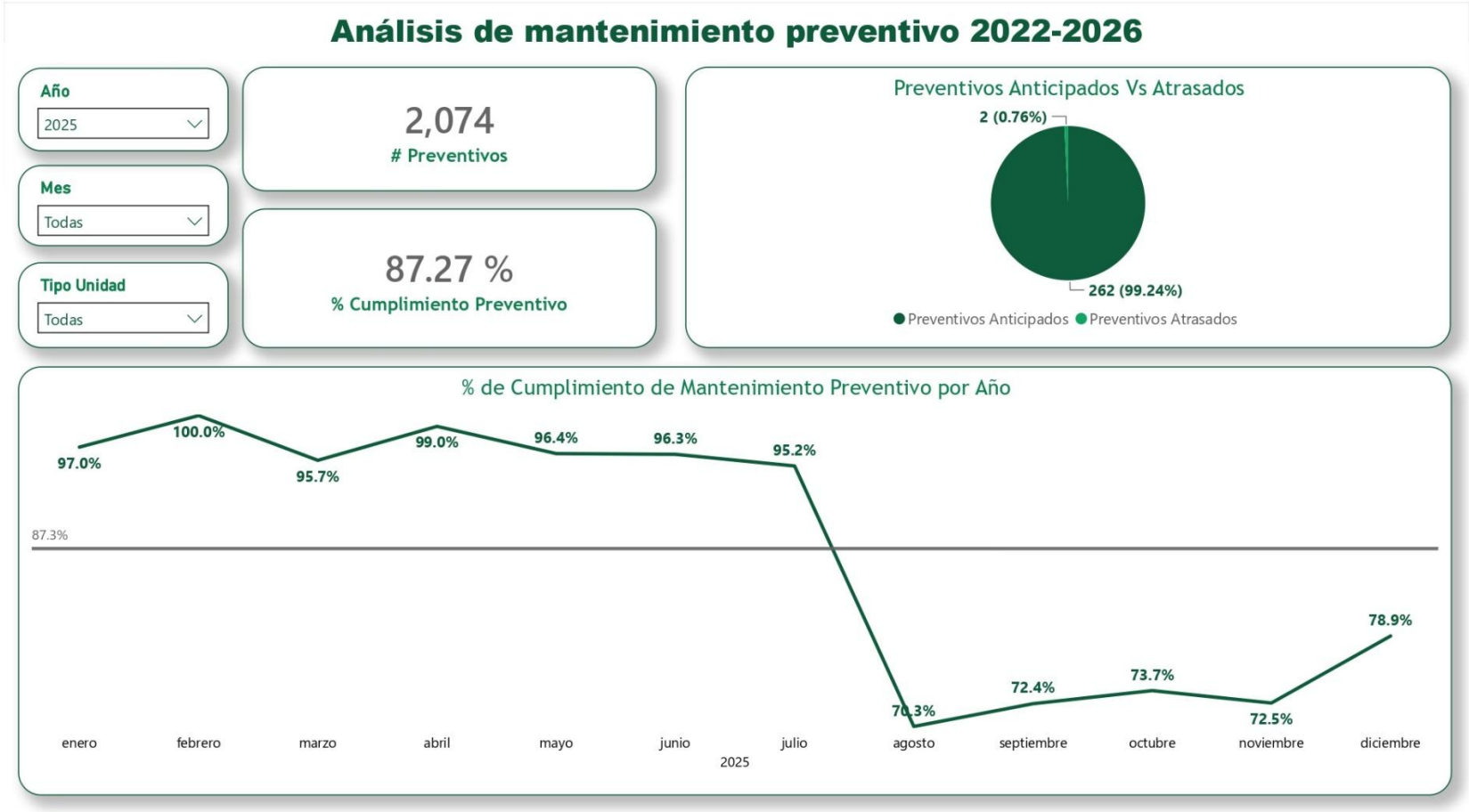
mayor recurrencia. Además, incorpora filtros dinámicos por año, empresa, tipo de unidad, tipo de mantenimiento y mes para facilitar el análisis de la información.

5.7.4. Dashboard de mantenimiento preventivo

El dashboard de mantenimiento preventivo permite realizar el seguimiento de los servicios preventivos ejecutados sobre la flota, considerando el cumplimiento de la programación establecida según kilometraje y frecuencia de mantenimiento. Asimismo, facilita la visualización de indicadores relacionados con la ejecución de los servicios preventivos, el comportamiento de las unidades respecto a los rangos de tolerancia definidos y la distribución de los mantenimientos realizados por periodo de análisis. La información presentada permite centralizar el control de las actividades preventivas dentro del área de mantenimiento.

Figura 20

Dashboard de mantenimiento preventivo.



Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta información relacionada con el cumplimiento de los mantenimientos preventivos programados, análisis por kilometraje, distribución de servicios ejecutados, cumplimiento de frecuencias establecidas y

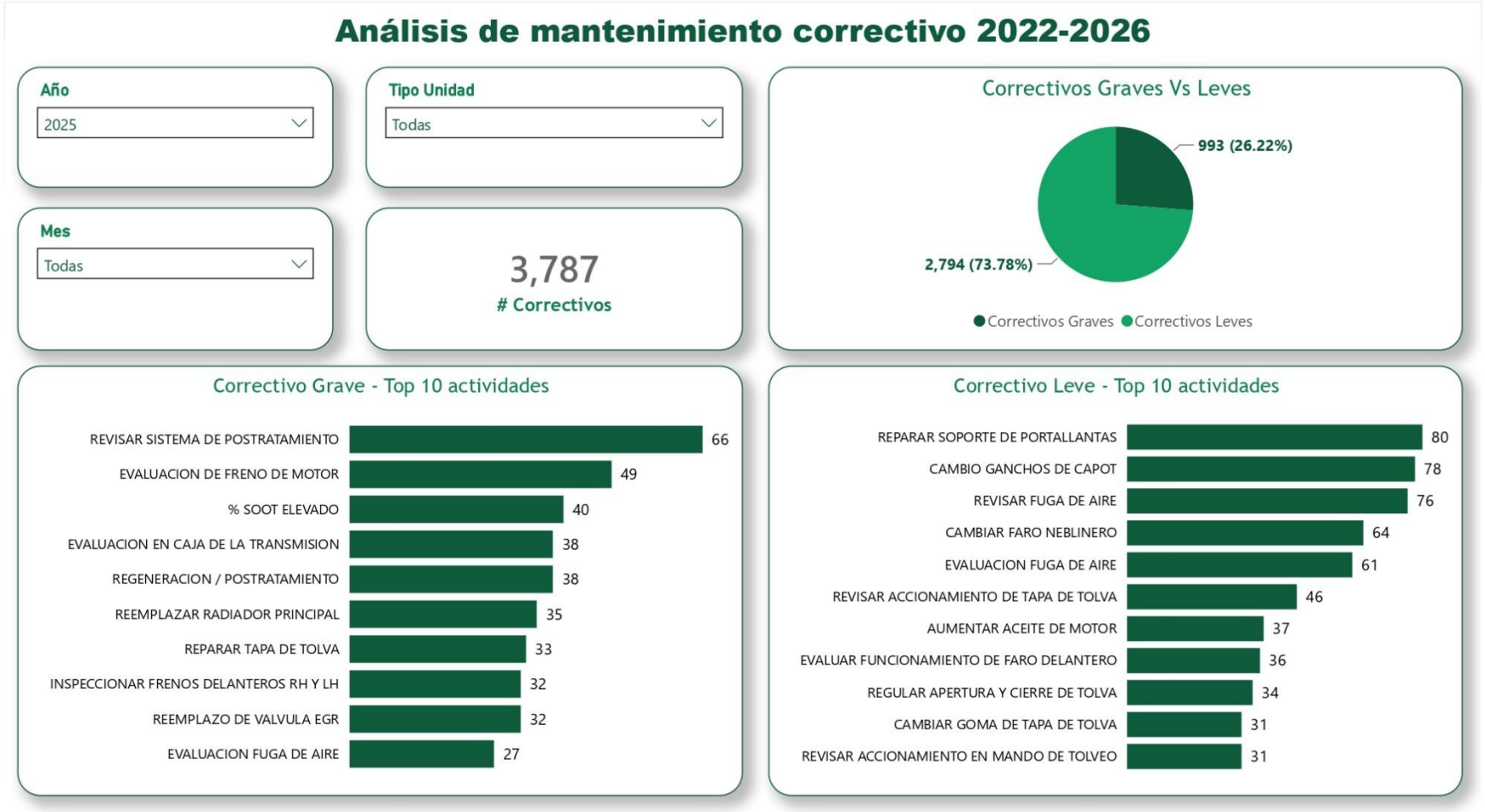
comportamiento histórico de los mantenimientos preventivos. Asimismo, incorpora filtros dinámicos por año, mes, tipo de unidad y características de la flota para facilitar el análisis de la información.

