

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DESARROLLO DE ESTUDIO PARA LA GESTION Y USO DE
SOTFWARE EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL.

Alumno:

Sr. Juan José Cordero Trejo

Profesor Guía:

Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez

2024



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: DESARROLLO DE ESTUDIO PARA LA GESTION Y USO DE
SOFTWARE EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Nombre del candidato(a): Juan José Cordero Trejo

Carrera / Grado: Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Campus: Viña del Mar ; Departamento: Departamento de Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Félix Pizarro Martínez, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 18/08/2025; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 18/08/2025

; Firma: _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

KEYWORDS: RELEVANCIA E IMPORTANCIA DEL USO DE SOFTWARE EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

En el contexto industrial actual, el buen control de mantenimiento es una base clave para la continuidad operativa y la competitividad. Este estudio aborda la problemática de optimizar dicha gestión mediante el empleo de programas de computadora dedicados. Comienza con una revisión exhaustiva de los equipos y sistemas de mantenimiento industrial, analizando de cerca sus características, propósitos, beneficios e inconvenientes. Se identifican los problemas más recurrentes en su aplicación, destacando no solo los desafíos técnicos, como los altos costos y la complejidad de la integración, sino también los factores organizativos como la resistencia al cambio y la capacitación insuficiente del personal.

Más tarde, la investigación compara 22 herramientas del mercado, incluidas IBM Maximo, SAP PM y Oracle Eam, calificándolas en facilidad de uso, características, compatibilidad, precio, potencial de crecimiento y estándares de seguridad. Este análisis cuantitativo ayuda a identificar las mejores opciones para las diferentes industrias, determinando que los sistemas basados en EAM se destacan en entornos complejos.

Al final, esta evaluación concluye con el diseño y proposición de una metodología estructurada para la implementación efectiva de un software de mantenimiento. Dicha metodología, que considera las fases esenciales de diagnóstico, planificación, capacitación, integración y monitoreo continuo, se confirma mediante la proyección de su impacto en Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs), lo que demuestra que su uso adecuado puede mejorar las ventajas operativas y mejorar la toma de decisiones estratégicas en la empresa.

ÍNDICE

RESUMEN	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	7
INDICE DE GRAFICOS	8
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA	9
INTRODUCCIÓN	0
OBJETIVO GENERAL	1
OBJETIVO ESPECÍFICO	1
CAPÍTULO 1: Análisis de software en mantenimiento industrial Características, ventajas, limitaciones y problemas más frecuentes.	2
1. INTRODUCCION AL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.	3
1.1. SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.	3
1.1.1. Importancia del software en el contexto del mantenimiento industrial	3
1.1.2. Evolución histórica y desarrollo del software de mantenimiento industrial	4
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.	5
1.3. Características principales del software de mantenimiento industrial.	6
1.4. Ventajas y beneficios de la implementación de software en mantenimiento industrial.	9
1.4.1. Datos de Beneficios de Uso Informativo.	11
1.4.2. Ventajas y beneficios ejemplificados	12
1.5. Estrategia organizacional.	14
1.5.1. Análisis de Necesidades y Objetivos.	14
1.5.2. Investigación y Selección de Software.	15
1.5.3. Planificación de Implementación.	15
1.5.4. Capacitación del Personal.	15
1.5.5. Integración con Procesos Existentes.	15
1.5.6. Monitoreo y Evaluación Continua.	16
1.5.7. Gestión de Cambios y Actualizaciones.	16
1.5.8. Cultura de Mejora Continua.	16
1.6. Limitaciones y desafíos de los softwares en el contexto industrial.	17
1.6.1. Acceso y Conectividad Limitada.	17
1.6.2. Complejidad Técnica.	17
1.6.3. Altos Costos de Implementación.	17

1.6.4.	Capacitación Insuficiente del Personal.	18
1.6.5.	Problemas de Integración con Sistemas Existentes.	18
1.6.6.	Dependencia de una Infraestructura Tecnológica Estable.	18
1.6.7.	Resistencia al Cambio (Factor Humano).	18
1.6.8.	Recopilación de Datos Incompleta o Inexacta.	19
1.6.9.	Actualización y Mantenimiento del Software.	19
1.7.	Problemas frecuentes en el uso de software de mantenimiento industrial.	19
1.7.1.	Factor Humano: Falta de Capacitación y Resistencia al Cambio.	19
1.7.2.	Problemas de Integración con Otros Sistemas.	20
1.7.3.	Capacitación Insuficiente del Personal.	20
1.7.4.	Recopilación de Datos Incompleta o Inexacta.	21
1.7.5.	Dependencia de Conectividad y Problemas de Acceso.	21
1.7.6.	Configuración Compleja y Falta de Personalización.	21
1.7.7.	Actualización y Mantenimiento del Software.	22
1.7.8.	Bajo Nivel de Utilización de Funcionalidades Avanzadas.	22
1.8.	Valor agregado de mejora.	22
1.8.1	Optimización de la Gestión del Tiempo	23
1.8.2	Mayor Vida Útil de los Equipos	23
1.8.3	Mejora de la Toma de Decisiones	23
1.8.4	Integración de Procesos Empresariales	24
1.8.5	Cumplimiento Normativo y Reducción de Riesgos	24
1.8.6	Aumento de la Satisfacción del Cliente	24
1.8.7	Impulso a la Innovación y Mejora Continua	25
CAPÍTULO 2: EVALUACION COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS Y PLATAFORMAS DE SOFTWARES PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.		26
2.	EVALUACION COMPARATIVA.	27
2.1.	Objetivo del Capítulo.	27
2.1.1.	Objetivos específicos del capítulo.	27
2.2.	Relevancia para la Tesis.	28
2.2.1.	Base Teórica y Práctica.	28
2.2.2.	Orientación para la Toma de Decisiones.	29
2.2.3.	Identificación de Áreas de Mejora.	29
2.2.4.	Sustento para Recomendaciones.	29
2.2.5.	Contribución a la Literatura Existente.	30
2.3.	Herramientas y Plataformas Evaluadas.	30
2.3.1.	Descripción breve de cada herramienta/plataforma seleccionada.	30

2.3.2.	IBM Máximo.	30
2.3.3.	SAP PM (Plant Maintenance).	31
2.3.4.	Infor EAM.	32
2.3.5.	Oracle eAM (Enterprise Asset Management).	33
2.3.6.	UpKeep.	33
2.3.7.	Fiix.	34
2.3.8.	Maintenance Connection.	35
2.3.9.	Hippo CMMS.	36
2.3.10.	ManagerPlus.	36
2.3.11.	Mpulse.	37
2.3.12.	eMaint CMMS.	38
2.3.13.	MEX.	39
2.3.14.	MicroMain.	40
2.3.15.	FacilityONE.	40
2.3.16.	Fleet Maintenance Pro.	41
2.3.17.	CHAMPS CMMS.	42
2.3.18.	Axxerion CMMS.	43
2.3.19.	AssetWorks EAM.	43
2.3.20.	Corrigo CMMS.	44
2.3.21.	SS-CMMS.	45
2.3.22.	Bigfoot CMMS.	46
2.3.23.	Blue Mountain RAM.	47
2.4.	Justificación de la selección de estas herramientas.	47
2.4.1.	Justificaciones más relevantes.	48
2.5.	Criterio de comparación de softwares de MANTENIMIENTO.	49
2.6.	Tabla de comparación.	51
2.6.1.	Facilidad de uso.	51
2.6.2.	Funcionalidades básicas.	51
2.6.3.	Compatibilidad e integración.	52
2.6.4.	Coste y modelo de licenciamiento.	52
2.6.5.	Escalabilidad y personalización.	53
2.6.6.	Seguridad y cumplimiento.	53
2.7.	Evaluación de softwares.	53
2.7.1.	Manufactura.	53
2.7.2.	Agricultura y Agroindustria.	54
2.7.3.	Energía y Útiles.	54
2.7.4.	Transporte y Logística.	55

2.7.5.	Salud.	55
2.7.6.	General.	56
2.8.	Tabla de Puntuación.	57
2.8.1.	Conclusión del Capítulo.	58
CAPÍTULO 3: Metodología para la Implementación de Software de Mantenimiento. 59		
3.1.	Introducción.	60
3.1.1.	Beneficios clave esperados con la implementación de Oracle eAM,	60
3.1.2.	Oracle eAM permitirá a las organizaciones.	61
3.2.	Diagnóstico Inicial y Requerimientos.	61
3.2.1.	Evaluación de los Procesos de Mantenimiento Existentes.	62
3.2.2.	Recursos Disponibles y Limitaciones.	62
3.3.	Selección del Software de Mantenimiento.	63
3.3.1.	Criterios de Selección.	63
3.3.2.	Comparación con Alternativas.	64
3.3.3.	Beneficios Esperados.	65
3.4.	Planificación de la Implementación.	66
3.4.1.	Etapas del Proceso de Implementación.	66
3.4.2.	Cronograma de Actividades.	69
3.4.3.	Carta Gantt de implementación de software.	70
3.4.4.	Asignación de Responsabilidades.	70
3.4.5.	Metodología de Control y Seguimiento.	71
3.4.6.	Conclusiones de la Sección 3.4.	72
3.5.	Capacitación del Personal y Gestión del Cambio.	72
3.5.1.	Plan de Formación del Personal.	72
3.5.2.	Fases de Capacitación.	72
3.5.3.	Estrategia de Gestión del Cambio.	73
3.6.	Integración y Monitoreo del Desempeño.	74
3.6.1.	Integración con Procesos Existentes.	74
3.6.2.	Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).	74
3.6.3.	Ejemplificación del Impacto de Oracle eAM en Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).	75
3.7.	Evaluación Continua y Mejora.	80
3.7.1.	Monitoreo del Desempeño del Software.	80
3.7.2.	Estrategia de Mejora Continua.	80
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES		82
BIBLIOGRAFÍA.		84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	diagrama de Características principales del software de mantenimiento industrial.
Figura 2-1	Logo software IBM Máximo.
Figura 2-2	Logo software SAP Plant Maintenance.
Figura 2-3	Logo software SAP Infor EAM.
Figura 2-4	Logo software Oracle eAM.
Figura 2-5	Logo software UpKeep.
Figura 2-6	Logo software Fiix.
Figura 2-7	Logo software Maintenance Connection.
Figura 2-8	Logo software Hippo CMMS.
Figura 2-9	Logo software ManagerPlus.
Figura 2-10	Logo software Mpulse.
Figura 2-11	Logo software eMaint CMMS.
Figura 2-12	Logo software MEX.
Figura 2-13	Logo software MicroMain.
Figura 2-14	Logo software FacilityONE.
Figura 2-15	Logo software Fleet Maintenance Pro.
Figura 2-16	Logo software Fleet CHAMPS CMMS.
Figura 2-17	Logo software Fleet Axxerion CMMS.
Figura 2-18	Logo software Fleet AssetWorks EAM.
Figura 2-19	Logo software Fleet Corrigo CMMS.
Figura 2-20	Logo software Fleet SS-CMMS.
Figura 2-21	Logo software Bigfoot CMMS.
Figura 2-22	Logo software Blue Mountain RAM.
Figura 3-1	Carta Gantt.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ventajas y beneficios ejemplificados.
Tabla 2-1	Clasificación facilidad de uso.
Tabla 2-2	Clasificación funciones básicas.

Tabla 2-3	Clasificación compatibilidad e integración.
Tabla 2-4	Clasificación coste y modelo de licenciamiento.
Tabla 2-5	Clasificación escalabilidad y personalización.
Tabla 2-6	Clasificación seguridad y cumplimiento.
Tabla 2-7	Clasificación softwares industria Manufactura.
Tabla 2-8	Clasificación softwares industria Agricultura y Agroindustria.
Tabla 2-9	Clasificación softwares industria Energía y Útiles.
Tabla 2-10	Clasificación softwares industria Transporte y Logística.
Tabla 2-11	Clasificación softwares industria Salud.
Tabla 2-12	Clasificación softwares industria General.
Tabla 2-13	Clasificación softwares.
Tabla 3-1	Cronograma de Actividades.

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-1	Datos de Beneficios de Uso Informativo
-------------	--

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

CBM: Mantenimiento Basado en Condición.

CHAMPS: Sistemas Computarizados de Gestión de Mantenimiento para sectores de Energía y Servicios Públicos.

CMMS: Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento.

EAM: Gestión de Activos Empresariales.

ERP: Planificación de Recursos Empresariales.

IBM: International Business Machines.

IoT: Internet de las Cosas.

KPI: Indicador Clave de Rendimiento.

MES: Sistema de Ejecución de Manufactura.

MTBF: Tiempo Medio Entre Fallos.

MTTR: Tiempo Medio de Reparación.

OKR: Objetivos y Resultados Clave.

RAM: Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos.

SS-CMMS: Soluciones Simples de Sistemas Computarizados de Gestión de Mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento en la industria es el trabajo que garantiza que la producción continúe sin problemas, manteniendo el equipo en buena forma el mayor tiempo posible y asegurándose de que toda la planta funcione bien. En el pasado, el seguimiento de mantenimiento cambió de registros escritos a mano en las hojas, una técnica que probablemente cometerá errores y perderá el tiempo, a la era de la computadora con la introducción de sistemas de mantenimiento digital. Hoy, estas herramientas son cruciales para que las organizaciones programen, ejecuten y analicen sus actividades de mantenimiento estratégicamente.

Sin embargo, incluso con la nueva tecnología, muchas empresas todavía luchan mucho. El problema principal es un estilo de gestión que a menudo no responde a los problemas, tomando medidas solo después de que haya ocurrido un error, lo que inevitablemente da como resultado un tiempo de inactividad no planificado más alto, mayores gastos de reparación y una eficiencia de recursos reducida. Esta situación se ve agravada por la falta de integración entre los diferentes sistemas de la planta, creando silos de información que evitan la decisión en datos precisos y actualizados.

Ante este punto de vista, este estudio tiene como objetivo llenar este vacío, proporcionando un análisis en profundidad que ilumina las herramientas que ahora se ofrecen y de manera más importante sugiere una estrategia para su aplicación exitosa. Al examinar las mejores opciones de software, el objetivo es mostrar las plataformas más útiles para cada situación comercial y crear pasos fáciles de seguir para ayudar a las empresas con su transformación a la era digital. El objetivo principal es ofrecer un activo táctico que ayude a los grupos a mejorar sus métodos de mantenimiento de una manera duradera, y la tecnología actual sirve como una chispa para el rendimiento de primer nivel.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una metodología estructurada para la selección e implementación de software de mantenimiento industrial, a partir de un análisis comparativo de 22 herramientas disponibles en el mercado. Esta metodología tiene como fin proporcionar una guía práctica a las empresas para mejorar su eficiencia operativa, validando su impacto potencial mediante la proyección de mejora sobre Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) como el Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), todo en el marco del desarrollo de este proyecto de titulación.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Revisar la información existente sobre software utilizados en mantenimiento industrial para comprender sus características, ventajas y limitaciones. Así reconocer los problemas más frecuentes en su uso.
- Evaluar las herramientas y plataformas de software disponibles en el mercado, comparando sus funcionalidades y beneficios para la gestión de mantenimiento industrial.
- Establecer una metodología integral para la implementación eficaz de software de mantenimiento industrial, que contemple las etapas de diagnóstico, selección, planificación, capacitación, integración y monitoreo continuo, con el fin de asegurar una transición fluida y maximizar los beneficios en términos de eficiencia operativa.

**CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE SOFTWARE EN MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS, LIMITACIONES Y
PROBLEMAS MÁS FRECUENTES.**

1. INTRODUCCION AL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Este capítulo analiza las herramientas de software para el mantenimiento industrial, detallando sus características esenciales, las ventajas de su adopción y los desafíos más comunes que surgen durante su implementación en el sector productivo.

1.1. SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

El mantenimiento industrial es una rama de la ingeniería que probablemente sea la más avanzada y evolutiva y que se ocupa principalmente de los componentes de producción y fabricación. Las últimas etapas de su evolución tienen ciertos vínculos con los sistemas industriales actuales más complejos.

El desarrollo y la aplicación de algunos CMMS (sistemas de gestión de mantenimiento informáticos) específicos han comenzado a gestionar de forma económica la creciente carga de trabajo de mantenimiento, de modo que tengan un enfoque de gestión más productivo que maximice sus operaciones de mantenimiento, mejore la eficiencia del proceso y garantice el rendimiento de los activos.

Con el software de gestión de mantenimiento, las corporaciones los utilizarían para una gestión exitosa en la planificación, programación, supervisión y análisis de todas las tareas asociadas con las actividades de mantenimiento. Proporciona una base de datos centralizada que mantendría toda la información relevante necesaria sobre el equipo y toda la actividad de mantenimiento para una toma de decisiones eficaz y una implementación gradual de estrategias de planificación basadas en datos.