5.7.5. Dashboard de mantenimiento correctivo

El dashboard de mantenimiento correctivo fue desarrollado para monitorear las intervenciones realizadas como consecuencia de fallas o eventos no programados ocurridos durante la operación de las unidades. Este tablero permite identificar la cantidad de correctivos ejecutados, clasificar las intervenciones según su nivel de gravedad y visualizar las actividades con mayor recurrencia dentro de los mantenimientos correctivos. Asimismo, facilita el seguimiento de los principales eventos que generan indisponibilidad en la flota, proporcionando información relevante para el análisis del comportamiento de las fallas y la gestión del mantenimiento correctivo.

Figura 21

Dashboard de mantenimiento correctivo.


Análisis de mantenimiento correctivo 2022-2026
Año
2025
Tipo Unidad
Todas
Mes
Todas
3,787
Correctivos
Correctivos Graves Vs Leves
993 (26.22%)
2,794 (73.78%)
Correctivos Graves
Correctivos Leves
Correctivo Grave - Top 10 actividades
REVISAR SISTEMA DE POSTRATAMIENTO 66
EVALUACION DE FRENO DE MOTOR 49
% SOOT ELEVADO 40
EVALUACION EN CAJA DE LA TRANSMISION 38
REGENERACION / POSTRATAMIENTO 38
REEMPLAZAR RADIADOR PRINCIPAL 35
REPARAR TAPA DE TOLVA 33
INSPECCIONAR FRENOS DELANTEROS RH Y LH 32
REEMPLAZO DE VALVULA EGR 32
EVALUACION FUGA DE AIRE 27
Correctivo Leve - Top 10 actividades
REPARAR SOPORTE DE PORTALLANTAS 80
CAMBIO GANCHOS DE CAPOT 78
REVISAR FUGA DE AIRE 76
CAMBIAR FARO NEBLINERO 64
EVALUACION FUGA DE AIRE 61
REVISAR ACCIONAMIENTO DE TAPA DE TOLVA 46
AUMENTAR ACEITE DE MOTOR 37
EVALUAR FUNCIONAMIENTO DE FARO DELANTERO 36
REGULAR APERTURA Y CIERRE DE TOLVA 34
CAMBIAR GOMA DE TAPA DE TOLVA 31
REVISAR ACCIONAMIENTO EN MANDO DE TOLVEO 31

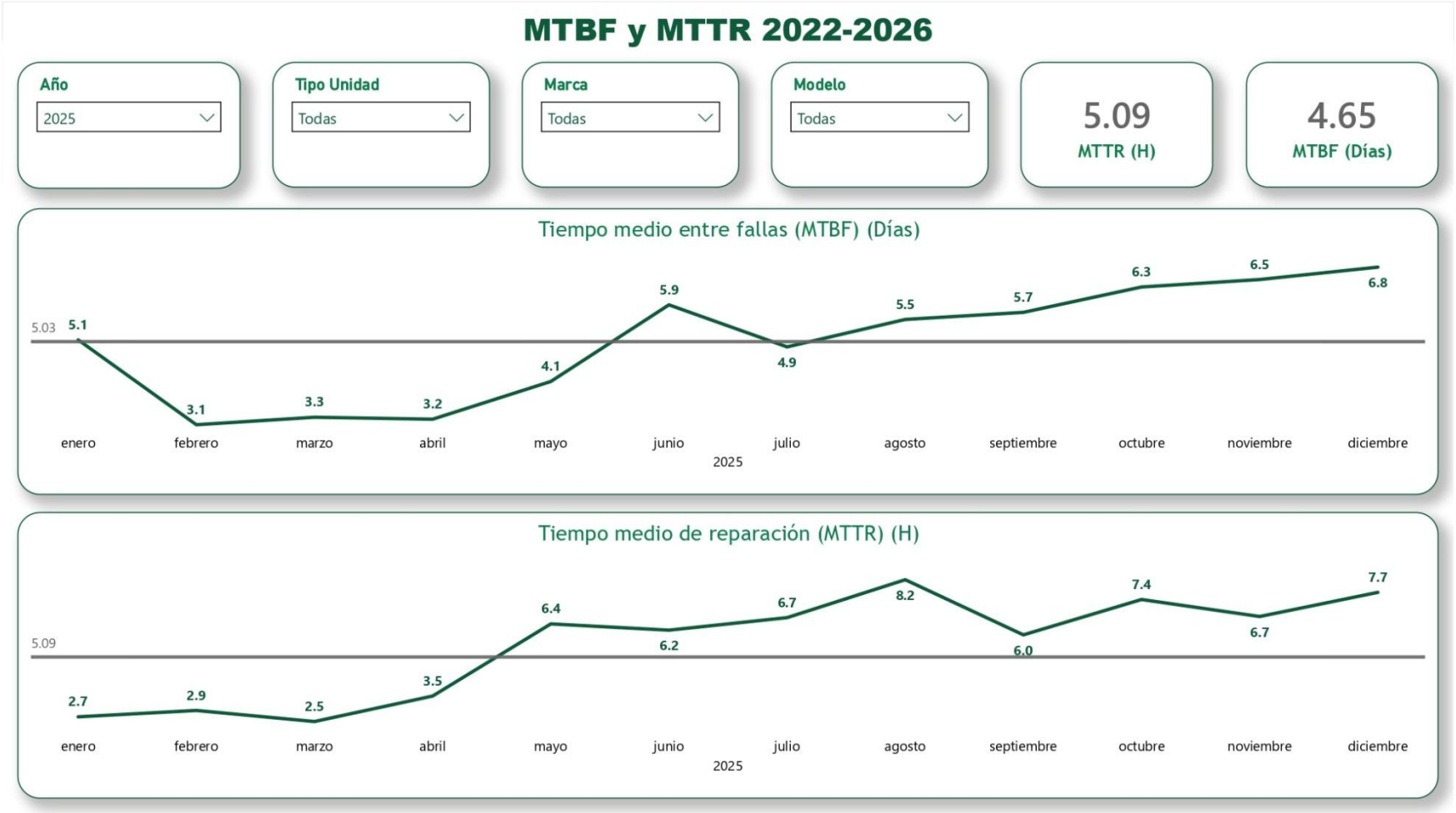
Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta información relacionada con la cantidad de mantenimientos correctivos ejecutados, clasificación entre correctivos leves y graves, actividades con mayor frecuencia de intervención y distribución histórica de las fallas registradas. Asimismo, incorpora filtros dinámicos por año, mes y tipo de unidad para facilitar el análisis de la información.