1.1.1. Importancia del software en el contexto del mantenimiento industrial

En primer lugar, el software de gestión de activos ayuda a la empresa a tener un control eficiente y efectivo de sus activos respecto del registro completo y actualizado de los activos críticos, incluidos historial del mantenimiento, programación de actividades y estado de los equipos, que permite la adopción de decisiones informadas sobre la programación de los varios movimientos preventivos, predictivos y correctivos reducen

los costos asociados con mantenimiento y disminuyen los tiempos de inactividad no planeada y consiguen la mayor duración de utilidad de la maquinaria.

Si se aplica a la descripción anterior, si realmente se tiene en cuenta de la forma más absoluta, este software puede incluso facilitar una planificación y selección adecuada de un número significativo de repuestos en un almacén en particular. Registro exacto de todo tipo de inventario permanente y periódico, reabastecimiento de material y politización, además de la reducción del riesgo inherente a huelgas no planificadas en las que el inventario es insuficiente para el trabajo que necesita realizarse.

El software documenta y rastrea las actividades de mantenimiento de acuerdo con las regulaciones y requerimientos de seguridad. Esto incluye generar observaciones a partir de inspecciones, reparaciones y pruebas detalladas de informes, de tal manera que la operación se mantenga conforme a las expectativas de rendimiento.

1.1.2. Evolución histórica y desarrollo del software de mantenimiento industrial

Inicio Manual y en Papel: en los primeros días del mantenimiento industrial, las actividades de mantenimiento se gestionaban en papel, y la conciencia de mantenimiento industrial se había documentado en archivos en un registro, órdenes de trabajo y programas de mantenimiento. Este fue bastante restrictivo en términos de errores ineficientes y no lograba una buena gestión de los bienes.

Sistemas de Gestión Computarizados (CMMS): Con el advenimiento de la computación en los años 60 y 70, surgieron los primeros sistemas de gestión computarizados. Estos sistemas permitían a las empresas almacenar y gestionar electrónicamente los datos de mantenimiento, lo que mejoraba la eficiencia y la precisión de la gestión. Los primeros CMMS se centraban en la gestión de órdenes de trabajo y el seguimiento de inventarios.

Sistemas Integrados: La evolución del CMMS en la década de los ochenta y noventa era mucho más avanzada, incluyendo una integración bastante adecuada de ERP que se podía modelar en conjunto con los sistemas de soporte corporativo y así automatizar procesos. Con esto podría lograrse una mejor coordinación entre mantenimiento y otros departamentos como producción y recursos humanos.

Software de Análisis: El avance de la tecnología de sensores y el análisis de datos ha generado nuevas soluciones especialmente en el ámbito del mantenimiento preventivo y del mantenimiento predictivo. Estas soluciones hacen uso de datos en tiempo real para poder tener un seguimiento sobre la base en tiempo real del rendimiento de las maquinarias

y el resto de los activos y prever fallas de manera que un mantenimiento se lleva a cabo más proactivamente.

Nube y Movilidad: En los últimos 10 años, el software de mantenimiento basado en la nube ha sido relativamente popular. Permitió a los técnicos acceder a la información de mantenimiento desde cualquier lugar y en cualquier momento, es decir, mejorando la gestión remota y la colaboración. Además, la movilidad les permitió a los técnicos usar un dispositivo móvil para manejar órdenes de trabajo y registrar datos en campo.

Tecnología Emergente: Hoy en día, el mantenimiento industrial con las emergentes tecnologías, IoT, big data, sistemas de aprendizaje automático y de inteligencia artificial, quieren decir que se está integrando en el software de mantenimiento industrial todo esto en busca de una mayor visión para futuros desarrollos pero sobre todo del objetivo de monitorización más precisa y activación del mantenimiento en formato predictivo-total para sus efectos sobre una mayor eficiencia operativa como así también una disminución de los costos de mantenimiento.

1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

En la industria, el mantenimiento adecuado de los activos productivos es esencial para garantizar una operación continua y eficiente. Sin embargo, muchas empresas aún enfrentan dificultades para gestionar sus actividades de mantenimiento de manera efectiva. Los problemas más comunes incluyen la falta de planificación adecuada, la dependencia de métodos manuales y la falta de integración entre los sistemas utilizados en la planta. Estas deficiencias conducen a un aumento de los tiempos de inactividad no planificados, sobre costos, y una baja eficiencia en el uso de recursos.

Uno de los principales problemas radica en la gestión reactiva del mantenimiento, donde las actividades se realizan únicamente después de que ocurre una falla. Este enfoque resulta en una operación interrumpida, tiempos de inactividad imprevistos y costos de reparación elevados. La falta de previsión también afecta la vida útil de los equipos, provocando un desgaste prematuro y un costo total de propiedad más alto. Además, los métodos manuales o basados en documentos en papel son propensos a errores humanos, pérdida de información y falta de consistencia en el historial de mantenimiento.

Otro desafío importante es la falta de acceso a información actualizada y precisa sobre el estado de los activos. La falta de datos en tiempo real dificulta la identificación

de patrones de fallas y la implementación de un mantenimiento predictivo efectivo. Esta situación se ve agravada por la falta de integración entre los sistemas de gestión empresarial (ERP) y los sistemas de mantenimiento, lo que crea silos de información y reduce la eficiencia operativa.

1.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Una función esencial en diferentes industrias es el mantenimiento, enfrentando desafíos constantes a lo largo del tiempo. La administración de activos puede sobrecargarse en una empresa.

Automatizan el seguimiento de mantenimiento y además planean la ejecución de las actividades, lo que permite a las empresas operar de forma proactiva. El software de administración de mantenimiento automatiza las actividades repetitivas, monitorea las citas de mantenimiento programadas y transforma las tareas de trabajo completadas en facturas listas para el procesamiento.

Este software generalmente se integra con las herramientas de gestión de campo y servicios en tiempo real y asigna personal. También, aplicaciones especializadas para establecimiento y medición de objetivos y resultados clave, OKRs, ayuda a monitorear los objetivos estratégicos promoviendo transparencia en la organización como lo demuestra la figura 1-1.

Planificación y Control de Mantenimiento (PCM):

- Con el PCM, se planifica y se programa todo el mantenimiento, incluidos los de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo con el fin de llevar a cabo cada tarea a tiempo, lo cual minimiza el periodo de inactividad.
- Se sugiere incorporar técnicas más sofisticadas, tal como el mantenimiento basado en la condición (CBM), que utiliza instrumentos que determinan el momento más adecuado para realizar el mantenimiento, en base a un registro real del estado.

Gestión de Órdenes de Trabajo:

- Se simplifica la generación, envío y control de operaciones. Su uso implica la selección de tareas de la lista de prioridades, recursos asignados y progreso en tiempo real.
- Como un buen recurso es incluir un módulo de comunicación interna que permita a los técnicos actualizar el estado de las órdenes en tiempo real y reducir errores mediante la posibilidad de coordinación.

Monitorización en Tiempo Real:

- la vigilancia en tiempo real del sistema puede ayudar a las empresas para descubrir eventuales anomalías y problemas, antes de que se conviertan en errores críticos.
- Utilizar tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para obtener datos detallados sobre la situación de los distintos activos y así actuar para prevenir antes de que ocurra un deterioro.

Gestión de Inventarios:

- El soporte informático gestiona repuestos y materiales de inventarios necesarios para mantenimiento asegurando que estén disponibles los repuestos cuando sean necesarios.
- Se aconsejará dos maneras para automatizar y supervisar de la forma continua el comando de inventarios, una de la cual sería por medio de alarmas automáticas cuando los niveles disminuyan y así planificar la adquisición mucho antes, evitando los posibles retrasos.

Análisis y Reportes:

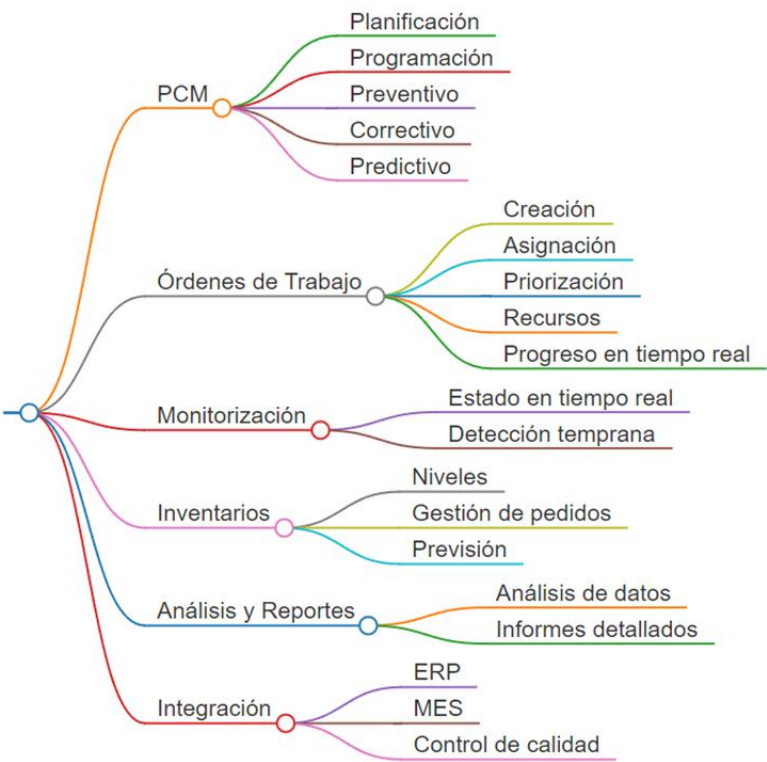
- El software permite el análisis y la emisión de informes personalizados que ayudan a las empresas a identificar patrones de fallos y tendencias que ayuden a mejorar la gestión de mantenimiento.
- La prioridad es la participación de informes que vienen con métricas críticas, como el tiempo promedio entre fallos (MTBF) y el tiempo promedio para una reparación (MTTR), dado que estos dos son esenciales para la mejora continua.

Integración con Otros Sistemas:

- El software de mantenimiento debe estar interconectado con los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), los sistemas de producción (MES) y otros. De esta manera, se obtienen resultados empresariales y se logra una mayor eficiencia operativa.
- La integración con ERP ayuda a gestionar los recursos, como los costos y el personal, de una forma aún mejor, y a coordinar eficazmente los departamentos de mantenimiento, producción y finanzas.

Capacidades de Movilidad:

- Es extremadamente importante disponer de una versión móvil de software que permita a los técnicos gestionar la activación de las órdenes de trabajo directamente desde el campo, para optimizar la eficiencia y reducir su tiempo de respuesta.
- Un aspecto clave es, por lo tanto, que las aplicaciones móviles puedan trabajar en un sistema de modo offline, lo que permite a los técnicos seguir operando aun en lugares de baja conectividad.



Fuente: Elaboración propia en base a punto 1.3.

Figura 1-1 diagrama de Características principales del software de mantenimiento industrial

1.4. VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Uno de los beneficios de la implementación de software de mantenimiento es que optimiza la administración del proceso de adopción y mayor eficiencia en el funcionamiento de las operaciones. A continuación, se detallan los principales beneficios como lo demuestra la tabla 1-1:

Planificación Eficiente de Tareas:

El software automatiza la planeación de trabajos de mantenimiento preventivo y condiciones predeterminadas, lo que asegura que las actividades planeadas serán realizadas no más tarde de su fecha establecida, minimizando la intervención manual. Así impedirá la detención repentina, lo que reducirá el tiempo de inactividad.

Reducción de Costos Operativos:

Con la óptima utilización de recursos, se puede reducir considerablemente el costo de mantenimiento correctivo. Dado que todo el equipo funcionará óptimamente antes del mal funcionamiento, se evita la reparación costosa y se alargará la duración de vida de los activos.

Mejora de la Seguridad:

Mantener los equipos con la norma y apegarse a las regulaciones, son ventajas directamente aportadas por la utilización de software de mantenimiento. Dado que el software lleva el registro y la programación de mantenimiento de forma automática, garantiza el cumplimiento general de las normas y descarta cualquier peligro de accidentes.

Aumento de la Productividad:

Los técnicos tienen acceso en tiempo real a la información de los trabajos en curso, lo que facilita su manejo y mejora la comunicación en el departamento de

mantenimiento. La posibilidad de crear y modificar trabajos desde cualquier lugar, usando aplicaciones móviles, brinda un aumento notable en la productividad.

Gestión Eficiente de Inventarios:

Esta aplicación es buena ya que ayudara a los gestores a organizar ingeniosamente sus reservas. Puede seguir controlando perfectamente los niveles de suministros de stocks mientras levanta las partes necesarias. Esto ahorra el camino para la disponibilidad de estos materiales críticos evitando así las demoras en las reparaciones.

Reducción del Tiempo de Inactividad:

Movimientos eficaces en el mantenimiento preventivo y predictivo reducen el tiempo de inactividad por avería de los equipos. Se incrementará la disponibilidad de los activos además de mejorar la eficiencia operativa. Los estudios también establecen que, en general, el uso de un software de mantenimiento puede minimizar la interrupción del trabajo en hasta un 50%.

Análisis y Toma de Decisiones Basada en Datos:

Dicha solución realizada cuenta con grandes capacidades de análisis y elaboración de informes. Así, se obtiene una firme idea de cuán bien están funcionando los activos y de lo mucho que cuesta su mantenimiento. Esto ayuda mucho a tomar decisiones informadas, así como a identificar ciertos espacios en los que se puede mejorar, y lleva hacia una forma más estratégica de gestión.

Cumplimiento Normativo y Documentación:

El software facilita la documentación y el seguimiento de las actividades de mantenimiento, generando informes detallados para poder cumplir con los requisitos normativos y de seguridad. Mejora tanto la calidad de las operaciones en sí como la calidad de que se cumplan todos los estándares determinados.

Mejora en la Coordinación y Colaboración:

La integración del software de mantenimiento con otros sistemas empresariales (ERP, MES, etc.) facilita la coordinación de las distintas áreas, mejorando la fluidez de la

información y garantizando una mayor uniformidad administrativa de las operaciones. También promueve una colaboración más efectiva con otros departamentos.

Reducción del Papeleo y Simplificación de Procesos:

Con la gestión de los documentos y realización automática de cargos por parte del software, ahora presentamos una importante reducción de papel administrativo. De esta manera facilita una mejor y más pronta información, elimina errores, simplifica el manejo de los datos y mejora la precisión de registros.

Capacidades de Movilidad y Flexibilidad:

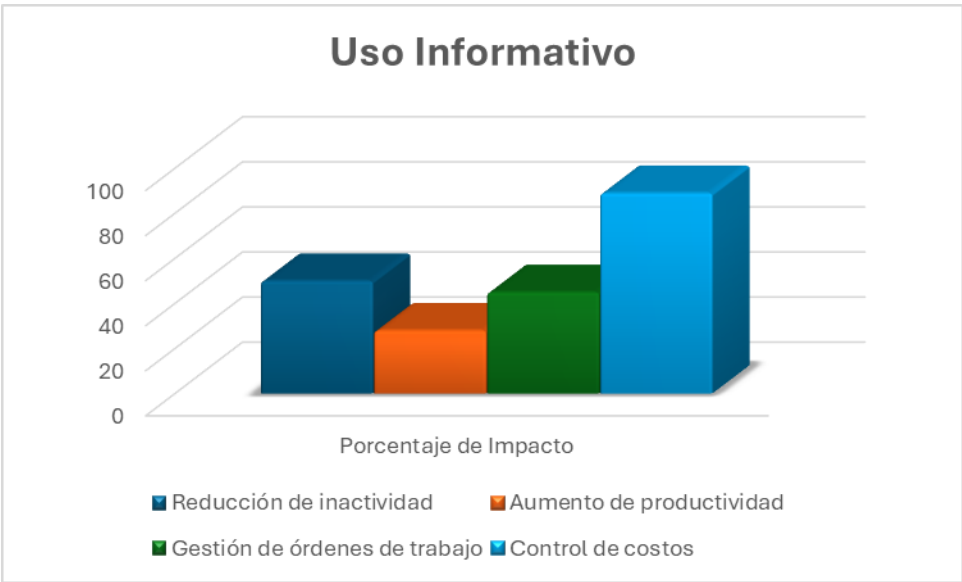
Con las ediciones móviles de software, los técnicos pueden ejecutar sus tareas sin estar en una oficina o sin necesidad de tener una computadora desde la que acceder. Esto introduce flexibilidad en el procedimiento de mantenimiento y permite a tales responsables por órdenes de trabajo poder realizar sus tareas en terreno, asegurando una respuesta rápida y eficaz.

1.4.1. Datos de Beneficios de Uso Informativo.

- Reducción del Tiempo de Inactividad: Las empresas que utilizan software de mantenimiento experimentan una reducción del 50% en el tiempo de inactividad no planificado.
 - Aumento de la Productividad: La eficiencia operativa puede aumentar en un 28%.
 - Eficiencia en la Gestión de Órdenes de Trabajo: El tiempo para procesar una orden de trabajo puede reducirse hasta en un 45%.
 - Control de Costos: El 89% de las organizaciones experimentan una reducción en los costos de mantenimiento.
- I. Reducción del tiempo de inactividad: según un estudio llevado a cabo por Aberdeen Group, las empresas que utilizan software de mantenimiento experimentan un 50% menos de tiempo de inactividad no planificado.
 - II. Aumento de la productividad: Otro informe de Aberdeen Group encontró que las empresas con software de mantenimiento pueden lograr un aumento del 28% en la eficiencia operativa con su buen uso.

- III. Eficiencia en la gestión de órdenes de trabajo: Según un informe de IBM, las empresas pueden reducir el tiempo para procesar una orden de trabajo hasta en un 45% con la implementación de software de mantenimiento, este es uno de los mayores impactos que tiene su uso.
- IV. Control de costos: Un estudio de la investigación TechValidate encontró que el 89% de las organizaciones que implementaron software de mantenimiento industrial experimentaron una reducción en los costos de mantenimiento como lo demuestra el gráfico 1-1.

Gráfico 1-1 Datos de Beneficios de Uso Informativo



Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. Ventajas y beneficios ejemplificados

Tabla 1-1: Ventajas y beneficios ejemplificados.

Ventaja/Beneficio	Descripción	Ejemplo Ilustrativo
Planificación Eficiente de Tareas	Automatiza la planificación del mantenimiento preventivo y predictivo para evitar fallas inesperadas y garantizar el cumplimiento de las tareas.	El sistema programa automáticamente la revisión de un motor cada 500 horas de uso.
Reducción de Costos Operativos	Minimiza los costos relacionados con el mantenimiento correctivo, mejorando la eficiencia a	Los sensores detectan vibraciones anormales y permiten reemplazar una pieza antes de que falle.

	través de un enfoque proactivo.	
Mejora de la Seguridad	Garantiza que los equipos se mantengan bajo estándares de seguridad, reduciendo el riesgo de accidentes.	Los informes automatizados aseguran que se realicen todas las inspecciones de seguridad requeridas.
Aumento de la Productividad	Permite a los técnicos acceder y actualizar órdenes de trabajo en tiempo real, reduciendo el tiempo perdido en procesos manuales.	Un técnico puede actualizar una orden directamente desde su Tablet mientras está en el lugar de trabajo.
Gestión Eficiente de Inventarios	Monitorea los niveles de inventario y genera alertas para garantizar la disponibilidad de repuestos críticos.	El software envía una alerta cuando un repuesto crítico está por debajo del nivel mínimo establecido.
Reducción del Tiempo de Inactividad	Minimiza el tiempo de inactividad de los equipos al planificar mantenimientos antes de que ocurran fallas.	Una fábrica reduce el tiempo de inactividad un 50% gracias al mantenimiento predictivo.
Análisis y Toma de Decisiones	Proporciona datos detallados para tomar decisiones informadas sobre el reemplazo o mantenimiento de equipos.	Un gerente utiliza los datos para decidir reemplazar una bomba con alta frecuencia de fallas.
Cumplimiento Normativo y Documentación	Automatiza la generación de informes de cumplimiento, facilitando las auditorías y ahorrando tiempo en la documentación.	Generación automática de reportes para auditorías de seguridad.
Mejora en la Coordinación	Facilita la integración con otros sistemas empresariales, mejorando	El equipo de producción y el de mantenimiento acceden a la misma

	la comunicación y coordinación entre departamentos.	información actualizada en tiempo real.
Reducción del Papeleo	Digitaliza las órdenes de trabajo y la documentación, eliminando el papeleo y simplificando los procesos administrativos.	Los técnicos completan los reportes en sus dispositivos móviles, eliminando la necesidad de formularios en papel.
Capacidades de Movilidad	Permite a los técnicos gestionar las órdenes desde cualquier ubicación, incluso sin conexión a internet, mejorando la flexibilidad.	Juan actualiza las órdenes desde el campo y el sistema se sincroniza cuando tiene señal.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. ESTRATEGIA ORGANIZACIONAL.

La implementación de un software de mantenimiento industrial debe ir de la mano con la estrategia corporativa de las empresas, de manera que se maximicen los beneficios a nivel operativo, se minimicen los costos y se mejore la eficiencia a todos los niveles. A continuación, se detallan los pasos estratégicos para una implementación exitosa:

1.5.1. Análisis de Necesidades y Objetivos.

Evaluar las necesidades específicas de mantenimiento: El análisis de las necesidades específicas de la organización debe realizarse antes de cualquier implementación de software. Esto incluye la identificación de las áreas que necesitan mejoras y la definición clara de los objetivos finales deseados, como la reducción de los tiempos de inactividad o la mejora de la eficiencia de los procesos.

Objetivos específicos para establecer: Por ejemplo, uno de los objetivos establecidos podría ser que, al final del primer año, los costos de mantenimiento preventivo se reduzcan en un 30 %. Este tipo de objetivos específicos ayudan en gran medida a medir la efectividad del software y su impacto en la operación.

1.5.2. Investigación y Selección de Software.

Investigación de mercado: Realizar una profunda investigación de toda la gama de software disponible en el mercado incluyendo, pero no limitándose a las características, la facilidad de uso, el servicio/apoyo, el costo y lo más importante la integración automatizada con sistemas existentes como ERP o MES.

Evaluación basada en criterios clave: Seleccionar la solución de software que corresponde a las características y las exigencias de la organización, es decir, que incluya monitoreo en tiempo real, análisis predictivo y un acceso al interfaz intuitivo. Por ejemplo, en caso de que esta empresa tenga que adoptar la tecnología móvil, la prioridad se otorgaría a aquellas soluciones técnicas que ofrezcan aplicaciones móviles con buena funcionalidad.

1.5.3. Planificación de Implementación.

Establecer un cronograma de implementación: elaborar un plan integral con etapas para la implementación, asignación de recursos y plazos. Debe incluir la instalación y configuración del software y su integración con los sistemas existentes.

Asignación de responsabilidades: formar un equipo de implementación especializado que coordinaría todas las actividades relacionadas con la incorporación de miembros del equipo de TI y de los departamentos de mantenimiento y otros departamentos relevantes.

1.5.4. Capacitación del Personal.

Capacitación adecuada y continua: capacitación adecuada a los usuarios finales de todo tipo de software para que comprendan la funcionalidad y cómo utilizarlo de manera eficiente, incluyendo capacitación inicial, manuales de uso y demostraciones prácticas que refuercen el proceso de aprendizaje.

Desarrollar tutoriales personalizados: son tutoriales creados especialmente para cada rol de usuario que utilizará el software (por ejemplo, técnicos de mantenimiento, gerentes, etc.), de modo que todos aprendan solo aquellas funcionalidades relevantes para sus actividades diarias.

1.5.5. Integración con Procesos Existentes.

Adaptar el software a la organización: Asegurarse de que el software integra sin problemas en los procesos y sistemas existentes. Puede requerir cambios en el software y cambios en los procesos actuales de la empresa.

Sincronización de datos: Integración fluida con otros sistemas empresariales en las que la información se mantiene coherente y actualizada entre departamentos, mejorando la comunicación entre ellos.

1.5.6. Monitoreo y Evaluación Continua.

Definir métricas clave de rendimiento (KPIs): algunos ejemplos pueden incluir el tiempo de inactividad, el costo de mantenimiento por activo y la eficacia del mantenimiento preventivo. Estas métricas ayudarán a evaluar el impacto de los cambios de software y a ajustarlos cuando sea necesario.

Evaluación regular: realice reuniones de revisión periódicas para evaluar el rendimiento del software y averiguar si se han cumplido los objetivos. Ajuste el plan de mantenimiento según los hallazgos obtenidos.

1.5.7. Gestión de Cambios y Actualizaciones.

Adaptarse a los cambios: Requiere la implementación de un sistema de gestión de cambios y actualización muy flexible dentro del software de la aplicación para que los usuarios puedan adaptarse a nuevas funcionalidades o requisitos sin perturbar las operaciones diarias.

Establecer una estrategia de comunicación: Asegurarse de que todos los usuarios estén informados y capacitados en caso de que se produzcan cambios en el software para minimizar la resistencia y aumentar la aceptación.

1.5.8. Cultura de Mejora Continua.

Fomentar la mejora continua: Promover una cultura organizacional que valore la mejora continua en los procesos de mantenimiento. Motivar a los empleados a sugerir mejoras y participar activamente en la implementación de dichas mejoras.

Recompensar la iniciativa: Reconocer y recompensar a los empleados que aporten nuevas ideas o mejoras en el uso del software; esto motivará a muchas otras personas a involucrarse y buscar la eficiencia.

1.6. LIMITACIONES Y DESAFÍOS DE LOS SOFTWARES EN EL CONTEXTO INDUSTRIAL.

Hoy en día, la tecnología junto con las herramientas inteligentes es algo fundamental en cualquier industria alrededor del mundo, adquiriendo este beneficio para optimizar las operaciones, mejoras de productividad y ventaja competitiva en los resultados deseados. Sin embargo, no todo es bueno ya que el potencial del software tiene diversos retos y limitaciones.

1.6.1. Acceso y Conectividad Limitada.

Desafío: En muchas regiones industriales, especialmente en áreas rurales o en países en desarrollo, la infraestructura de Internet suele ser limitada. Esto entorpece el acceso a soluciones de software basadas en la nube o funcionalidades de monitoreo en tiempo real.

Impacto: La interrupción de la conectividad dificultaría el acceso oportuno a la información de mantenimiento y restringiría las capacidades del sistema para operar de manera efectiva.

1.6.2. Complejidad Técnica.

Desafío: El software moderno para mantenimiento como los sistemas de gestión de mantenimiento computarizados (CMMS), generalmente son herramientas difíciles de implementar y operar, ya que requiere una cierta cantidad de conocimientos técnicos por parte de los empleados, que no están disponibles inicialmente en la organización.

Impacto: Tal complejidad conduce a una curva de aprendizaje pronunciada; por lo tanto, se requiere una adopción lenta del sistema y una fuerte inversión en capacitación de los usuarios.

1.6.3. Altos Costos de Implementación.

Desafío: La implementación de un software de mantenimiento implica un presupuesto considerable, principalmente en términos de costos de licencia, adquisición de hardware y recursos humanos para instalarlo y administrarlo.

Impacto: Una inversión de este tipo sería mucho más que un obstáculo para pequeñas y medianas empresas, ya que no sería fácil justificarla en vista de los beneficios a largo plazo que generalmente serían inciertos.

1.6.4. Capacitación Insuficiente del Personal.

Desafío: el personal de mantenimiento generalmente no está capacitado para usar todo el potencial del software, porque no se les ha capacitado durante el proceso. Este mal uso del sistema limita a su vez los beneficios de este.

Impacto: Esto también puede resultar en que los técnicos y otros usuarios experimenten problemas en el uso del software: errores, falta de confianza en ese sistema, y el hecho de que no se lo esté usando de la manera óptima.

1.6.5. Problemas de Integración con Sistemas Existentes.

Desafío: La integración del software de mantenimiento con otros sistemas empresariales, ya sea ERP, MES u otros sistemas de calidad, suele ser un gran desafío debido a una falta de coincidencia en los requisitos técnicos.

Impacto: Las ineficiencias derivadas de esta falta de integración dificultan mucho la sincronización de datos y conducen a la duplicación de esfuerzos, lo que limita los posibles efectos positivos del software en la eficiencia operativa.

1.6.6. Dependencia de una Infraestructura Tecnológica Estable.

Desafío: La mayoría de las funcionalidades avanzadas, como el monitoreo en tiempo real, requieren una infraestructura robusta capaz de transferir datos de manera continua desde los equipos a los servidores.

Impacto: En caso de que la infraestructura de la empresa no esté preparada para manejar la cantidad de datos o si ocurre una falla externa del hardware, la capacidad del software para cumplir con su propósito se verá comprometida.

1.6.7. Resistencia al Cambio (Factor Humano).

Desafío: Los empleados suelen resistirse a una nueva aplicación de software de mantenimiento, principalmente cuando reemplaza sus métodos tradicionales. Toda esta resistencia se debe principalmente al miedo a lo desconocido y a la percepción de que este software es obsoleto o poco útil.

Impacto: La resistencia al cambio contribuiría en gran medida a ralentizar todo el proceso de adopción del software, lo que priva a este sistema de la eficacia que genera al no utilizarlo en todo su potencial.

1.6.8. Recopilación de Datos Incompleta o Inexacta.

Desafío: Registrar los equipos y las actividades de mantenimiento es una de las principales funciones del software de gestión de mantenimiento. Pero si los técnicos no registran los datos de forma precisa o completa, esta información se vuelve poco confiable.

Impacto: Limitaciones de datos parciales o inexactos en las capacidades analíticas del software, lo que afecta negativamente la toma de decisiones basada en datos y podría dar como resultado un mantenimiento deficiente de los equipos.

1.6.9. Actualización y Mantenimiento del Software.

Desafío: El software de mantenimiento necesitaría actualizaciones periódicas para ayudar a mejorar la seguridad, proporcionar nuevas funciones y eliminar errores. Actualizar el software resultará costoso y requerirá experiencia para la instalación.

Impacto: Si no se actualiza el software, el sistema podría tener fallas potenciales, amenazas de seguridad y funcionalidades obsoletas frente a los cambiantes requisitos del mercado.

1.7. **PROBLEMAS FRECUENTES EN EL USO DE SOFTWARE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.**

El software de mantenimiento es la herramienta más eficaz que se puede utilizar como instrumento en todas las áreas de mantenimiento. Sin embargo, no es óptimo debido a su uso básico o a la falta de conocimientos adecuados sobre cómo utilizarlo.

Por ello, siempre tenemos problemas asociados con el uso del software de mantenimiento industrial.

1.7.1. Factor Humano: Falta de Capacitación y Resistencia al Cambio.

Problema: Aunque el problema más importante del uso de software de mantenimiento es el aspecto humano, muchas veces se debe a una formación inadecuada

de los usuarios. No todos han recibido una formación completa sobre cómo utilizar las funciones del sistema en todo su potencial.

Causa: La mayoría de los empleados sólo saben utilizar las funciones fundamentales del software porque no hay una formación formal y continua. No consiguen descubrir muchas funciones avanzadas. Los trabajadores tampoco quieren cambiar su forma de hacer las cosas y prefieren quedarse con el enfoque tradicional que aprender otro sistema.

Consecuencia: Mal funcionamiento y pérdida de oportunidades para una organización que utiliza un software que le permite recibir beneficios.

1.7.2. Problemas de Integración con Otros Sistemas.

Problema: El software de mantenimiento podría tener problemas para integrarse con otros sistemas empresariales como ERP, MES y sistemas de gestión de calidad.

Causa: La razón de esto podría ser un estándar diferencial de comunicaciones o la falta de coincidencia en la infraestructura tecnológica que provoca que los datos no fluyan fácilmente entre los sistemas.

Consecuencia: El resultado de esta falta de integración es la duplicación del trabajo, errores en el intercambio de información y fallas en la toma de decisiones oportunas, ya que la información no siempre está actualizada o disponible de forma centralizada.

1.7.3. Capacitación Insuficiente del Personal.

Problema: La capacitación adecuada y en ocasiones el desarrollo inadecuado del personal suele limitar el momento y la forma de aceptación de los sistemas a nivel organizacional.

Causa: Esto es así porque la capacitación inicial no siempre incluye lo que más le interesa a la audiencia o, en muy pocos casos, programa la capacitación para tener algunas actualizaciones con nuevas funcionalidades o aclaración de dudas que surgen del uso diario.

Consecuencia: Esto lleva a errores de ingreso o actualización de datos en el sistema y, en consecuencia, a una falta de confianza en el sistema, anulando así todas las posibles ventajas que podría brindar el software y, en el peor de los casos, incurriendo en mayores costos de mantenimiento de órdenes de trabajo mal administradas.

1.7.4. Recopilación de Datos Incompleta o Inexacta.

Problema: Un problema muy común hoy en día es la recopilación incompleta o inexacta de datos de mantenimiento, lo que afecta directamente a la calidad de la información en la que se basa el análisis posterior para la toma de decisiones.