5.7.6. Dashboard de MTBF y MTTR

El dashboard de MTBF y MTTR permite monitorear dos de los principales indicadores de gestión del mantenimiento relacionados con la confiabilidad y mantenibilidad de la flota. A través de este tablero es posible visualizar la evolución histórica del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y del Tiempo Medio de Reparación (MTTR), así como realizar comparaciones entre distintos periodos de análisis, tipos de unidad y categorías de mantenimiento. La información presentada facilita el seguimiento del desempeño de las actividades de mantenimiento y la identificación de variaciones en el comportamiento operativo de las unidades.

Figura 22

Dashboard de MTBF y MTTR.


MTBF y MTTR 2022-2026
Año
2025
Tipo Unidad
Todas
Marca
Todas
Modelo
Todas
5.09
MTTR (H)
4.65
MTBF (Días)
Tiempo medio entre fallas (MTBF) (Días)
5.03
5.1
3.1
3.3
3.2
4.1
5.9
4.9
5.5
5.7
6.3
6.5
6.8
enero
febrero
marzo
abril
mayo
junio
julio
agosto
septiembre
octubre
noviembre
diciembre
2025
Tiempo medio de reparación (MTTR) (H)
5.09
2.7
2.9
2.5
3.5
6.4
6.2
6.7
8.2
6.0
7.4
6.7
7.7
enero
febrero
marzo
abril
mayo
junio
julio
agosto
septiembre
octubre
noviembre
diciembre
2025

Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta información relacionada con la evolución del MTBF y MTTR, análisis por tipo de unidad, comportamiento histórico de ambos indicadores y comparación de resultados entre distintos periodos de análisis. Asimismo, incorpora filtros dinámicos que permiten segmentar la información según los criterios definidos por el área de mantenimiento.

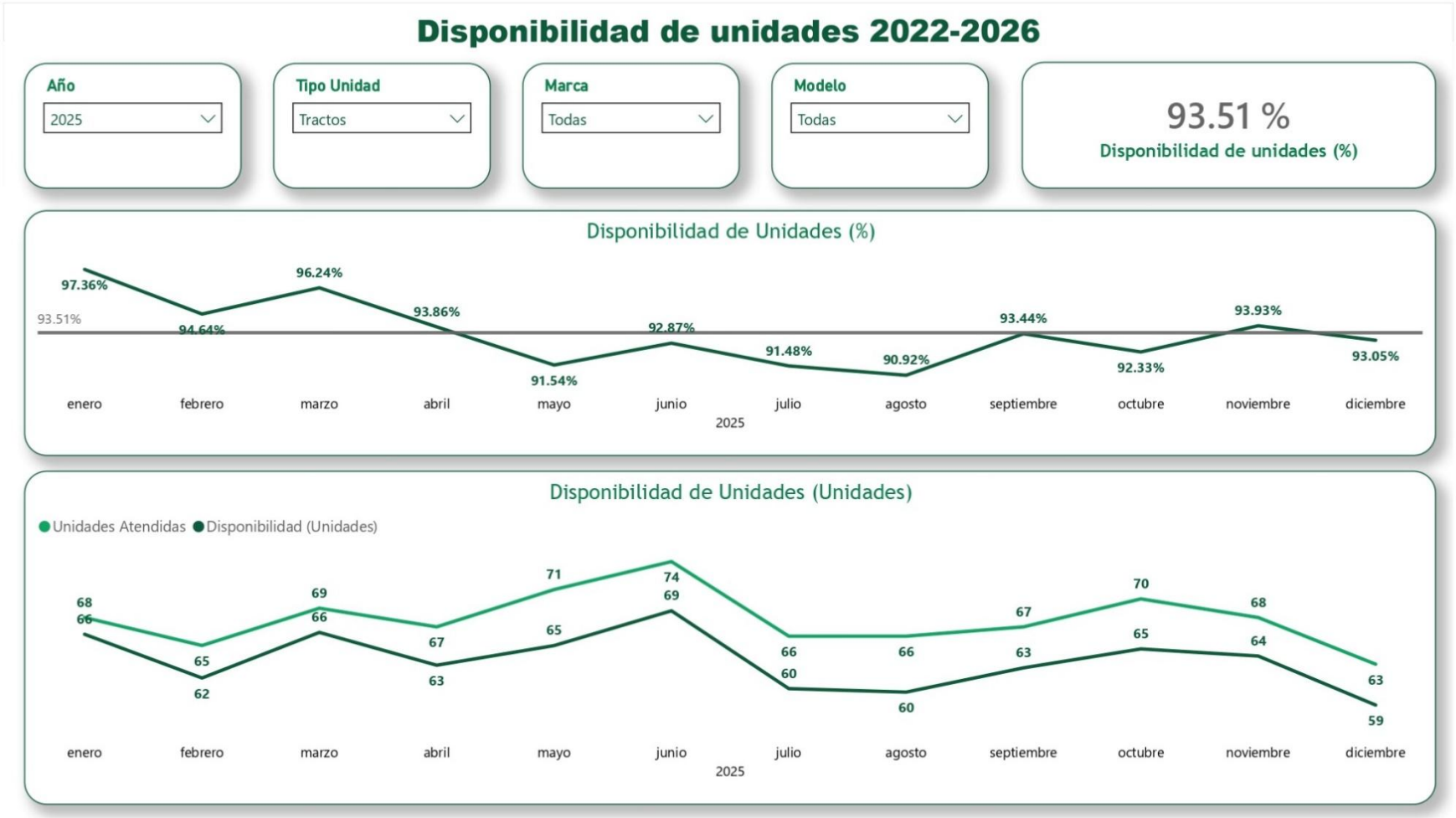
5.7.7. Dashboard de disponibilidad de unidades

El dashboard de disponibilidad de unidades fue diseñado para realizar el seguimiento del nivel de disponibilidad operativa de la flota durante los periodos analizados. Este tablero permite visualizar el porcentaje de disponibilidad alcanzado por las unidades, identificar variaciones en el tiempo y analizar el impacto de las intervenciones de mantenimiento sobre la capacidad operativa de la flota. Asimismo, facilita la consulta de información por tipo de unidad, periodo de análisis y otros criterios relevantes para la gestión del mantenimiento.