Causa: Las fuentes de esto suelen ser errores humanos, ya sea por descuido al introducir la misma información o por la falta de estandarización de los datos de registro. Algunos empleados también consideran la recopilación de datos como una tarea adicional, carente de valor, y por lo tanto no le dan importancia.

Consecuencia: Los datos erróneos o incompletos hacen que el análisis del rendimiento y las decisiones consecuentes basadas en dichos datos no sean fiables, lo que puede dar lugar a un mantenimiento costoso y derrochador.

1.7.5. Dependencia de Conectividad y Problemas de Acceso.

Problema: Muchas aplicaciones de software de mantenimiento requieren una conexión a Internet o una infraestructura de red confiable para funcionar de manera eficaz.

Causa: La infraestructura de algunos edificios no está preparada para soportar conexiones continuas de alta velocidad, especialmente en áreas rurales y algunos edificios remotos.

Consecuencia: La falta de conectividad puede impedir que los técnicos accedan al software en el campo, lo que retrasa las actualizaciones de las órdenes de trabajo y limita la visibilidad del estado del mantenimiento fuera de ese contexto.

1.7.6. Configuración Compleja y Falta de Personalización.

Problema: La configuración inicial del software puede ser realmente compleja y, en ocasiones, totalmente desalineada con las necesidades de la organización.

Causa: Muchos softwares de mantenimiento tienen una gran cantidad de funciones, pero estas no se adaptan fácilmente a una empresa en particular. Además, el sistema puede terminar no ajustándose a las prácticas de procesos de negocios existentes debido a una mala consultoría durante la fase de implementación.

Consecuencia: Los usuarios dejan de utilizar el software en el que ya han invertido porque se sienten frustrados. No solo pierden el retorno de la inversión, sino que también requieren mucho más en términos de consultoría externa para la resolución de problemas y la personalización del software en sí.

1.7.7. Actualización y Mantenimiento del Software.

Problema: La actualización del software y el mantenimiento del sistema pueden resultar problemáticos tanto desde el punto de vista de la inversión como de la disponibilidad.

Causa: Las actualizaciones disponibles suelen ser complejas y, por lo general, el proceso de actualización implica tiempos de inactividad del sistema, lo que interrumpe las operaciones comerciales diarias. Algunas actualizaciones también implican costos que pueden no haberse tenido en cuenta en el presupuesto original.

Consecuencia: Retrasar la instalación o no realizar actualizaciones hace que el software se vuelva obsoleto, menos seguro y tenga la posibilidad de fallas, lo que puede afectar la funcionalidad.

1.7.8. Bajo Nivel de Utilización de Funcionalidades Avanzadas.

Problema: Los usuarios utilizan mayoritariamente las funciones básicas del software e ignoran funciones avanzadas como el mantenimiento predictivo o el análisis de datos.

Causa: Principalmente por falta de formación o desconocimiento de la capacidad total del software, también puede deberse a una falta de flexibilidad para cambiar los procesos de trabajo o a una avalancha de funcionalidades, que puede abrumar a los usuarios.

Consecuencia: No utilizar estas funcionalidades se traduce en una reducción de la eficacia en el uso del software, y por tanto la organización pierde oportunidades de mejorar sus procesos y mejorar la eficiencia de las operaciones.

1.8. VALOR AGREGADO DE MEJORA.

La implementación de un software de mantenimiento industrial no solo mejoraría las actividades de mantenimiento, sino que también aportaría un gran valor añadido a toda la operación de la empresa. Este resultado de valor añadido, a partir de entonces, se hace visible en varias áreas clave, impulsando así la eficiencia y la competitividad de la organización empresarial. Las implicaciones significativas en los aspectos de mejora se describen a continuación:

1.8.1 Optimización de la Gestión del Tiempo

Reducción del Tiempo de Inactividad: El software de mantenimiento programado aumenta la eficacia en el trabajo de la administración sobre actividades de mantenimiento preventivo y predictivo que se traducen en disminución de los tiempos de detenimiento no planificado. Esta mejora contribuye en mejoras directas de la disponibilidad operativa de los equipos, asegurando una producción regular en proceso sin interrupciones innecesarias.

Agilización de Tareas Administrativas: La digitalización de Órdenes De Trabajo y automatización de procesos permite que los técnicos dediquen mucho tiempo a las actividades principales versus dedicarlos a los trabajos administrativos, como toma de registro manual. Eso aumenta la eficiencia y productividad del equipo de administración.

1.8.2 Mayor Vida Útil de los Equipos

Mantenimiento Basado en la Condición: Utilizando herramientas avanzadas de monitorización en tiempo real e inteligencia artificial, el software puede identificar problemas antes de que ocurran fallas mayores. Esto permite realizar un mantenimiento más dirigido, prolongando la vida útil de los equipos y mejorando el rendimiento general.

Optimización de Repuestos y Recursos: El software gestionará los repuestos de forma jerárquica de inventario, lo que significa que el repuesto necesario siempre esté disponible, evitando las terminales o estaciones de almacenamiento adicionales innecesarias. Admitir a la firma el uso total de recursos y mejorar la vida de los equipos entra en ello eludir las reparaciones de última hora que podrían dañar su equipo.

1.8.3 Mejora de la Toma de Decisiones

Análisis Predictivo y Datos en Tiempo Real: El programa proporciona datos exactos y detallados acerca del rendimiento de los equipos, permitiendo que los administradores del mantenimiento utilicen el análisis predictivo para tomar decisiones informadas. Tener acceso a si reportes detallados permite a los gerentes entender rápidamente la esencia del trabajo emprendido y hacer que ciertos trabajos, es decir, la priorización adecuada de los planes de mantenimiento a alto nivel y planificados en el tiempo.

Identificación de Patrones de Fallos: Los modelos actuales permiten identificar los fallos recurrentes en modelos históricos, y tomar medidas preventivas al respecto. Este

sería, en general, el enfoque preventivo hacia la gestión de activos, el cual evitará numerosas pérdidas económicas, derivadas de fallos inesperados.

1.8.4 Integración de Procesos Empresariales

Flujo de Información Mejorado: La integración de una aplicación de gestión de mantenimiento con otros sistemas empresariales, tal como el ERP con el MES, permite que haya flujo constante de información en los distintos departamentos, por ejemplo, inventario de repuestos, que se actualiza automáticamente, facilita mucho la planificación y evita demoras que se pueden generar en las actividades de mantenimiento.

Mejora de la Colaboración: Los departamentos son más asociativos cuando se integran las facilidades entre un departamento y otro, y la información está plenamente disponible y en tiempo real para los equipos directores, lo que generalmente se traduce a una operación más sincronizada y a la eliminación de silos de información que limitan la productividad.

1.8.5 Cumplimiento Normativo y Reducción de Riesgos

Gestión del Cumplimiento: Con el uso de un software de mantenimiento, es posible que la empresa haga un registro muy detallado de lo que sucede en cada equipo, en lo que hay un registro de inspecciones provisionales y programas de mantenimiento obligatorio que pueden ser seguidos. Hay una garantía para el cumplimiento de estos estándares, riesgos legales reducidos, y mejora la seguridad laboral.

Reducción de Accidentes: Ayuda a reconocer las circunstancias que ponen en peligro a los empleados y a la vez realizar cualquier mantenimiento que deba hacerse antes de que sea demasiado tarde. Esta combinación de cosas resulta en la reducción de frecuencia en accidentes y mejora en términos generales de seguridad de toda la planta.

1.8.6 Aumento de la Satisfacción del Cliente

Fiabilidad del Servicio: Con la disminución de tiempo sin actividad, confiabilidad de la producción se garantiza y, de esta manera, tanto puede la empresa cumplir con los plazos de entrega como garantizar la calidad de sus productos producción, cuyas consecuencias son satisfacción del cliente y buena reputación para la organización.

Mejora de la Calidad del Producto: Un equipo de producción en buen estado origina un proceso de mayor eficiencia con menos capacidad de error y con ello se alcanza un aumento de la calidad del resultado del producto. El grado directo de mejora de calidad cobra mayor visibilidad debido al carácter de experiencia de cliente relacionado.

1.8.7 Impulso a la Innovación y Mejora Continua

Fomento de la Innovación: poner en funcionamiento un software de mantenimiento que impulse a la organización a adoptar tecnología sofisticada, como sensores inteligentes e Internet de las cosas (IoT), para mejorar el mantenimiento preventivo y predictivo, así como la eficiencia operativa. Enfoque tecnológico para crear una tendencia innovadora dentro de la empresa.

Base para la Mejora Continua: se dispone de datos en tiempo real, junto con las capacidades de análisis, que proporcionan la base para mejoras continuas de los procesos. La dirección ajusta y perfecciona constantemente sus estrategias de mantenimiento para lograr una mayor eficiencia operativa necesaria en toda la empresa.

En conclusión, el análisis de las características, ventajas y desafíos del software de mantenimiento demuestra que su correcta gestión es una decisión estratégica crucial. Habiendo establecido este marco teórico, el siguiente capítulo aplicará estos conceptos a través de una evaluación comparativa de las principales herramientas disponibles en el mercado, con el fin de identificar las soluciones más eficaces para diferentes contextos industriales.

**CAPÍTULO 2: EVALUACION COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS Y
PLATAFORMAS DE SOFTWARES PARA LA GESTION DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.**

2. EVALUACION COMPARATIVA.

El objetivo principal de este capítulo es ofrecer una visión más detallada de las herramientas y plataformas de gestión de resultados disponibles en el mercado para la gestión del mantenimiento industrial. La evaluación se centrará en la identificación y el análisis de las principales funcionalidades y beneficios que ofrece cada solución, con el fin de proporcionar una guía práctica para seleccionar la mejor alternativa de solución en función del contexto de los diferentes requisitos industriales.

2.1. OBJETIVO DEL CAPÍTULO.

El objetivo principal de este capítulo es llevar a cabo una revisión exhaustiva de las herramientas y plataformas de software disponibles en el mercado para la gestión de mantenimiento industrial. Esta evaluación se centrará en identificar y analizar las funcionalidades claves y los beneficios que cada herramienta ofrece, con el fin de proporcionar una guía práctica para la selección de la solución más adecuada para diferentes contextos industriales.

2.1.1. Objetivos específicos del capítulo.

Identificar y describir las principales herramientas y plataformas de software utilizadas en la gestión de mantenimiento industrial:

- Conlleva, como primer paso, analizar a fondo las herramientas y plataformas de software con más renombre y utilización en la industria impulsadas a ganar popularidad, los funcionamientos de estas herramientas para atender efectivamente varias necesidades de mantenimiento.

Comparar las funcionalidades claves de cada herramienta y plataforma, resaltando sus ventajas y desventajas:

- Cada uno de los mismos fue sometido a una evaluación pormenorizada de sus puntos de especificación. Lo incluido en la evaluación es la verificación directa de los atributos básicos y avanzados de las funcionalidades de las herramientas y otros aspectos.

Analizar los beneficios que cada solución aporta a la eficiencia operativa, la reducción de costos y la mejora en la toma de decisiones:

- Este objetivo va a revisar cómo pueden aportar ganancias en la eficiencia operativa y la rentabilidad de las operaciones en mantenimiento industrial. Destacará también cómo pueden posibilitar que se tomen mejores decisiones a través del uso de datos y análisis avanzados en el uso de una solución.

Proporcionar recomendaciones basadas en el análisis comparativo, orientadas a facilitar la elección de la herramienta más adecuada según las necesidades específicas de una organización:

- Bajo la perspectiva general de todos los análisis realizados, se formulará un conjunto de directrices claras y lógicas para ayudar a las organizaciones a seleccionar una herramienta de software verdaderamente indicada para sus especificidades individuales. Asimismo, esas directrices maximizarán los beneficios y reducirán costos, así como limitarán los desafíos asociados a la implementación de tecnologías nuevas para el mantenimiento.

2.2. RELEVANCIA PARA LA TESIS.

La relevancia de este capítulo para la tesis radica en varios aspectos fundamentales que fortalecen la investigación y proporcionan un marco teórico y práctico robusto.

2.2.1. Base Teórica y Práctica.

En el capítulo se presenta una sólida base teórica y práctica sobre las herramientas y plataformas de software para la gestión del mantenimiento industrial, por lo que esta base es más que necesaria para comprender todo el contexto tecnológico y los pilares de comparación necesarias e imprescindibles para investigar la mejora de la eficiencia y eficacia del mantenimiento industrial. Lo que se requerirá en estos ejercicios será la combinación de teoría y práctica que asegure que la investigación sea integrada y aplicable en entornos reales.

2.2.2. Orientación para la Toma de Decisiones.

Al proporcionar un análisis detallado de las funcionalidades y beneficios de las diferentes herramientas, actúa como un manual práctico para los profesionales de la industria, quienes necesitan tomar decisiones informadas sobre la implementación de software de mantenimiento. Además, es relevante debido a su viabilidad y utilidad práctica para la tesis, ya que proporciona a los tomadores de decisiones la información necesaria para seleccionar la herramienta adecuada que optimizará las operaciones de mantenimiento.

2.2.3. Identificación de Áreas de Mejora.

La evaluación comparativa permite ver los puntos fuertes y débiles de cada herramienta y, de esta forma, entender en qué áreas se puede mejorar definitivamente la tecnología actual. Este análisis y la identificación de campos de aplicación efectiva en futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos en el mantenimiento de las industrias mostrarán grandes oportunidades para la innovación y las mejoras en la aplicación continua.

2.2.4. Sustento para Recomendaciones.

Las recomendaciones serían muy apreciadas al final del trabajo, por ejemplo, basadas en el análisis detallado realizado en este capítulo. Esto aumenta la credibilidad y validez de las sugerencias propuestas, ofreciendo a los lectores profesionales del sector información valiosa y práctica. Las recomendaciones basadas en datos y análisis comparativos tienen una fuerte base en la toma de decisiones estratégicas en el ámbito del mantenimiento industrial.

2.2.5. Contribución a la Literatura Existente.

La incorporación de este capítulo a la literatura existente tiene como objetivo brindar una evaluación nueva sobre la revisión actualizada y de vanguardia de las herramientas de software para la gestión del mantenimiento que resultará beneficiosa para académicos y profesionales, así como para un mayor desarrollo de este campo mediante la identificación de tendencias y tecnologías emergentes. También enriquece la literatura existente al aportar valor a través del efecto esclarecedor de nuevas investigaciones y estudios de casos.

En un sentido general, este capítulo es crucial para cualquier investigación posterior que se lleve a cabo en la tesis del estudiante, ya que brindará una narrativa detallada que presentará buenos argumentos tanto para el asesoramiento práctico como para un lugar para la investigación dentro de la teoría integrada de cualquier investigación. Al combinar un enfoque metodológicamente riguroso con una evaluación comparativa exhaustiva, el beneficio de este capítulo es no solo su enriquecimiento en el trabajo, sino también la guía práctica y estratégica para los profesionales de la industria en la adopción de tecnologías de mantenimiento más eficaces y eficientes.

2.3. HERRAMIENTAS Y PLATAFORMAS EVALUADAS.

2.3.1. Descripción breve de cada herramienta/plataforma seleccionada.

2.3.2. IBM Máximo.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: IBM Maximo como se ve en la figura 2-1, una solución de gestión de activos empresariales, las empresas pueden mejorar la administración del mantenimiento y reducir drásticamente sus costes de reparación.

Ventajas:

- Mejora la eficiencia operativa.
- Reduce costos mediante mantenimiento preventivo y predictivo.
- Aumenta la disponibilidad de activos.
- Herramientas de análisis avanzadas.

Desventajas:

- Alto costo inicial, especialmente para pymes.
- Curva de aprendizaje pronunciada.
- Requiere personal especializado.
- Complejidad en la configuración y personalización.



Figura 2-1 Logo software IBM Máximo.

Fuente: Internet.

2.3.3. SAP PM (Plant Maintenance).

Industria: Manufactura

Descripción: SAP PM como se ve en la figura 2-2 son las siglas de Mantenimiento en SAP, en referencia al módulo SAP ERP en el que tienen lugar las actividades de mantenimiento en una planta y la vinculación de los procesos ajenos al mantenimiento con los demás módulos SAP para mantener una gestión empresarial completa.

Ventajas:

- Mejora la eficiencia operativa y reduce costos.
- Información centralizada y en tiempo real.
- Cumple con normativas y es escalable.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Complejidad y curva de aprendizaje elevada.
- Requiere recursos significativos.
- Dependencia del ecosistema SAP.



Figura 2-2 Logo software SAP Plant Maintenance.
Fuente: Internet.