.

Figura 23

Dashboard de disponibilidad de unidades



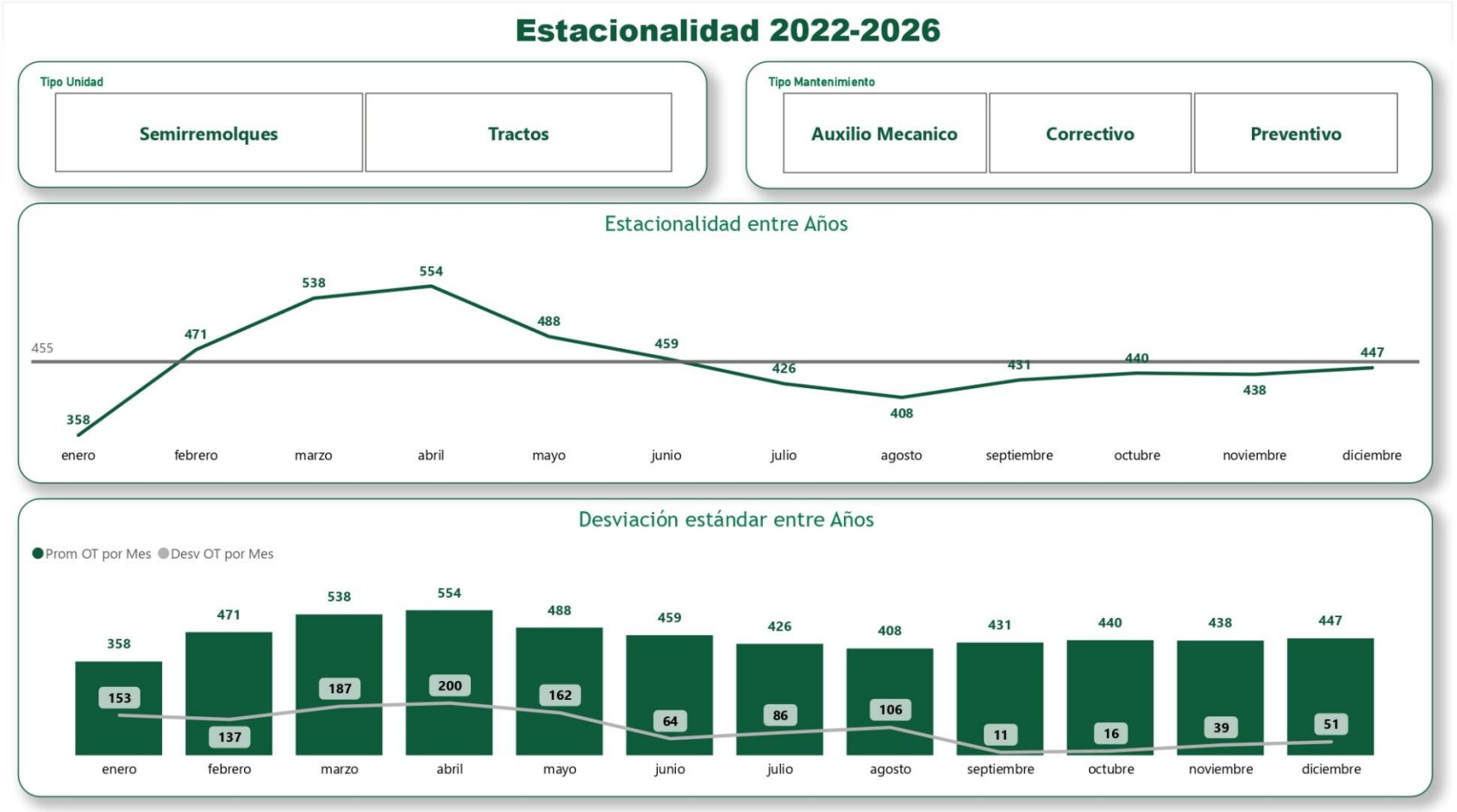
Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta indicadores relacionados con la disponibilidad operativa de la flota, evolución histórica de la disponibilidad, análisis por tipo de unidad y comparación de resultados entre distintos periodos de análisis. Asimismo, incorpora filtros dinámicos que permiten segmentar la información de acuerdo con los requerimientos del área de mantenimiento.

5.7.8. Dashboard de estacionalidad

El dashboard de estacionalidad fue desarrollado con la finalidad de identificar patrones de comportamiento recurrentes en las órdenes de trabajo registradas durante los distintos periodos analizados. Mediante el análisis de la distribución histórica de las intervenciones por mes, este tablero permite visualizar variaciones cíclicas en la demanda de mantenimiento y detectar periodos con mayor o menor concentración de actividades. La información presentada constituye una herramienta de apoyo para la planificación de recursos y representa una base para futuros análisis orientados a la predicción del comportamiento del mantenimiento.

Figura 24

Dashboard de estacionalidad de órdenes de trabajo.



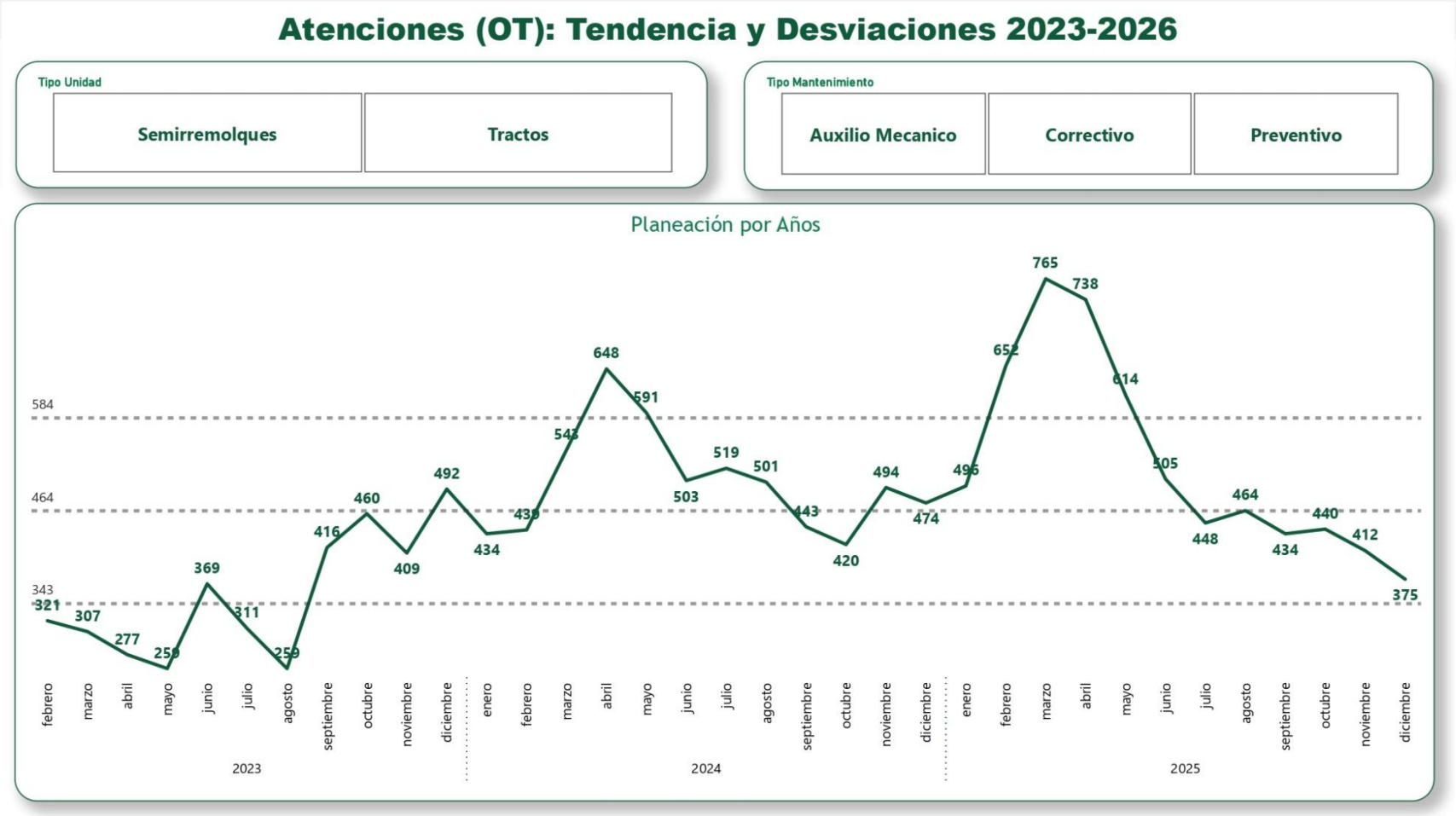
Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta la distribución histórica de las órdenes de trabajo por periodo, incorporando indicadores de promedio y desviación estándar que permiten identificar patrones recurrentes y variaciones en el comportamiento del mantenimiento. Asimismo, incorpora filtros dinámicos por tipo de unidad y tipo de mantenimiento para facilitar el análisis de la información.