2.3.4. Infor EAM.

Industria: Energía y Utilities

Descripción: Infor EAM como se ve en la figura 2-3 es una potenciadora aplicación para la gestión de activos empresariales que hace que la eficiencia operativa y la visibilidad de los activos sean más fáciles. Esta es capaz de establecer altas capacidades de movilidad y análisis predictivo.

Ventajas:

- Optimiza activos y reduce costos.
- Visibilidad en tiempo real.
- Mejora la seguridad y la toma de decisiones.
- Escalable y flexible para varias industrias.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Curva de aprendizaje elevada.
- Requiere recursos significativos.
- Alta dependencia tecnológica.



Figura 2-3 Logo software SAP Infor EAM.
Fuente: Internet.

2.3.5. Oracle eAM (Enterprise Asset Management).

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: Oracle eAM como se ve en la figura 2-4 es uno de los módulos principales de la suite Oracle E-Business diseñado para la gestión de activos y la optimización de las operaciones de mantenimiento.

Ventajas:

- Integración completa con Oracle E-Business Suite.
- Mejora eficiencia y reduce costos.
- Visibilidad y control detallado de activos.
- Escalable y cumple con normativas.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Curva de aprendizaje significativa.
- Requiere recursos significativos.
- Dependencia del ecosistema Oracle.



Figura 2-4 Logo software Oracle eAM.

Fuente: Internet.

2.3.6. UpKeep.

Industria: Agricultura y Agroindustria

Descripción: UpKeep como se ve en la figura 2-5 es una admirable aplicación que gestiona obras de mantenimiento móvil. Permite al equipo crear órdenes de servicio, programar mantenimientos y hacer seguimiento en tiempo real.

Ventajas:

- Fácil de usar e implementar.
- Acceso móvil mejora la eficiencia.
- Comunicación en tiempo real y reducción de costos.
- Escalable y personalizable.

Desventajas:

- Funcionalidades avanzadas limitadas.
- Integraciones y personalización limitadas.
- Costos de suscripción elevados.
- Dependencia de internet.



Figura 2-5 Logo software UpKeep.

Fuente: Internet.

2.3.7. Fiix.

Industria: Manufactura

Descripción: Fiix como se ve en la figura 2-6 es un software de gestión de mantenimiento informático basado en la nube que permite la gestión de órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo y gestión de activos.

Ventajas:

- Fácil de usar y rápido de implementar.
- Reducción de costos y mejora de la comunicación.
- Escalable y con informes personalizables.
- Amplias integraciones.

Desventajas:

- Funcionalidades limitadas en la versión básica.

- Costos de suscripción acumulativos.
- Dependencia de internet.
- Curva de aprendizaje para funciones avanzadas.



Figura 2-6 Logo software Fiix.
Fuente: Internet.

2.3.8. Maintenance Connection.

Industria: Salud

Descripción: Maintenance Connection como se ve en la figura 2-7 es un sistema CMMS que ofrece gestión de activos, la entrada de órdenes de trabajo y el mantenimiento preventivo, y contiene algunas integraciones potentes con sistemas de gestión de atención médica.

Ventajas:

- Fácil de usar e implementar.
- Mejora la comunicación con notificaciones.
- Acceso móvil eficiente.
- Escalable para diversas empresas.

Desventajas:

- Costo de implementación alto.
- Curva de aprendizaje en funciones avanzadas.
- Dependencia de internet.
- Requiere recursos significativos.



Figura 2-7 Logo software Maintenance Connection.
Fuente: Internet.

2.3.9. Hippo CMMS.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: Hippo CMMS como se ve en la figura 2-8 es un software de gestión de mantenimiento computarizado realmente fácil de usar. Da herramientas para la gestión de órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo y seguimiento de equipo.

Ventajas:

- Fácil de usar para usuarios sin experiencia técnica.
- Implementación rápida.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Escalable y adaptable.

Desventajas:

- Funcionalidades avanzadas limitadas en la versión básica.
- Costo acumulativo por suscripción.
- Dependencia de internet.
- Opciones de personalización limitadas.



Figura 2-8 Logo software Hippo CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.10. ManagerPlus.

Industria: Transporte y Logística

Descripción: ManagerPlus como se ve en la figura 2-9 es una solución de gestión de activos y mantenimiento con varios módulos para gestionar pedidos, programación de mantenimiento y recuento de existencias.

Ventajas:

- Fácil de usar con interfaz intuitiva.
- Mejora la eficiencia operativa.
- Comunicación en tiempo real con notificaciones.
- Implementación rápida.

Desventajas:

- Costo de implementación elevado.
- Curva de aprendizaje para usuarios nuevos.
- Requiere personal capacitado.
- Dependencia de internet.



Figura 2-9 Logo software ManagerPlus.
Fuente: Internet.

2.3.11. Mpulse.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: Mpulse como se ve en la figura 2-10 está diseñado como un sistema que gestiona el mantenimiento en instituciones o industrias utilizando arreglos de órdenes de trabajo, gestión de inventarios y mantenimiento preventivo y predictivo.

Ventajas:

- Soporte al cliente destacado.
- Implementación rápida.

- Reducción de costos operativos.
- Informes detallados para decisiones estratégicas.

Desventajas:

- Costo de suscripción acumulativo.
- Funciones avanzadas limitadas en versión básica.
- Dependencia de internet.
- Curva de aprendizaje en funcionalidades avanzadas.



Figura 2-10 Logo software Mpulse.

Fuente: Internet.

2.3.12. eMaint CMMS.

Industria: Manufactura

Descripción: El software en la nube eMaint CMMS como se ve en la figura 2-11 facilita la gestión de órdenes de trabajo básica, inventario y calendario de mantenimiento.

Ventajas:

- Escalable para empresas de diferentes tamaños.
- Reducción de costos mediante mantenimiento preventivo.
- Comunicación en tiempo real.
- Amplias opciones de personalización.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Requiere personal capacitado.
- Dependencia de internet.
- Curva de aprendizaje inicial.



Figura 2-11 Logo software eMaint CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.13. MEX.

Industria: Agricultura y Agroindustria

Descripción: MEX como se ve en la figura 2-12 es una solución de software ampliamente utilizada que se utiliza como herramienta de mantenimiento y gestión de activos para el sector agrícola.

Ventajas:

- Fácil de implementar.
- Escalable para diversas organizaciones.
- Reducción de costos.
- Soporte al cliente destacado.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Curva de aprendizaje inicial.
- Personalización limitada.
- Dependencia de internet.



Figura 2-12 Logo software MEX.

Fuente: Internet.

2.3.14. MicroMain.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: MicroMain como se ve en la figura 2-13 es un sólido candidato en el top de los mejores CMMS software, para órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo y lista de activos.

Ventajas:

- Fácil de usar.
- Implementación rápida.
- Escalable para organizaciones de distintos tamaños.
- Mejora la comunicación.

Desventajas:

- Funciones limitadas para grandes empresas.
- Requiere internet estable.
- Costo acumulativo.
- Curva de aprendizaje para algunas funciones.



Figura 2-13 Logo software MicroMain.

Fuente: Internet.

2.3.15. FacilityONE.

Industria: Salud

Descripción: FacilityONE como se ve en la figura 2-14 es una plataforma de gestión de operaciones y mantenimiento que ofrece gestión de trabajos y mantenimiento preventivo.

Ventajas:

- Mejora la eficiencia operativa.
- Mejora la seguridad y conformidad.
- Informes detallados.
- Acceso móvil para técnicos.

Desventajas:

- Costo inicial alto.
- Curva de aprendizaje.
- Dependencia de internet.
- Requiere personal capacitado.



Figura 2-14 Logo software FacilityONE.

Fuente: Internet.

2.3.16. Fleet Maintenance Pro.

Industria: Transporte y Logística

Descripción: Fleet Maintenance Pro como se ve en la figura 2-15 es el software que facilita la programación del mantenimiento y la gestión de activos para las personas en la industria del transporte y la logística.

Ventajas:

- Reducción de costos operativos.
- Mejora la seguridad.
- Prolonga la vida útil de activos.
- Informes detallados.

Desventajas:

- Costo inicial elevado.
- Curva de aprendizaje inicial.
- Requiere personal capacitado.
- Dependencia de datos precisos.



Figura 2-15 Logo software Fleet Maintenance Pro.
Fuente: Internet.

2.3.17. CHAMPS CMMS.

Industria: Energía y Utilities

Descripción: CHAMPS CMMS como se ve en la figura 2-16 es una solución de gestión de activos y mantenimiento, con capacidades avanzadas de análisis de datos.

Ventajas:

- Mejora la eficiencia operativa.
- Reducción de costos.
- Análisis avanzado para la toma de decisiones.
- Prolonga la vida útil de activos.

Desventajas:

- Alto costo de implementación.
- Requiere personal capacitado.
- Dependencia de internet.
- Curva de aprendizaje significativa.



Figura 2-16 Logo software Fleet CHAMPS CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.18. Axxerion CMMS.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: La esencia de Axxerion CMMS como se ve en la figura 2-17 es que está destinado a la gestión de mantenimiento, ya que una aplicación de este tipo se encargaría de la gestión de activos, la gestión de órdenes de trabajo y el mantenimiento preventivo. La aleatoriedad en su uso permite que esta aplicación sea utilizada por tipos de entidades significativamente diferentes.

Ventajas:

- Interfaz intuitiva que facilita su uso.
- Personalización de informes y paneles.
- Integración con otros sistemas empresariales.
- Aumenta la eficiencia en la gestión de activos.

Desventajas:

- Puede ser costoso para pequeñas empresas.
- Requiere capacitación inicial para usuarios.
- Dependencia de internet para el acceso completo.
- Algunas funcionalidades avanzadas pueden ser limitadas en la versión básica.



Figura 2-17 Logo software Fleet Axxerion CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.19. AssetWorks EAM.

Industria: Transporte y Logística

Descripción: AssetsWorks EAM como se ve en la figura 2-18 ofrece una solución en línea para la gestión de activos empresariales, que incluye módulos para órdenes de trabajo, programación de mantenimiento y análisis de datos. Diseñado principalmente

para una gestión de activos más integral desde una perspectiva empresarial, ha sido diseñado especialmente para el entorno de transporte y logística.

Ventajas:

- Fuerte enfoque en el cumplimiento normativo.
- Herramientas avanzadas de análisis y reportes.
- Fácil integración con sistemas existentes.
- Escalable para diferentes organizaciones.

Desventajas:

- Costo de implementación alto.
- Curva de aprendizaje para funciones complejas.
- Puede requerir recursos significativos para su mantenimiento.
- Algunas funcionalidades pueden no ser necesarias para todas las industrias.



Figura 2-18 Logo software Fleet AssetWorks EAM.

Fuente: Internet.

2.3.20. Corrigo CMMS.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: Corrigo CMMS como se ve en la figura 2-19 es la solución CMMS basada en la nube que une la gestión del trabajo con las órdenes de trabajo, el mantenimiento preventivo y la supervisión de activos. Su flexibilidad y facilidad de uso la hacen adecuada para cualquier tipo de negocio.

Ventajas:

- Acceso móvil para técnicos en campo.
- Interfaz fácil de usar.
- Integración con herramientas de gestión de instalaciones.
- Informes personalizables.

Desventajas:

- Costo de suscripción acumulativo.
- Puede no tener todas las funcionalidades avanzadas en la versión básica.
- Dependencia de internet para la sincronización de datos.
- Curva de aprendizaje en funciones avanzadas.



Figura 2-19 Logo software Fleet Corrigo CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.21. SS-CMMS.

Industria: Agricultura y Agroindustria

Descripción: SS-CMMS como se ve en la figura 2-20 es una aplicación de software de gestión de mantenimiento para gestionar órdenes de trabajo, inventarios y programar el mantenimiento. Está diseñado principalmente pensando en la simplicidad y la facilidad de uso, por lo que es especialmente adecuado para la agricultura y la agroindustria.

Ventajas:

- Fácil de implementar y utilizar.
- Funcionalidades de seguimiento en tiempo real.
- Ayuda a mejorar la eficiencia de mantenimiento.
- Reportes y análisis detallados.

Desventajas:

- Limitaciones en la personalización.
- Algunas funcionalidades avanzadas pueden requerir un costo adicional.
- Dependencia de internet para la funcionalidad completa.
- Puede ser menos robusto en comparación con soluciones más grandes.



Figura 2-20 Logo software Fleet SS-CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.22. Bigfoot CMMS.

Industria: General (aplicable a múltiples industrias)

Descripción: Bigfoot CMMS como se ve en la figura 2-21 es una solución que proporciona gestión de órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo y seguimiento de activos. Su enfoque en la simplicidad y la facilidad de uso hace que se adapte bien a diversos sectores.

Ventajas:

- Interfaz intuitiva y fácil de usar.
- Acceso móvil para el personal de mantenimiento.
- Amplias funcionalidades de informes y análisis.
- Escalable para diferentes tipos de industrias.

Desventajas:

- Alto costo de implementación y suscripción.
- Curva de aprendizaje inicial para nuevos usuarios.
- Dependencia de internet para el acceso completo.
- Algunas funciones pueden ser limitadas en comparación con soluciones más grandes.



Figura 2-21 Logo software Bigfoot CMMS.
Fuente: Internet.

2.3.23. Blue Mountain RAM.

Industria: Salud

Descripción: Este software es un blue mountain RAM como se ve en la figura 2-22 que se diseña específicamente para la industria farmacéutica y biotecnológica para la gestión de activos y mantenimiento. Enfocado más en cumplimiento normativo, este software tiene en su uso una gran característica de ser mejor para la salud.

Ventajas:

- Enfoque en la conformidad y calidad.
- Integración con sistemas de gestión de calidad.
- Funciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Informes detallados para auditorías.

Desventajas:

- Costo elevado de implementación.
- Puede ser complicado para usuarios sin experiencia técnica.
- Requiere personal capacitado.
- Dependencia de internet para algunas funcionalidades.

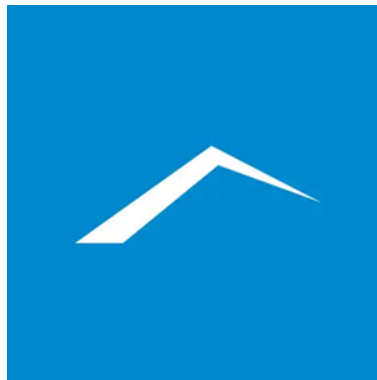


Figura 2-22 Logo software Blue Mountain RAM.

Fuente: Internet.

2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE ESTAS HERRAMIENTAS.

Estas herramientas y plataformas para el software de mantenimiento industrial ayudaron a justificar su selección en virtud de las mejoras en la eficiencia operativa, las

reducciones de costos, el cumplimiento y la gestión de activos en múltiples industrias. Cada herramienta seleccionada viene con su propia funcionalidad y ventaja adaptada a los requisitos únicos específicos que plantean varias industrias, lo que la convierte en una herramienta integral y útil para la gestión del mantenimiento.

2.4.1. Justificaciones más relevantes.

1. Justificación: IBM Maximo es una herramienta versátil y fuerte que, por ende, ofrece un rango estupendo de funciones avanzadas. Con todo lo mencionado, se le puede complementar además el denominado Internet de las Cosas, así como innumerables analíticas predictivas de datos, además asevera un valor agregado importante a cualquier entorno de control de activos.

2. Justificación: FacilityONE ha sido diseñado particularmente a fin de ayudar en la asistencia sanitaria, que actualmente está enfrentando serios desafíos, en donde el cumplimiento normativo y la eficiencia operativa son críticos, ya que, a través de su enfoque de administración de alcance total de instalaciones y activos, es una buena alternativa que garantiza la coherencia entre calidad y seguridad operacional en contexto sanitario.

3. Justificación: Fleet Maintenance Pro es conocido como un software para el mantenimiento en áreas de industria transportista y logística es específica. Optimizar su capacidad de mantenimiento de vehículos y equipos se considera una necesidad para disminuir los tiempos muertos y los costos operativos en la industria.

4. Justificación: CHAMPS CMMS es perfecto para la industria energética y de servicios públicos donde la eficiente gestión de recursos es vital además del mantenimiento predictivo. La posibilidad de que integre análisis avanzados y de gestión de inventarios lo convierte en una herramienta muy valiosa para mejorar la eficiencia operativa y aminorar costos.

5. Justificación: Axxerion CMMS supondrá una solución muy amplia y flexible en mantenimiento para una amplia variedad de industrias. Su capacidad de ser personalizado y de integración total con otros sistemas significa también que se adapte a las necesidades específicas de las organizaciones y por tanto con ello, mejora en la eficiencia operativa y en la seguridad.

6. Justificación: AssetWorks EAM es uno de los softwares de gestión de activos empresariales más integral y completo del mercado con relación al transporte y la logística. Eso la hace atractiva para la gestión de las más grandes y sofisticadas flotas y activos en este tipo de industria, ya que contiene y asegura que los diferentes procesos, así como los usuarios, realicen su trabajo y agreguen valor en todo momento.

7. Justificación: SS-CMMS es la más adecuada para empresas pequeñas y medianas en la industria agrícola y la agroindustria. Por el simple enfoque, pero eficiente operativamente, es asequible y efectivo en términos de gestión de mantenimiento que puede este tipo de industrias.

8. Justificación: Bigfoot CMMS como módulo de mantenimiento es principalmente una herramienta muy robusta y versátil en el área de gestión de mantenimiento en todos los sectores. Se utiliza la capacidad de incorporar análisis avanzados y mantenimiento predictivo para aumentar la visibilidad de operaciones y ahorrar costos.

9. Justificación: Blue Mountain RAM está diseñado específicamente para la industria de las farmacéuticas y la biotecnología, donde normativas reguladoras y practicidad operativa son de suma importancia, y su enfoque en la validación de los aparatos y el cumplimiento de las reglamentaciones se hacen invaluable en las industrias para establecer operaciones seguras y eficientes.

2.5. CRITERIO DE COMPARACIÓN DE SOFTWARES DE MANTENIMIENTO.

Después de haber presentado en el capítulo 2 múltiples softwares en mantenimiento industrial, ahora los compararemos para así ofrecer alternativas de selección de software de mantenimiento a un usuario inexperto, es importante definir criterios de comparación claros y accesibles.

Facilidad de uso:

- Interfaz intuitiva: El software debe tener una interfaz con diseño sencillo y bajo aprendizaje.

- Soporte técnico: Disponible tutoría, guía y atención al cliente para resolución rápida de cualquier pregunta.

Funcionalidades básicas:

- Gestión de activos: Capacidad para registrar y monitorear los activos y los historiales de mantenimiento y especificaciones técnicas.
- Planificación de mantenimiento: Programar y ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo a través de funciones.
- Generación de informes: Herramientas para la creación de informes en cuanto a rendimiento de mantenimiento y utilización de activos.

Compatibilidad e integración:

- Integración con otros sistemas: Capacidad de trabajar en conjunto con otros softwares utilizados en la organización, como ERP o sistemas de gestión de inventarios.
- Compatibilidad multiplataforma: accesos a través de diferentes dispositivos como PC, tableta, móvil y sistema operativo.
- Costo inicial y recurrente: análisis de los costos de adquisición, los precios de suscripción y cualquier otro posible costo adicional incluyendo actualización y mantenimiento.
- Modelo de licenciamiento: comparación de licencias por períodos prolongados con Licencias por mes y los costos de licencia por usuario versus los activos gestionados.

Escalabilidad y personalización:

- Capacidad de crecimiento: Debe ser capaz de crecer con la empresa, tanto en términos de usuarios como de activos.
- Opciones de personalización: Posibilidad de ajustar el software a las necesidades específicas del negocio sin requerir conocimientos avanzados.

Seguridad y cumplimiento:

- Protección de datos: Protección de datos caracterizada por medidas de seguridad como cifrado de los datos y control en el proceso de acceso: medidas para proteger la información importante.

- Cumplimiento de normativas: De acuerdo con todas las normativas industriales pertinentes en especie para asegurarse de que el software cumpla con los reglamentos.

2.6. TABLA DE COMPARACIÓN.

2.6.1. Facilidad de uso.

Tabla 2-1 Clasificación facilidad de uso.

Puntaje	Detalle
4 puntos	El software es extremadamente fácil de usar, con una interfaz altamente intuitiva y una curva de aprendizaje muy baja. El soporte técnico es accesible y ofrece una amplia gama de recursos (tutoriales, guías, atención al cliente).
3 puntos	El software es bastante fácil de usar, con una interfaz comprensible y una curva de aprendizaje moderada. El soporte técnico está disponible, pero puede carecer de algunos recursos adicionales.
2 puntos	El software es moderadamente complicado de usar, con una interfaz que requiere un tiempo significativo de adaptación. El soporte técnico es limitado.
1 puntos	El software es difícil de usar, con una interfaz confusa y una curva de aprendizaje alta. El soporte técnico es escaso o inexistente.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.2. Funcionalidades básicas.

Tabla 2-2 Clasificación funciones básicas.

Puntaje	Detalle
4 puntos	Satisface completamente las necesidades de gestión de activos, planificación de mantenimiento y generación de informes.
3 puntos	Satisface la mayoría de las necesidades en al menos dos de las tres funcionalidades básicas.
2 puntos	Satisface una sola de las funcionalidades básicas.

1 puntos	Satisface mínimamente las funcionalidades requeridas o no cubre adecuadamente ninguna.
----------	--

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Compatibilidad e integración.

Tabla 2-3 Clasificación compatibilidad e integración.

Puntaje	Detalle
4 puntos	El software se integra perfectamente con otros sistemas utilizados en la organización (ERP, gestión de inventarios) y es completamente multiplataforma (PC, tablets, móviles) en diferentes sistemas operativos.
3 puntos	El software se integra bien con la mayoría de los sistemas de la organización y es compatible con la mayoría de las plataformas.
2 puntos	El software tiene limitaciones en la integración con otros sistemas o no es compatible con todas las plataformas deseadas.
1 puntos	El software presenta problemas significativos de integración o es incompatible con la mayoría de las plataformas.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.4. Coste y modelo de licenciamiento.

Tabla 2-4 Clasificación coste y modelo de licenciamiento.

Puntaje	Detalle
4 puntos	El software tiene un costo inicial y recurrente competitivo, con opciones flexibles de licenciamiento (suscripción y/o perpetua) sin costos adicionales significativos.
3 puntos	El software tiene un coste razonable, pero puede haber algunos costos adicionales o limitaciones en el modelo de licenciamiento.
2 puntos	El software es costoso o tiene costos adicionales elevados, con un modelo de licenciamiento menos favorable.
1 puntos	El software es muy caro o tiene un modelo de licenciamiento rígido y costoso.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.5. Escalabilidad y personalización.

Tabla 2-5 Clasificación escalabilidad y personalización.

Puntaje	Detalle
4 puntos	El software es altamente escalable y ofrece amplias opciones de personalización sin requerir conocimientos avanzados.
3 puntos	El software es escalable con algunas opciones de personalización, aunque puede requerir conocimientos técnicos moderados.
2 puntos	El software tiene limitaciones en cuanto a escalabilidad o personalización.
1 puntos	El software no es escalable y ofrece pocas o ninguna opción de personalización.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.6. Seguridad y cumplimiento.

Tabla 2-6 Clasificación seguridad y cumplimiento.

Puntaje	Detalle
4 puntos	El software cuenta con características robustas de seguridad (cifrado de datos, control de acceso) y cumple con todas las normativas del sector.
3 puntos	El software tiene buenas características de seguridad y cumple con la mayoría de las normativas, pero puede haber áreas de mejora.
2 puntos	El software tiene características básicas de seguridad y cumplimiento limitado con normativas.
1 puntos	El software carece de medidas de seguridad adecuadas y no cumple con las normativas necesarias.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. EVALUACIÓN DE SOFTWARES.

A continuación, se presentará una comparación de softwares en mantenimiento industrial en las diferentes industrias que los programas se implementan.

2.7.1. Manufactura.

Esta tabla 2-7 se enfoca en los softwares diseñados específicamente para la industria manufacturera, destacando sus capacidades para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y minimizar el tiempo de inactividad de los equipos.

Tabla 2-7 Clasificación softwares industria Manufactura.

Software	SAP PM (Plant Maintenance)	Fiix	eMaint CMMS
Facilidad de uso	2	4	3
Funcionalidades básicas	4	3	3
Compatibilidad e integración	4	3	3
Coste y modelo de licenciamiento	2	4	3
Escalabilidad y personalización	4	3	3
Seguridad y cumplimiento	4	3	3
Puntuación total (24)	20	20	18

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2. Agricultura y Agroindustria.

Aquí en la tabla 2-8 se presentan los softwares aplicables a la industria agrícola y agroindustrial, evaluando sus funcionalidades para el mantenimiento de equipos, gestión de recursos y optimización de la producción agrícola.

Tabla 2-8 Clasificación softwares industria Agricultura y Agroindustria.

Software	UpKeep	MEX	SS-CMMS
Facilidad de uso	4	3	2
Funcionalidades básicas	3	2	2
Compatibilidad e integración	3	2	2
Coste y modelo de licenciamiento	4	3	4
Escalabilidad y personalización	3	2	2
Seguridad y cumplimiento	3	3	2
Puntuación total (24)	20	15	14

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3. Energía y Útiles.

En esta tabla 2-9 se muestran los softwares más relevantes para los sectores de energía y servicios públicos. Se enfoca en soluciones que ayudan a gestionar el mantenimiento de infraestructuras críticas y asegurar la continuidad del servicio.

Tabla 2-9 Clasificación softwares industria Energía y Útiles.

Software	Infor EAM	CHAMPS CMMS
Facilidad de uso	3	2
Funcionalidades básicas	4	3
Compatibilidad e integración	4	3
Coste y modelo de licenciamiento	3	3
Escalabilidad y personalización	4	3
Seguridad y cumplimiento	4	2
Puntuación total (24)	22	16

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4. Transporte y Logística.

Esta tabla 2-10 recopila los softwares especializados en el mantenimiento dentro del sector de transporte y logística, con un enfoque en la gestión de flotas, control de inventarios y optimización de rutas.

Tabla 2-10 Clasificación softwares industria Transporte y Logística.

Software	ManagerPlus	Fleet Maintenance Pro	AssetWorks EAM
Facilidad de uso	3	2	3
Funcionalidades básicas	3	3	3
Compatibilidad e integración	3	3	3
Coste y modelo de licenciamiento	4	3	3
Escalabilidad y personalización	3	3	3
Seguridad y cumplimiento	3	3	3
Puntuación total (24)	19	17	18

Fuente: Elaboración propia.

2.7.5. Salud.

Esta tabla 2-11 evalúa los softwares diseñados para el sector salud, con énfasis en el mantenimiento de equipos médicos, infraestructura hospitalaria y sistemas críticos para la atención sanitaria.

Tabla 2-11 Clasificación softwares industria Salud.

Software	Maintenance Connection	FacilityONE	Blue Mountain RAM
Facilidad de uso	3	3	3
Funcionalidades básicas	3	3	3
Compatibilidad e integración	3	3	3
Coste y modelo de licenciamiento	3	3	3
Escalabilidad y personalización	3	3	3
Seguridad y cumplimiento	3	3	3
Puntuación total (24)	18	18	18

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6. General.

Esta tabla 2-12 presenta un resumen general de los softwares de mantenimiento industrial, evaluando sus características clave sin limitarse a una industria específica, ya que son softwares aplicables en varios sectores sin centrarse en uno en concreto. Es ideal para obtener una visión amplia de las soluciones disponibles en el mercado.

Tabla 2-12 Clasificación softwares industria General.

Software	IBM maximo	Oracle eAM	Hippo CMMS	Mpulse	MicroMain	Axxerion CMMS	Corrigo CMMS	Bigfoot CMMS
Facilidad de uso	2	3	3	3	3	3	3	3
Funcionalidades básicas	4	4	2	3	2	3	3	3
Compatibilidad e integración	4	4	2	3	2	3	3	3
Coste y modelo de licenciamiento	2	3	4	4	3	4	3	4
Escalabilidad y personalización	4	4	3	3	2	3	3	3
Seguridad y cumplimiento	4	4	3	3	2	3	3	3
Puntuación total (24)	20	22	17	19	14	19	18	19

Fuente: Elaboración propia.

2.8. TABLA DE PUNTUACIÓN.

En esta tabla 2-13 se presenta la puntuación cuantitativa de cada software de mantenimiento, comparando sus características y funcionalidades clave en diferentes industrias, con el fin de facilitar la selección de la herramienta más adecuada según las necesidades.

Tabla 2-13 Clasificación softwares.

Software	Facilidad de uso (4)	Funcionalidades básicas (4)	Compatibilidad e integración (4)	Coste y modelo de licenciamiento (4)	Escalabilidad y personalización (4)	Seguridad y cumplimiento (4)	Puntuación total (24)
IBM Maximo	2	4	4	2	4	4	20
SAP PM	2	4	4	2	4	4	20
Infor EAM	3	4	4	3	4	4	22
Oracle eAM	3	4	4	3	4	4	22
UpKeep	4	3	3	4	3	3	20
Fliix	4	3	3	4	3	3	20
Maintenance Connection	3	3	3	3	3	3	18
Hippo CMMS	3	2	2	4	3	3	17
ManagerPlus	3	3	3	4	3	3	19
Mpulse	3	3	3	4	3	3	19
eMaint CMMS	3	3	3	3	3	3	18
MEX	3	2	2	3	2	3	15
MicroMain	3	2	2	3	2	2	14
FacilityONE	3	3	3	3	3	3	18
Fleet Maintenance Pro	2	3	3	3	3	3	17
CHAMPS CMMS	2	3	3	3	3	2	16
Axxerion CMMS	3	3	3	4	3	3	19
AssetWorks EAM	3	3	3	3	3	3	18
Corrigo CMMS	3	3	3	3	3	3	18
SS-CMMS	2	2	2	4	2	2	14

Bigfoot CMMS	3	3	3	4	3	3	19
Blue Mountain RAM	3	3	3	3	3	3	18

Fuente: Elaboración propia.

2.8.1. Conclusión del Capítulo.

Se ha realizado un análisis comparativo detallado sobre muchas plataformas de mantenimiento de software principales en términos de puntos clave de funcionalidad, integración, adaptabilidad, diferentes costos y disponibilidad a diversos sectores de la industria. Este análisis permite clasificar cada una en términos de fortalezas y debilidades, lo que indica qué soluciones se adaptan mejor a las industrias más diversas.

Los desenlaces de dicha evaluación especifican claramente que, en el sector de la manufactura, MX de IBM y PM de SAP han sido mucho más destacables por sus capacidades de integrarse con sistemas ERP, con bastante firmeza en el lado del mantenimiento preventivo y predictivo. Para el sector de energía y utilidades, Infor EAM y CHAMPS CMMS se resaltaron por manejar sistemas muy desarrollados que resultaban indispensables para los procesos de optimización con altas exigencias energéticas en situaciones de administraciones como monitoreo en tiempo real con análisis predictivo. En la industria de transporte y logística, soluciones como Fleet Maintenance Pro y AssetWorks EAM se volvieron populares, con la atención dada a la gestión de flotas sobre la supervisión detallada de activos móviles. En los ámbitos de agricultura y salud, plataformas como UpKeep y Blue Mountain presentaron características relevantes en función de que eran accesibles y fáciles de utilizar.

Además del análisis que se empleó para Oracle EAM con mayor calificación fue también por la equilibrada combinación de funcionalidades avanzadas, integralidad a la mayoría de otros sistemas, así como por su posibilidad de adaptarse a diferentes contextos industriales. Este es por lo que se eligió este servidor como referencia para el Capítulo 3, en el cual se detalla un ejemplo de uso en una planta industrial. En esta realización se ilustrará muy directamente los pasos a seguir o considerar para la implementación de un sistema integral de mantenimiento, todo aprovechando al máximo las ventajas que Oracle EAM propiciará.

**CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.**

3. METODOLOGIA DE IMPLEMETACION.

A continuación, se presenta una metodología de implementación paso a paso, diseñada para guiar a las organizaciones en la adopción eficaz de un software de mantenimiento y asegurar la maximización de sus beneficios operativos.

3.1. INTRODUCCIÓN.

La implementación de Oracle eAM (Enterprise Asset Management) en un entorno industrial ofrece grandes posibilidades para la optimización de la gestión de activos, la eficiencia operativa y la reducción de costos en mantenimiento. Es el software seleccionado como referencia, debido a sus altas calificaciones en la evaluación desarrollada en el Capítulo 2, destacando especialmente por las integraciones completas con otras plataformas de negocio, la gestión predictiva y las capacidades avanzadas de análisis de datos.

Se trata de una implementación de Oracle eAM de extremo a extremo siempre que la actividad de mantenimiento se alinee con los objetivos estratégicos de esa organización. Las organizaciones prosperan con una mayor visibilidad de los activos críticos, una planificación proactiva del mantenimiento y un ciclo de vida optimizado de las máquinas. Además, con el ecosistema de aplicaciones de Oracle, esto promueve la armonización de los datos entre las diferentes partes de la industria, mejorando así la coordinación no sólo entre producción y mantenimiento sino también entre finanzas.