5.7.9. Dashboard de tendencia y desviaciones

El dashboard de tendencia y desviaciones fue desarrollado para analizar la evolución histórica de las órdenes de trabajo y evaluar las variaciones presentadas entre distintos periodos de análisis. Este tablero permite visualizar el comportamiento de las intervenciones a lo largo del tiempo, identificar incrementos o reducciones en la carga de mantenimiento y reconocer desviaciones respecto al comportamiento promedio observado. La información presentada facilita el seguimiento de tendencias operativas y constituye una herramienta de apoyo para futuros análisis orientados a la planificación y proyección de actividades de mantenimiento.

Figura 25

Dashboard de tendencia y desviaciones de órdenes de trabajo.


Atenciones (OT): Tendencia y Desviaciones 2023-2026
Tipo Unidad
Semirremolques
Tractos
Tipo Mantenimiento
Auxilio Mecanico
Correctivo
Preventivo
Planeación por Años
584
464
343
321
307
277
259
369
311
259
416
460
409
492
434
439
543
648
591
503
519
501
443
420
494
474
496
652
765
738
614
505
448
464
434
440
412
375
febrero
marzo
abril
mayo
junio
julio
agosto
septiembre
octubre
noviembre
diciembre
enero
febrero
marzo
abril
mayo
junio
julio
agosto
septiembre
octubre
noviembre
diciembre
enero
febrero
marzo
abril
mayo
junio
julio
agosto
septiembre
octubre
noviembre
diciembre
2023
2024
2025

Nota. Elaboración propia mediante Power BI. El dashboard presenta la evolución histórica de las órdenes de trabajo registradas durante los periodos analizados, incorporando indicadores de tendencia y variación que permiten identificar cambios en el comportamiento del mantenimiento. Asimismo, incorpora filtros dinámicos por tipo de unidad y tipo de mantenimiento para facilitar el análisis de la información.

5.8. Plan de implementación propuesto

La implementación de la propuesta de Business Intelligence se plantea mediante una secuencia de actividades orientadas a garantizar la obtención, integración, depuración, análisis y visualización de la información del área de mantenimiento. El proceso inicia con la inducción al proyecto y la comprensión del funcionamiento operativo del taller de mantenimiento, permitiendo conocer los procedimientos, flujos de información y necesidades de análisis existentes dentro de la operación.

Posteriormente, se realiza la recopilación de los reportes históricos de mantenimiento y la integración progresiva de las distintas fuentes de información necesarias para complementar las órdenes de trabajo. Una vez consolidada la información, se ejecutan actividades de validación, depuración y estandarización de datos con la finalidad de reducir inconsistencias y asegurar la confiabilidad de los indicadores generados.

Sobre la base de información depurada se desarrolla el modelo analítico en Power BI, permitiendo construir indicadores de gestión y dashboards orientados al seguimiento de las actividades de mantenimiento. Por último, la propuesta contempla la validación de los resultados obtenidos, la presentación de los hallazgos al área de mantenimiento y la transferencia de los requerimientos funcionales al área de Tecnologías de Información para su futura integración dentro del sistema corporativo de la empresa.

Tabla 18

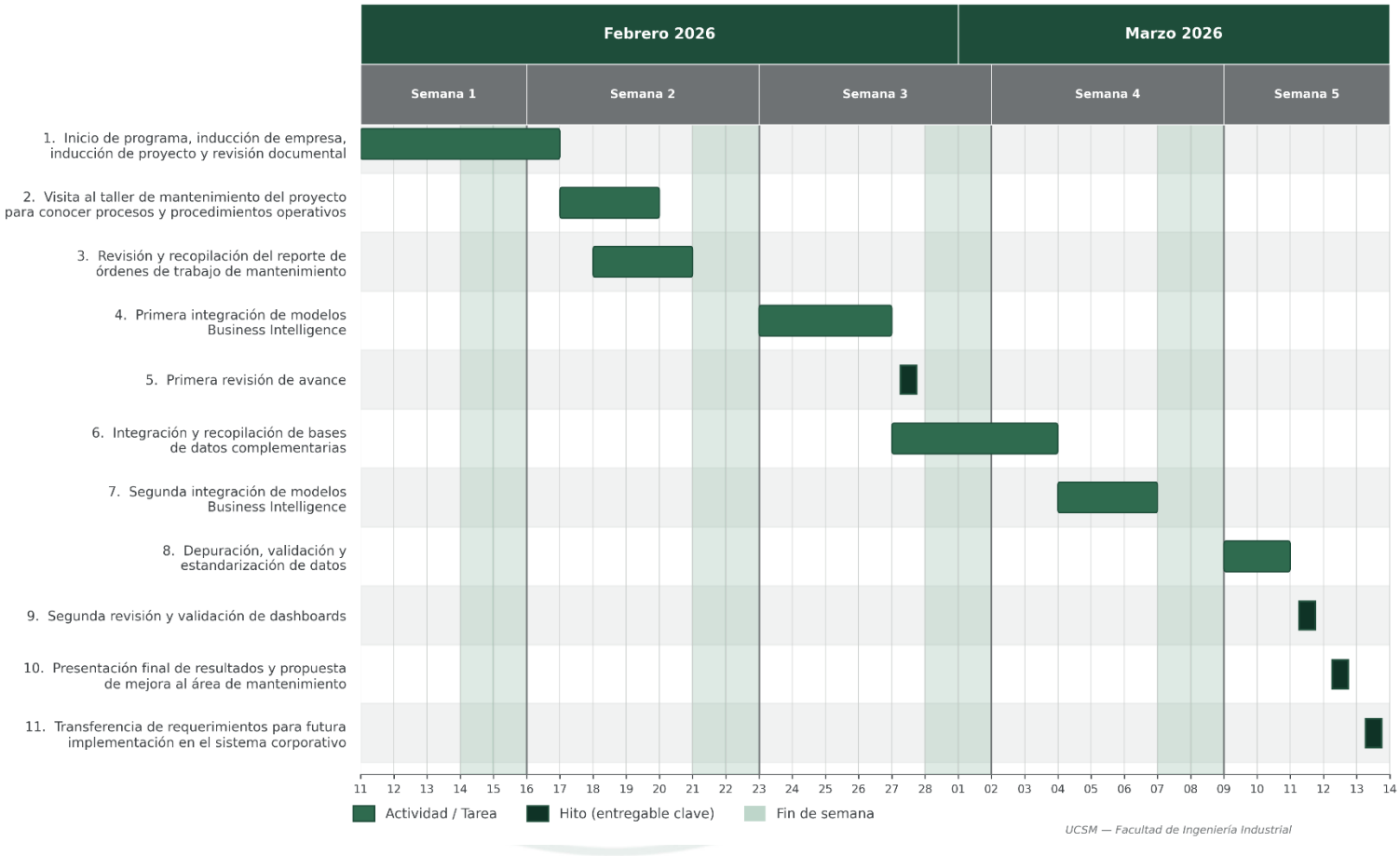
Fases de implementación de la propuesta de Business Intelligence

Fase	Actividad	Inicio	Fin
1	Comienzo del programa, inducción de la empresa, inducción del proyecto y revisión documental	11/02/2026	16/02/2026
2	Visita al taller de mantenimiento del proyecto para conocimiento de procesos y procedimientos operativos	17/02/2026	19/02/2026
3	Revisión y recopilación del reporte de órdenes de trabajo de mantenimiento	18/02/2026	20/02/2026
4	Primera integración de modelos Business Intelligence	23/02/2026	26/02/2026
5	Primera revisión de avance	27/02/2026	27/02/2026
6	Integración y recopilación de bases de datos complementarias	27/02/2026	03/03/2026
7	Segunda integración de modelos Business Intelligence	04/03/2026	06/03/2026
8	Depuración, validación y estandarización de datos	09/03/2026	10/03/2026
9	Segunda revisión y validación de dashboards	11/03/2026	11/03/2026
10	Presentación final de resultados y propuesta de mejora al área de mantenimiento	12/03/2026	12/03/2026
11	Transferencia de requerimientos para futura implementación en el sistema corporativo	13/03/2026	13/03/2026

Nota. Elaboración propia. La secuencia presentada resume las principales actividades desarrolladas durante la implementación de la propuesta de Business Intelligence para el área de mantenimiento.

Figura 26

Cronograma de implementación de la propuesta de Business Intelligence



Nota. Elaboración propia a partir de las actividades ejecutadas durante el desarrollo de la propuesta de mejora.

6. CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

6.1. Evaluación de la propuesta

La evaluación de la propuesta tiene como finalidad determinar los beneficios potenciales que podría generar la implementación de la solución de Business Intelligence planteada para el área de mantenimiento. Debido a que la propuesta desarrollada no será implementada directamente dentro del alcance de la presente investigación, la evaluación se realiza mediante una comparación entre la situación actual identificada durante el diagnóstico y los resultados esperados a partir de la aplicación de los mecanismos de estandarización, validación, integración y visualización de la información propuestos.

En este contexto, la evaluación se centra en analizar los beneficios cualitativos y cuantitativos esperados sobre la calidad de los datos, la confiabilidad de la información, la generación de indicadores y el proceso de toma de decisiones. Asimismo, se consideran las mejoras asociadas a la reducción de registros inconsistentes, la disminución de actividades manuales de consolidación de información y el fortalecimiento de los procesos de seguimiento y control dentro del área de mantenimiento.

De esta manera, la comparación entre la situación actual y la situación esperada permite estimar el impacto potencial de la propuesta y sustentar su viabilidad como herramienta de apoyo para la gestión de la información y la toma de decisiones dentro de la organización.

6.2. Beneficios cualitativos esperados en la confiabilidad de los datos

La propuesta de Business Intelligence desarrollada busca mejorar la calidad, consistencia y confiabilidad de la información utilizada por el área de mantenimiento. A partir de los problemas identificados durante el diagnóstico, se espera que la implementación de mecanismos de estandarización, validación e integración de datos permita reducir inconsistencias en los registros y fortalecer la generación de indicadores para la toma de decisiones. En ese sentido, los beneficios esperados se encuentran principalmente asociados a

la mejora de la gestión de la información y al incremento de la trazabilidad de los procesos de mantenimiento.

Tabla 19

Beneficios esperados sobre la calidad y confiabilidad de la información.

Beneficio esperado	Situación actual	Situación esperada
Calidad de los datos	Existencia de registros inconsistentes y dispersos	Información estandarizada y homogénea
Integridad de la información	Presencia de campos vacíos o incompletos	Validación de campos obligatorios
Consistencia de registros	Diferentes criterios para registrar actividades	Nomenclaturas estandarizadas
Trazabilidad documental	Información distribuida en múltiples reportes	Información integrada y centralizada
Confiabilidad de indicadores	Indicadores afectados por datos atípicos e inconsistentes	Indicadores calculados sobre datos validados
Disponibilidad de información	Consultas y consolidaciones manuales	Acceso centralizado mediante dashboards
Seguimiento operativo	Análisis limitado por dispersión de datos	Monitoreo continuo mediante indicadores

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos identificados durante el diagnóstico y de las características de la propuesta de Business Intelligence.

Tabla 20

Impacto esperado de la propuesta sobre la gestión de la información.

Aspecto evaluado	Situación actual	Situación esperada con la propuesta
Registro de información	Existencia de criterios distintos para registrar actividades y subtipos de mantenimiento	Aplicación de criterios estandarizados para el registro de información
Validación de datos	Detección manual de errores e inconsistencias	Aplicación de reglas de validación para identificar registros atípicos o incompletos
Integración de información	Información distribuida en múltiples reportes independientes	Consolidación de información mediante un modelo de datos integrado
Trazabilidad de registros	Dificultad para relacionar información entre órdenes, actividades y mantenimientos	Relación estructurada entre tablas y registros asociados

Aspecto evaluado	Situación actual	Situación esperada con la propuesta
Generación de indicadores	Requiere procesos previos de depuración y consolidación manual	Indicadores calculados automáticamente a partir de información validada
Acceso a la información	Dependencia de búsquedas manuales y múltiples archivos	Consulta centralizada mediante dashboards interactivos
Disponibilidad de información	Retrasos en la obtención de reportes y análisis	Acceso oportuno a información actualizada para el seguimiento operativo

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos identificados durante el diagnóstico y de las funcionalidades incorporadas en la propuesta de Business Intelligence.