El objetivo del capítulo es describir un plan completo para la implementación de Oracle eAM que incluya todas las etapas: desde la instalación y configuración inicial, pasando por la formación, hasta los cambios en la gestión. La estructura del proceso para este programa de implementación se diseñará para garantizar una transición fluida y maximizar los beneficios operativos de la plataforma.

3.1.1. Beneficios clave esperados con la implementación de Oracle eAM,

- Mantenimiento predictivo basado en el análisis de datos en tiempo real, lo que permitirá prever fallas antes de que ocurran.

- Reducción de costos mediante la gestión eficiente de inventarios y recursos de mantenimiento.
- Mejora en la toma de decisiones, al proporcionar reportes detallados y análisis predictivo del estado de los activos.
- Automatización de procesos para minimizar la intervención manual y reducir los errores operativos.

Este capítulo proporcionará una guía práctica para la implementación de Oracle eAM en cualquier contexto industrial, con el objetivo de maximizar el rendimiento del software y alinear su uso con las mejores prácticas de mantenimiento modernas. El enfoque tendrá en cuenta todas las etapas críticas, como la integración del software con los sistemas existentes, la capacitación de los empleados y la medición del impacto mediante indicadores clave de rendimiento (KPI).

3.1.2. Oracle eAM permitirá a las organizaciones.

- Optimizar la planificación de tareas de mantenimiento a través de modelos predictivos.
- Aumentar el tiempo de operación de los activos disminuyendo sus tiempos de inactividad.
- Asegurar la legislación en cuanto a la documentación detallada de las actividades de mantenimiento.
- Proporcionar una cultura de mejora continua y permitir basar los ajustes en el análisis de datos.

La implementación de Oracle eAM no será una herramienta de mantenimiento operacional, sino un pilar estratégico para asegurar la eficiencia operacional y la competitividad de las organizaciones que la adopten.

3.2. **DIAGNÓSTICO INICIAL Y REQUERIMIENTOS.**

El primer paso, denominado diagnóstico, resulta un aspecto crucial para evaluar el estado en el que se encuentra actualmente la gestión del mantenimiento y poner de manifiesto las carencias que puedan surgir en los procesos y recursos necesarios para la ejecución del software Oracle eAM. Esta fase inicial, dependiendo del momento, acabará

estableciendo la línea base a partir de la cual se medirá la eficacia del sistema una vez implantado.

3.2.1. Evaluación de los Procesos de Mantenimiento Existentes.

El primer paso consiste en realizar un diagnóstico exhaustivo de los procesos internos y las prácticas de mantenimiento de la organización. Este análisis ayudará a detectar las debilidades y las áreas de mejora que Oracle eAM podría abordar.

Aspectos Clave Por Evaluar:

Estrategias de mantenimiento actuales: Determinar si se adoptan estrategias preventivas, predictivas o correctivas y su eficacia.

Frecuencia y gestión de órdenes de trabajo: Definir el tiempo medio que requiere una orden para ser procesada y si existe un retraso significativo.

Tiempos de inactividad no planificada: Examinar los registros de tiempo de inactividad no planificado y evaluar su influencia en la producción.

Historial de fallas: Analizar las razones de fallas más comunes y si se realiza un análisis de causa raíz.

Capacidad actual del personal: Determinar si el equipo de mantenimiento tiene las habilidades adecuadas para ejecutar el software eAM o si necesita capacitación intensiva.

3.2.2. Recursos Disponibles y Limitaciones.

Durante este proceso, se identifican los recursos necesarios para una implementación efectiva de Oracle eAM y también las posibles limitaciones que pueden impedir su adopción.

Recursos Tecnológicos:

Infraestructura de TI:

- Confirmar si los servidores y sistemas actuales cumplen con los requisitos de Oracle eAM. En caso contrario, evaluar si será necesario actualizar el equipo o si se necesitan servicios a través de la nube.

Compatibilidad con sistemas actuales:

- Verificar la interoperabilidad de ERP, MES y gestión de inventario con otros.

Recursos Humanos:

Disponibilidad del equipo técnico:

- Determinar si el personal de TI y mantenimiento tendría la capacidad de involucrarse.

Consultoría externa:

- Considerar la contratación de expertos en Oracle eAM para facilitar una implementación sin problemas.

Limitaciones:

Presupuesto:

- Asegurar la disponibilidad de recursos para la adquisición de licencias, capacitación y soporte técnico.

Infraestructura limitada:

- Verificar si existen restricciones de red o conectividad que puedan dificultar el resultado del módulo basado en la nube.

3.3. SELECCIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.

La selección de Oracle eAM demuestra ser la solución más adecuada a través del análisis comparativo documentado en el Capítulo 2, en el que se analizan las opciones del amplio mercado. En la presente sección se analizan los criterios de selección y los beneficios esperados de la implementación.

3.3.1. Criterios de Selección.

El criterio de selección del software de mantenimiento ideal se basó en una serie de criterios que se detallaron anteriormente en la investigación. Cada uno de ellos fue puesto a prueba por Oracle eAM, lo que lo convierte en la opción más versátil para una gestión eficaz de activos.

Criterios Evaluados:

Escalabilidad:

- Oracle eAM proporciona un crecimiento fluido para un sistema orgánico desde sistemas pequeños hasta grandes empresas.

Integración:

- La suite Oracle eAM se integra con otras soluciones de Oracle y el sistema externo como ERP y MES para un flujo de datos sin interrupciones.

Funcionalidades Avanzadas:

- Se incluye mantenimiento predictivo basado en datos históricos y en tiempo real, optimización de inventario y gestión de órdenes de trabajo.

Movilidad y acceso remoto:

- Este software permite el acceso desde dispositivos móviles facilitando así la gestión de órdenes de trabajo en campo.

Cumplimiento normativo:

- Proporciona herramientas para garantizar que las actividades de mantenimiento estén alineadas con las regulaciones y los estándares de la industria.

3.3.2. Comparación con Alternativas.

A través del análisis comparativo realizado en el Capítulo 2, se evaluaron herramientas como IBM Maximo, SAP PM e Infor EAM. A continuación, se incluye una breve lista de las características clave que contribuyeron a la decisión de optar por Oracle eAM.

SAP PM:

- Ventaja: Perfecta integración con el ecosistema SAP.
- Desventaja: Mayor complejidad en el uso y un alto costo de implementación.

IBM Máximo:

- Ventaja: Es muy fuerte en mantenimiento predictivo y también en integración con IoT.
- Desventaja: Curva de aprendizaje más pronunciada y mayores costos de mantenimiento.

Infor EAM:

- Ventaja: Un conjunto completo de características para la gestión de activos para industrias específicas.
- Desventaja: Menor flexibilidad en comparación con Oracle eAM y menos capacidad de integración.

Oracle eAM fue elegido porque ofrece:

- Balance entre costo y funcionalidades avanzadas.
- Mejor integración con otras plataformas empresariales.
- Alta personalización y escalabilidad para adaptarse a necesidades cambiantes.

3.3.3, Beneficios Esperados.

Con la implementación de Oracle eAM, se espera alcanzar los siguientes beneficios:

Optimización de la gestión del mantenimiento:

- Planifique y ejecute tareas de mantenimiento de manera más eficiente, preventiva y predictiva.

Reducción del tiempo de inactividad:

- Detección temprana de fallas con alertas predictivas.

Control eficiente de inventarios:

- Previene la escasez de repuestos críticos mediante pedidos automatizados.

Mejora en la toma de decisiones:

- Informes y análisis en línea que permiten a los gerentes de mantenimiento tomar decisiones informadas.

Cumplimiento normativo:

- Garantizar que todas las actividades de mantenimiento se realicen de acuerdo con las normas vigentes y los estándares internacionales.

3.4. PLANIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.

La implementación de Oracle eAM requiere un riguroso proceso de planificación para garantizar que el sistema pueda funcionar sin problemas dentro de los procesos operativos y de mantenimiento de la organización. A continuación, se presenta un diseño detallado de las etapas del proceso de implementación junto con cronogramas elaborados, responsabilidades asignadas y metodologías de control para garantizar el éxito del proyecto.

3.4.1. Etapas del Proceso de Implementación.

3.4.1.1. Fase 1: Preparación y Análisis Inicial.

Esta fase es crítica para asegurar que la infraestructura y los procesos internos estén ajustados a los requerimientos de Oracle eAM.

Auditoría inicial de procesos y sistemas actuales:

- Se revisarán los procesos de mantenimiento existentes para identificar puntos de mejora y averiguar cómo Oracle eAM puede cubrir las brechas.

Revisión de infraestructura tecnológica:

- Se asegura que los servidores, redes y dispositivos cumplan con los requerimientos del software.

1. Identificar la necesidad de actualizar o comprar hardware adicional.

2. Verificar la compatibilidad con otros sistemas existentes (ERP, MES, control de inventario).

Asignación del equipo de trabajo:

Designar un equipo de implementación que incluya:

- Líder del proyecto: Responsable de la gestión general del proceso.
- Consultores técnicos: Expertos en Oracle eAM que ofrecerán orientación sobre la instalación y configuración.
- Representantes de TI y mantenimiento: Para asegurar la alineación del software con las necesidades operativas.

3.4.1.2. Fase 2: Instalación y Configuración del Software.

Durante esta fase, se instalará el software y se configurarán varios módulos según la organización.

Preparación del entorno de prueba:

- Crear un entorno controlado para validar la funcionalidad del software antes de su puesta en marcha.
- Cargar datos históricos de mantenimiento para realizar comprobaciones de compatibilidad.

Configuración de módulos y funcionalidades:

- Personalización del software según los requisitos específicos de la organización.
- Habilitación de módulos como mantenimiento predictivo, gestión de órdenes de trabajo e inventario.
- Definición de roles y permisos de usuario para garantizar que cada área tenga acceso solo a las funciones pertinentes.

3.4.1.3. Fase 3: Integración con Otros Sistemas.

Es importante que Oracle eAM no sea un sistema independiente y, por lo tanto, es fundamental que exista una gran integración con otros sistemas.

Integración con ERP:

- Sincronización de órdenes de trabajo, costos y datos financieros.

Conexión con sistemas de producción (MES):

- Garantiza la recepción de datos en tiempo real sobre el estado de la máquina por parte del software.

Integración con inventarios y proveedores:

- Configurar el software para que genere alertas automáticamente cuando el inventario caiga por debajo de ciertos niveles umbral.

3.4.1.4. Fase 4: Pruebas Piloto.

Las pruebas piloto permiten comprobar el funcionamiento del sistema en condiciones controladas.

- Selección de una planta piloto o área específica:
- Implementar el software en una sección limitada para validar su rendimiento.
- Identificación de fallos y áreas de mejora:
- Se documentan los problemas encontrados y se modifica la configuración del sistema.

3.4.1.5. Fase 5: Capacitación del Personal y Transferencia de Conocimientos.

La capacitación adecuada del personal es en gran medida responsable del éxito de la implementación.

Desarrollo de un plan de formación:

- Capacitación específica para todo tipo de usuarios (técnicos, supervisores y administradores).
- Simulaciones prácticas para ayudar al personal a comprender las funcionalidades básicas.

Manual de usuario y tutoriales personalizados:

- Desarrollar documentación específica del área para que el personal pueda consultarla en cualquier momento.

3.4.1.6. Fase 6: Puesta en Marcha.

Esta fase es donde el software se implementa por completo en la organización.

Migración de datos históricos:

- Importar toda la información relevante al nuevo sistema para una transición sin problemas.

Monitoreo intensivo durante los primeros 30 días:

- Se monitoreará el rendimiento del software y se corregirán los errores a medida que ocurran en tiempo real.

3.4.2. Cronograma de Actividades.

Aquí se presenta una tabla 3-1 con el cronograma tentativo para esas fases de implementación por semana. Este cronograma se puede ajustar en función de las necesidades particulares de la organización.

Tabla 3-1 Cronograma de Actividades.

Fase	Duración	Actividades Principales	Responsables
Preparación y análisis inicial	2 semanas	Auditoría de procesos, revisión de infraestructura	Líder de proyecto, TI, mantenimiento
Instalación y configuración	4 semanas	Instalación del software, configuración de módulos	Consultores de Oracle eAM
Integración con otros sistemas	3 semanas	Integración con ERP, MES e inventarios	TI, consultores, proveedores
Pruebas piloto	2 semanas	Implementación limitada en un área específica	Supervisores, TI
Capacitación del personal	3 semanas	Formación de técnicos,	Recursos Humanos, Consultores

		supervisores y administradores	
Puesta en marcha	4 semanas	Despliegue completo, migración de datos	TI, mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Carta Gantt de implementación de software.

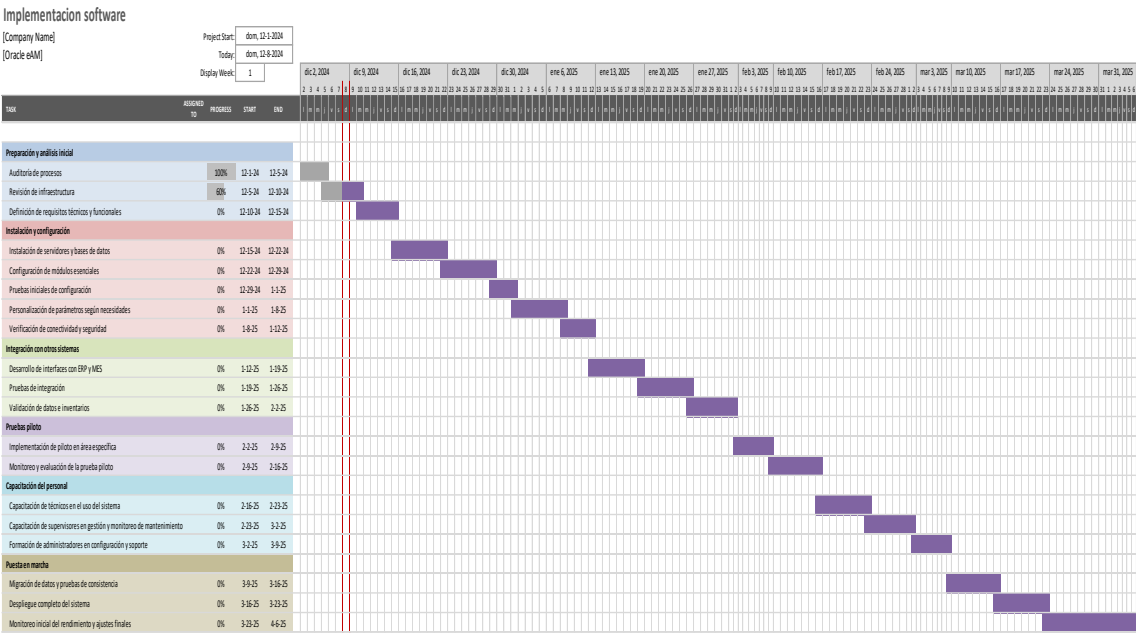


Figura 3-1 Carta Gantt.

Fuente: Elaboración propia basado en la Tabla 3-1 Cronograma de Actividades.

3.4.4. Asignación de Responsabilidades.

Líder del Proyecto:

- Supervisar toda la implementación.
- Coordinar las comunicaciones entre las áreas involucradas.

Consultores de Oracle eAM:

- Responsables de la instalación, configuración y asesoría técnica.

Departamento de TI:

- Responsable de las infraestructuras tecnológicas y la integración con otros sistemas.

Supervisores de Mantenimiento:

- Verificar la operatividad del software desde un punto de vista operativo.

Recursos Humanos:

- Gestionar la capacitación y asegurar que el personal esté preparado.

3.4.5. Metodología de Control y Seguimiento.

Para asegurar el correcto desarrollo del proyecto, se utilizará la metodología PMBOK (Project Management Body of Knowledge) como metodología de control, ya que permite una gestión eficiente de recursos, tiempos y riesgos.

Reuniones semanales de seguimiento:

- Evaluar el avance y resolver problemas en tiempo real.

Informes de avance quincenales:

- informar cumplimiento de hitos y desviaciones del cronograma.

Evaluación de riesgos:

- Identificación de riesgos potenciales en cada fase y planes de contingencia.

Auditoría final:

- Se realizará una auditoría interna al final de la implementación para verificar si se han alcanzado todos los objetivos.

3.4.6. Conclusiones de la Sección 3.4.

Se ha estructurado cada fase del proceso para su exitosa culminación y la disminución de riesgos, asegurando así una transición fluida hacia un sistema avanzado de gestión del mantenimiento. Una adecuada distribución de responsabilidades y la aplicación de metodologías de control garantizan que el proyecto se mantenga exitoso desde el punto de vista de tiempo y costo, y que sea rentable para maximizar el valor del software desde el primer día. Una planificación minuciosa de la implementación detallada de Oracle eAM se convierte en un requisito para una operación eficaz y el cumplimiento de las expectativas por parte de la organización.