6.3. Beneficios esperados en la toma de decisiones

La disponibilidad de información confiable, integrada y actualizada constituye un elemento fundamental para la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento. A partir de la implementación de la propuesta de Business Intelligence, se espera que los responsables de la gestión operativa dispongan de indicadores y reportes que permitan realizar un seguimiento más oportuno de las actividades de mantenimiento, identificar tendencias en el comportamiento de las unidades y evaluar el desempeño de los principales indicadores de gestión.

Asimismo, la centralización de la información y la automatización de los procesos de análisis contribuirán a reducir los tiempos destinados a la elaboración de reportes y a la búsqueda de información histórica, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y fortaleciendo el proceso de toma de decisiones en los distintos niveles de la organización. En este sentido, los beneficios esperados no se limitan únicamente a la disponibilidad de información, sino también a la capacidad de transformar los datos en conocimiento útil para la gestión del mantenimiento.

Tabla 21

Beneficios esperados para la gestión del mantenimiento.

Aspecto evaluado	Beneficio esperado
Planeamiento de mantenimiento	Mayor disponibilidad de información para programar intervenciones
Seguimiento de indicadores	Monitoreo permanente de MTBF, MTTR, disponibilidad y cumplimiento preventivo
Gestión de órdenes de trabajo	Mayor control sobre tiempos de atención y cierre
Control de actividades	Mejor identificación de actividades recurrentes y fallas frecuentes
Gestión de información	Reducción de actividades manuales de consolidación y revisión de datos
Toma de decisiones	Disponibilidad de información confiable y actualizada para el análisis operativo

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos identificados durante el diagnóstico y de las funcionalidades propuestas para la solución de Business Intelligence orientada al soporte de la toma de decisiones en el área de mantenimiento.

6.4. Análisis beneficio-costo

Debido a que la propuesta desarrollada no será implementada dentro del alcance de la presente investigación, la evaluación económica se realiza mediante una estimación de los costos de desarrollo y de los beneficios esperados derivados de la mejora en la gestión de la información del área de mantenimiento. Para ello, se consideran los recursos utilizados durante el desarrollo de la solución, así como la reducción del tiempo destinado a las actividades de consolidación, depuración, validación y elaboración de reportes de mantenimiento. La evaluación se basa en criterios representativos de la operación del área y en valores referenciales del mercado laboral peruano para puestos relacionados con la gestión del mantenimiento.

6.4.1. Criterios considerados para la evaluación económica

Tabla 22

Criterios considerados para la evaluación económica de la propuesta

Concepto	Criterio utilizado
Personal involucrado en el análisis	Planner de mantenimiento y Analista de mantenimiento
Frecuencia de elaboración de reportes	Reportes mensuales y consultas internas para seguimiento operativo
Tiempo promedio empleado en la elaboración manual de reportes	Aproximadamente 4.25 horas por evento considerando descarga, consolidación, depuración, validación y elaboración del reporte
Tiempo esperado utilizando la propuesta BI	Aproximadamente 40 minutos por evento, incluyendo la actualización del modelo y la revisión de registros atípicos
Frecuencia promedio de consultas y análisis	Una consulta semanal para seguimiento de indicadores e información operativa
Jornada laboral considerada	9 horas diarias
Remuneración mensual referencial del Planner	S/ 3 000
Remuneración mensual referencial del Analista	S/ 3 500
Desarrollo de la solución BI	Elaborado durante el programa de prácticas profesionales
Implementación informática	Integración posterior por el área de Tecnologías de la Información

Nota. Elaboración propia. Los valores considerados corresponden a estimaciones representativas de la operación del área de mantenimiento y remuneraciones referenciales del mercado peruano para puestos relacionados con la gestión del mantenimiento.

Tabla 23

Costos estimados de implementación

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo estimado (S/)
Desarrollo del modelo de Business Intelligence	108	horas	600.48
Configuración e integración por TI	9	horas	150.03
Licencias de software	—	—	0.00
Capacitación inicial a usuarios	4	horas	48.16
Costo total estimado			**798.67**

Nota. Elaboración propia. La propuesta utiliza Power BI Desktop como herramienta de desarrollo, por lo que no se consideran costos adicionales por licencias de software. La integración al sistema institucional corresponde al área de Tecnologías de la Información.

Tabla 24

Beneficios económicos esperados por reducción del tiempo de procesamiento de información

Actividad	Tiempo actual	Tiempo esperado	Tiempo ahorrado
Descarga y consolidación de información	30 min	10 min	20 min
Depuración y validación de datos	45 min	10 min	35 min
Elaboración de reportes	120 min	10 min	110 min
Consulta de información histórica	30 min	5 min	25 min
Revisión de inconsistencias	30 min	5 min	25 min
Total por evento	**255 min**	**40 min**	**215 min (3.58 h)**

Nota. Elaboración propia a partir del flujo actual de trabajo del área de mantenimiento y de las funcionalidades incorporadas en la propuesta de Business Intelligence.

Tabla 25

Beneficio económico anual estimado

Concepto	Valor
Tiempo ahorrado por evento	3.58 horas
Eventos promedio por mes	4
Horas ahorradas por mes	14.32 horas
Horas ahorradas por año	171.84 horas
Costo promedio de hora-hombre	S/ 12.04
Beneficio económico anual estimado	**S/ 2 068.95**

Nota. Elaboración propia. El beneficio económico corresponde al valor del tiempo administrativo recuperado mediante la reducción de actividades de consolidación, depuración y elaboración de reportes.

6.4.2. Analisis B/C

Tabla 26

Relación beneficio-costo de la propuesta

Concepto	Valor (S/)
Beneficio anual estimado	2 068.95
Costo total estimado de implementación	798.67
Relación Beneficio/Costo (B/C)	**2.59**

Nota. Elaboración propia.

Fórmula:

$$B/C = \frac{2068.95}{798.67} = 2.59$$

La evaluación económica realizada muestra que la propuesta presenta una relación Beneficio/Costo de 2.59, lo que significa que por cada sol invertido en el desarrollo e implementación de la solución se espera obtener un beneficio equivalente a S/ 2.59, principalmente debido a la reducción del tiempo destinado al procesamiento, validación y análisis de la información del área de mantenimiento. Si bien los beneficios económicos directos corresponden al ahorro de tiempo administrativo, los principales aportes de la propuesta se reflejan en la mejora de la calidad de la información, la disponibilidad de indicadores confiables y el fortalecimiento del proceso de toma de decisiones, aspectos que constituyen el objetivo central de la presente investigación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que la propuesta de mejora en la gestión de la información mediante Business Intelligence constituye una alternativa técnicamente viable para fortalecer la confiabilidad de los datos y apoyar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de una empresa del sector transporte y logística, al integrar mecanismos de estandarización, control de calidad, análisis y visualización de la información que permiten transformar los registros operativos en información útil para la gestión del mantenimiento.

SEGUNDA: El diagnóstico realizado permitió identificar que las principales limitaciones en la gestión de la información del área de mantenimiento estuvieron asociadas a la presencia de registros inconsistentes, valores atípicos, doble digitación, falta de estandarización y ausencia de mecanismos de validación en las órdenes de trabajo. Estas deficiencias afectaban la confiabilidad de los indicadores de mantenimiento y dificultaban el análisis oportuno de la información para la toma de decisiones.

TERCERA: La evaluación de la calidad y consistencia de los datos evidenció diferencias en la forma de registrar actividades, subtipos de mantenimiento y demás campos asociados a las órdenes de trabajo, generando información heterogénea y dificultades para la consolidación, análisis e interpretación de los datos históricos. Asimismo, se identificó la necesidad de establecer criterios de estandarización y validación que garanticen registros más consistentes y confiables.

CUARTA: El diseño de la propuesta basada en Business Intelligence permitió estructurar un modelo de gestión de información conformado por procesos de estandarización, validación, integración y visualización de datos, facilitando la automatización de indicadores de mantenimiento y la consolidación de la información en dashboards interactivos. La propuesta responde de manera directa a las principales problemáticas identificadas durante el diagnóstico.

QUINTA: La evaluación de los beneficios esperados permitió determinar que la propuesta contribuiría a mejorar la confiabilidad de la información utilizada por el área de mantenimiento, reducir los tiempos destinados a la consolidación y análisis de datos, fortalecer la trazabilidad de los registros y proporcionar información actualizada para el seguimiento operativo y la toma de decisiones. Asimismo, la evaluación económica realizada evidenció una relación beneficio-costo favorable, lo que respalda la viabilidad de la propuesta desde el punto de vista técnico y económico.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Desarrollar futuras investigaciones orientadas a ampliar las funcionalidades de la solución propuesta mediante la incorporación de modelos predictivos, técnicas de analítica avanzada e integración con herramientas de inteligencia artificial que permitan anticipar fallas, optimizar la planificación del mantenimiento y fortalecer el proceso de toma de decisiones.

SEGUNDA: Implementar procedimientos estandarizados para el registro de la información en las órdenes de trabajo, incorporando reglas de validación que permitan prevenir errores de digitación, registros incompletos y valores fuera de los rangos operativos establecidos.

TERCERA: Mantener un proceso periódico de revisión y depuración de la base de datos de mantenimiento, con la finalidad de preservar la calidad, consistencia y confiabilidad de la información utilizada para el cálculo de indicadores y la generación de reportes.

CUARTA: Implementar progresivamente la propuesta de Business Intelligence desarrollada en la presente investigación, integrándola al sistema institucional de la empresa mediante el apoyo del área de Tecnologías de la Información, con el fin de automatizar la actualización de los dashboards y garantizar la disponibilidad permanente de la información.

QUINTA: Incorporar indicadores relacionados con la calidad de los datos, tales como porcentaje de registros inconsistentes, órdenes de trabajo incompletas y cumplimiento de los criterios de estandarización, con el propósito de fortalecer el control de la información y facilitar la mejora continua del proceso.

REFERENCIAS

Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. MIS Quarterly, 25(1), 107–136. https://doi.org/10.2307/3250961

Batini, C., & Scannapieco, M. (2019). Data and information quality: Dimensions, principles and techniques. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24106-7

Chaves Aguilar, L. E. (2025). Data analytics para el monitoreo y seguimiento contractual de KPI's de mantenimiento en la flota eléctrica de la Operadora Distrital de Transporte [Tesis de titulación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. MIS Quarterly, 36(4), 1165–1188. https://doi.org/10.2307/41703503

DAMA International. (2017). DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge (2nd ed.). Technics Publications.

Davenport, T. H. (2018). Process innovation: Reengineering work through information technology. Harvard Business School Press.

Detlor, B. (2010). Information management. International Journal of Information Management, 30(2), 103–108. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2009.12.001

Fuentes Colmenares, L. C. (2025). Implementación de un sistema de monitoreo y gestión de mantenimiento minero mediante Power BI y telemática en Invertrac Duitama [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/18405

Gartner. (2022). Magic quadrant for analytics and business intelligence platforms. https://www.gartner.com

Gil Acevedo, E. S. (2025). Modelo de inteligencia de negocio para la gestión del presupuesto OPEX de mantenimiento preventivo en el sector de biocombustibles [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/99956

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. Communications of the ACM, 53(1), 148–152. https://doi.org/10.1145/1629175.1629210

Kimball, R., & Ross, M. (2018). The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling (3rd ed.). Wiley.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Management information systems: Managing the digital firm (16th ed.). Pearson.

López, J. J., Berón, M. M., & Montejano, G. A. (2026). Diseño de una estrategia para la gestión del tiempo en la comunicación de corrección de fallas en el mantenimiento industrial [Trabajo académico, Universidad Nacional de San Luis]. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163908

Microsoft. (2021). Power BI documentation. https://learn.microsoft.com/power-bi/

Mobley, R. K. (2019). Maintenance engineering handbook (8th ed.). McGraw-Hill.

Parida, A., & Kumar, U. (2019). Maintenance performance measurement (MPM): Issues and challenges. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118664

Parra Pulido, J. N. (2025). Implementación de un sistema de analítica de mantenimiento en Power BI a partir de datos del CMMS Dimo Maint: Caso de estudio en FiberGlass Colombia [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/14600

Provost, F., & Fawcett, T. (2018). Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.

Redman, T. C. (2018). Data driven: Profiting from your most important business asset. Harvard Business Review Press.

Regalado-Carhuapoma, G. A., Chavez-Sempertegui, R. A., Chávez-Romero, Z. B., & Leiva-Piedra, J. L. (2025). Herramientas 4.0 y su implementación en la mejora del desempeño en la gestión de mantenimiento. Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería, 13(3), 1–10. https://doi.org/10.15649/2346030X.4541

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2020). Management (15th ed.). Pearson.

Saavedra Alvarado, E. H., & Yeng Yarlequé, J. A. (2024). Implementación de un tablero de comando para el área de mantenimiento de un centro de salud empleando herramienta de inteligencia de negocios [Tesis de titulación, Universidad de Piura]. https://hdl.handle.net/11042/6628

Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). Business intelligence, analytics, and data science: A managerial perspective (4th ed.). Pearson.

Simon, H. A. (1997). Administrative behavior: A study of decision-making processes in administrative organizations (4th ed.). Free Press.

Vargas Machuca Mondragón, C. M. (2023). Diseño de un cuadro de mandos con la herramienta Power BI para optimizar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero [Tesis de titulación, Universidad de Piura]. https://hdl.handle.net/11042/6208

Virosta Urrecho, M. (2024). Análisis, selección e implantación de una herramienta de Business Intelligence para la optimización del mantenimiento y control de un proceso de destilería de alcoholes a partir del zumo de uva [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. https://riunet.upv.es/handle/10251/224567

Wireman, T. (2018). Developing performance indicators for managing maintenance (2nd ed.). Industrial Press.

Wixom, B. H., & Watson, H. J. (2001). An empirical investigation of the factors affecting data warehousing success. MIS Quarterly, 25(1), 17–41. https://doi.org/10.2307/3250957