3.5. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL Y GESTIÓN DEL CAMBIO.

3.5.1. Plan de Formación del Personal.

La capacitación del personal constituye un ingrediente crítico para asegurar que Oracle eAM funcione como se pretende. La capacitación debe organizarse de acuerdo con el rol que cada persona desempeña en el sistema.

Diagnóstico de competencias previas:

- Realizar encuestas y administrar evaluaciones preliminares para determinar los niveles iniciales de conocimiento del personal sobre sistemas similares.
- De esta manera, se puede determinar qué usuarios requieren un enfoque básico y cuáles necesitan capacitación avanzada.

3.5.2. Fases de Capacitación.

3.5.2.1. Fase 1: Formación Inicial (4 semanas).

1. Administradores del sistema: Capacitación avanzada en configuración y administración de software.
2. Supervisores y responsables de mantenimiento: Creación de órdenes, asignación de tareas y monitoreo de activos.

3. Técnicos de mantenimiento: Utilizar herramientas móviles y notificar incidentes de capacitación.

3.5.2.2. Fase 2: Capacitación Continua y Actualización.

1. Programar actualizaciones semestrales de capacitación para mantener al personal actualizado sobre las nuevas funcionalidades del software.

2. Utilización de tutoriales interactivos y simulaciones para potenciar el autoaprendizaje.

3.5.2.3. Fase 3: Documentación y Manuales.

1. Desarrollar manuales específicos para el área (mantenimiento, administración, supervisión).

2. Desarrollar videotutoriales y simulaciones que permitan la autocapacitación del personal técnico.

3.5.3. Estrategia de Gestión del Cambio.

La transición a un sistema digitalizado puede generar resistencias en los empleados, por lo que es muy importante crear una estrategia de gestión del cambio que minimice el impacto en ellos.

Plan de Comunicación Interna:

- Realizar sesiones informativas para presentar a los usuarios los beneficios del software y resolver dudas.
- Boletines internos de los avances del proyecto.

Involucrar al Personal Clave desde el Inicio:

- También se debe incluir a los líderes operativos en las fases de prueba piloto para generar compromiso y confianza.

Apoyo Continuo y Soporte:

- Establecer un help desk para los primeros meses de uso con soporte técnico.
- Designar embajadores internos que actúen como puntos de referencia para sus colegas.

3.6. **INTEGRACIÓN Y MONITOREO DEL DESEMPEÑO.**

3.6.1. **Integración con Procesos Existentes.**

La integración del software Oracle eAM se realizará además dentro de otros sistemas operativos manteniendo los financieros para asegurar que el flujo de información sea ininterrumpido.

Integración con Sistemas ERP:

- Sincronización entre órdenes de trabajo y datos financieros para la gestión de los costes asociados al mantenimiento.
- Contabilización automática en tiempo real de los costes en el módulo ERP de dinero.

Conexión con Sistemas MES (Manufacturing Execution System):

- eAM recibirá información en tiempo real sobre la disponibilidad y el estado de los equipos.
- Generación automática de alarmas para prevención de fallos y mantenimientos programados.

Automatización del Control de Inventarios:

- Configuración de alertas automáticas para reordenar repuestos críticos.
- Conexión con proveedores para acelerar la gestión de suministros.

3.6.2. **Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).**

Los KPI son importantes ya que su medición define el aprovechamiento del impacto y el retorno de la inversión en recursos en acción.

Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):

Calcula el tiempo medio que pasa un activo en producción sin interrupción. El aumento de este indicador supone mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Tiempo Medio para Reparar (MTTR):

Tiempo medio empleado para reparar un equipo. La reducción muestra la eficiencia del software en la asignación de recursos y la gestión de pedidos.

Tasa de Cumplimiento de Órdenes:

Porcentaje de pedidos planificados ejecutados a tiempo.

Reducción del Tiempo de Inactividad:

Mide la cantidad de tiempo que los activos no están operativos debido a fallas no planificadas.

3.6.3. Ejemplificación del Impacto de Oracle eAM en Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).

Siguiendo la metodología descrita en las secciones previas de este capítulo, que abarca desde el diagnóstico inicial [Sección 3.2], la selección basada en criterios robustos [Sección 3.3], una planificación detallada [Sección 3.4], hasta la capacitación del personal [Sección 3.5] y la integración con sistemas existentes [Sección 3.6.1], busca no solo modernizar las operaciones de mantenimiento, sino también generar un impacto tangible y medible en la eficiencia y rentabilidad de la organización.

Para ilustrar de manera práctica cómo las funcionalidades de Oracle eAM pueden traducirse en mejoras concretas, a continuación, se presentan escenarios industriales comunes. En estos, se proyecta el impacto potencial de la adopción de Oracle eAM sobre los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) definidos previamente en la [Sección 3.6.2].

Estos ejemplos sirven para validar la relevancia de una implementación estratégica del software, demostrando cómo la aplicación de sus herramientas y capacidades (analizadas en el Capítulo 2) puede optimizar procesos críticos y generar valor cuantificable.

Ejemplo 1: Optimización del Mantenimiento Correctivo y Reducción del Tiempo de Inactividad

Escenario Industrial Común (Problema):

Consideremos una empresa del sector alimentario, "Alimentos Procesados del Sur Ltda.", que opera una línea de envasado crítica. Actualmente, esta línea experimenta un promedio de 2 paradas correctivas no planificadas por semana, con un Tiempo Medio para Reparar (MTTR) de 6 horas por parada. Esto se debe, en parte, a la dificultad para acceder rápidamente al historial de mantenimiento del equipo averiado, la tardanza en la

asignación de técnicos y la ocasional falta de repuestos específicos no identificados a tiempo. Estas 12 horas semanales de inactividad representan una pérdida significativa en la producción y elevan los costos operativos.

Aplicación de Funcionalidades de Oracle eAM:

La implementación de Oracle eAM, como se describe en la metodología de este capítulo, abordaría estos problemas mediante:

- Gestión de Órdenes de Trabajo Digitalizada: Creación, asignación y seguimiento de órdenes de trabajo en tiempo real, permitiendo una respuesta más ágil del personal de mantenimiento.
- Acceso Móvil para Técnicos: Los técnicos podrían acceder desde dispositivos móviles al historial completo del activo, manuales técnicos y procedimientos estándar de reparación directamente en el sitio de la falla.
- Gestión Integrada de Inventarios: El sistema permitiría verificar la disponibilidad de repuestos críticos en tiempo real y, de ser necesario, generar solicitudes de compra o traslado de forma automática o semiautomática.
- Base de Conocimiento: Acumulación de soluciones a problemas pasados, facilitando diagnósticos más rápidos para fallas recurrentes.

Validación de Impacto Potencial (Proyección de KPIs):

Con la aplicación de estas funcionalidades de Oracle eAM, "Alimentos Procesados del Sur Ltda." podría proyectar las siguientes mejoras en sus KPIs:

- Reducción del MTTR: De 6 horas a un estimado de 3.5 horas por parada. Esta mejora del 41.6% se fundamenta en la optimización del flujo de trabajo, el acceso instantáneo a la información y la mejor coordinación en la disponibilidad de repuestos.
- Reducción del Tiempo de Inactividad No Planificado: Consecuentemente, el tiempo de inactividad semanal por mantenimiento correctivo en la línea de envasado se reduciría de 12 horas a 7 horas (2 paradas x 3.5 horas/parada).
- Aumento de la Disponibilidad de la Línea: Esto se traduciría en un aumento directo de la disponibilidad de la línea y, por ende, de la capacidad productiva.

Esto ilustra cómo Oracle eAM no solo optimiza la gestión del mantenimiento, sino que también tiene un impacto directo y cuantificable en la eficiencia operativa global de la planta.

Ejemplo 2: Mejora de la Confiabilidad de Activos mediante Mantenimiento Predictivo y Preventivo

Escenario Industrial Común (Problema):

Tomemos el caso de una empresa minera, "Minera Andina Corp.", que opera una flota de camiones de extracción. Un componente crítico, como el sistema de transmisión de estos camiones, actualmente presenta un Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) de 800 horas de operación, generando costos elevados por reparaciones mayores no planificadas y afectando la continuidad de la extracción. El mantenimiento se realiza principalmente de forma reactiva o con planes preventivos basados en tiempo calendario, que no siempre se ajustan al desgaste real.

Aplicación de Funcionalidades de Oracle eAM:

Oracle eAM ofrece herramientas para una gestión más proactiva del mantenimiento:

- **Mantenimiento Predictivo:** Integración con sistemas de monitoreo de condición (ej. análisis de aceite, vibraciones son capacidades que pueden ser integradas con eAM) para detectar patrones anómalos que preceden a una falla en la transmisión.
- **Planificación de Mantenimiento Preventivo Basado en Condición/Uso:** Ajuste de los programas de mantenimiento preventivo no solo por tiempo, sino por horas de operación reales o por el estado diagnosticado del componente.
- **Análisis de Historial de Fallas:** Uso de los datos recopilados en eAM para identificar modos de falla recurrentes y optimizar las estrategias de mantenimiento.

Validación de Impacto Potencial (Proyección de KPIs):

La implementación de estas estrategias con Oracle eAM en "Minera Andina Corp." podría llevar a:

- **Aumento del MTBF:** Se proyecta un incremento del MTBF del sistema de transmisión de los camiones de 800 a 1200 horas. Esta mejora del 50% se basa en la capacidad de anticipar y mitigar fallas incipientes antes de que se conviertan en averías mayores.
- **Reducción de Costos de Mantenimiento Correctivo:** Al disminuir las fallas catastróficas, los costos asociados a reparaciones mayores y compra urgente de componentes se reducirían significativamente. Se estima una reducción del 25% en los costos de mantenimiento para estos componentes.
- **Mejora en la Tasa de Cumplimiento de Órdenes de Mantenimiento Programado:** Al optimizar la planificación, se espera que la tasa de cumplimiento de las órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo alcance un 95%.

Esto demuestra cómo la adopción de funcionalidades avanzadas de Oracle eAM puede transformar el mantenimiento, mejorando la confiabilidad de los activos y así optimizar los costos asociados de la empresa.

Ejemplo 1: Optimización del Mantenimiento Correctivo y Reducción del Tiempo de Inactividad

1. Reducción del MTTR (Tiempo Medio para Reparar):

- MTTR anterior ($MTTR_1$): 6 horas
- MTTR proyectado ($MTTR_2$): 3,5 horas

Cálculo de la Reducción Absoluta del MTTR:

$$Reduccion\ Absoluta = MTTR_1 - MTTR_2 = 6\ h - 3.5\ h = 2.5\ h$$

Cálculo de la Mejora Porcentual:

$$Mejora\ Porcentual = (MTTR_1 Reduccion\ Absoluta) \times 100 = (62.5) \times 100 \\ \approx 41.67\%$$

2. Reducción del Tiempo de Inactividad No Planificado por Semana:

- Frecuencia de fallas: 2 paradas por semana
- Antes del cambio:

$$2 \text{ paradas} \times 6 \text{ h/parada} = 12 \text{ h/semana}$$

- Después del cambio:

$$2 \text{ paradas} \times 3.5 \text{ h/parada} = 7 \text{ h/semana}$$

Reducción Absoluta del Tiempo de Inactividad Semanal:

$$12 \text{ h} - 7 \text{ h} = 5 \text{ h/semana}$$

Reducción Porcentual:

$$\left(\frac{5}{12}\right) \times 100 \approx 41.67\%$$

Ejemplo 2: Mejora de la Confiabilidad de Activos mediante Mantenimiento Predictivo y Preventivo

1. Aumento del MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas):

- MTBF anterior ($MTBF_1$): 800 horas
- MTBF proyectado ($MTBF_2$): 1200 horas

Aumento Absoluto del MTBF:

$$MTBF_2 - MTBF_1 = 1200 \text{ h} - 800 \text{ h} = 400 \text{ h}$$

Mejora Porcentual:

$$\left(\frac{400}{800}\right) \times 100 = 50\%$$

2. Reducción de Costos de Mantenimiento Correctivo:

- Reducción estimada: 25%
- Costo anterior: *Cantiguo*

Nuevo costo:

$$C_{nuevo} = Cantiguo \times (1 - 0.25) = Cantiguo \times 0.75$$

El nuevo costo representa el 75% del costo anterior.

3. Mejora en la Tasa de Cumplimiento de Órdenes de Mantenimiento Programado:

- Valor anterior (hipotético): 80%
- Valor proyectado: 95%

Mejora en puntos porcentuales:

$$95\% - 80\% = 15 \text{ puntos porcentuales}$$

3.7. **EVALUACIÓN CONTINUA Y MEJORA.**

3.7.1. Monitoreo del Desempeño del Software.

Por lo anterior, se establecerá un monitoreo de rendimiento de eAM Oracle para que cumpla con los objetivos establecidos.

Reuniones de Seguimiento Semanales:

- En este sentido, se debe establecer una reunión frecuente de monitoreo sobre los primeros tres meses para examinar el nivel de adopción del software y los problemas nuevos que se presenten.

Evaluación Trimestral de los KPIs:

- Uno de los objetivos será analizar los indicadores clave de desempeño a fin de detectar las áreas que requieran ajustes.

Encuestas de Satisfacción del Personal:

- Se proponen encuestas para identificar las barreras de percepción que puedan estar interviniendo en las actividades de los usuarios.

3.7.2. Estrategia de Mejora Continua.

Revisión y Ajuste del Software:

- Realizar ajustes en la configuración del sistema en función de los resultados obtenidos durante las evaluaciones.

Actualización del Plan de Capacitación:

- Se añade el contenido de los planes a los programas de formación conforme se van incorporando bonificaciones en Oracle eAM.

Fomento de una Cultura de Mejora Continua:

- Motivar al personal para que presente propuestas de mejora para los procesos de mantenimiento empleando el software.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El presente estudio concluye con el diseño exitoso de una metodología estructurada para la selección e implementación de software de mantenimiento industrial, cumpliendo así su objetivo general. La investigación determinó que, más allá de la gestión de activos, el valor del software moderno radica en la Planificación y Control de Mantenimiento (PCM) y la capacidad de Análisis y Reportes. Se validó que, si bien los costos de implementación y la complejidad técnica son barreras significativas, los factores organizacionales como la resistencia al cambio y la capacitación insuficiente representan obstáculos de igual o mayor criticidad para el éxito de la adopción.

Posteriormente, la evaluación cuantitativa de 22 plataformas de software del mercado demostró que no existe una solución universal. Se determinó que las plataformas de categoría EAM, como Oracle eAM, IBM Máximo y SAP PM, ofrecen la mayor robustez para organizaciones a gran escala por su alta calificación en escalabilidad e integración. Para contextos industriales más específicos o de menor escala, herramientas como UpKeep o Fiix presentan un equilibrio más favorable entre costo y facilidad de uso.

Según esta evaluación, se creó un enfoque integral utilizando Oracle eAM como ejemplo de modelo. La ventaja básica de este enfoque se muestra al verificar su efectividad en su fase de validación de beneficios a través de la proyección de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs). A través de un caso de estudio proyectado, se demostró que el potencial de la metodología genera mejoras cuantificables, como una reducción del 41.67% en el tiempo promedio de reparación (MTTR) y un aumento del 50% en el tiempo promedio entre fallas (MTBF).

De esta manera, los aportes clave de este trabajo se materializan en la selección objetiva de software, la ya mencionada metodología de implementación cuyo valor se valida con la proyección de KPIs y la identificación de que el éxito depende de un equilibrio entre la elección tecnológica y una efectiva gestión del cambio organizacional.

En consecuencia, se recomienda a las empresas en proceso de selección utilizar la matriz de evaluación presentada, ajustando las ponderaciones a su contexto particular y priorizando la integración y la usabilidad móvil. Durante la implementación, es crucial adoptar un enfoque proactivo de gestión del cambio, comunicando los beneficios de la herramienta para mitigar la resistencia del personal e invertir en capacitación continua. Finalmente, como futuras líneas de investigación, se sugiere la aplicación de esta metodología en un caso de estudio real para validar empíricamente los KPIs proyectados y analizar en profundidad la integración de Inteligencia Artificial en las plataformas EAM mejor calificadas, para así potenciar las capacidades del mantenimiento predictivo.

BIBLIOGRAFÍA.

Aberdeen Group. (2017). The impact of CMMS in industrial maintenance. Recuperado de <https://www.aberdeen.com>

Maintenance Connection. (2020). The importance of CMMS in modern maintenance management. Recuperado de <https://www.maintenanceconnection.com>

Fiix Software. (2021). The future of maintenance with IoT and AI. Recuperado de <https://www.fiixsoftware.com>

Campbell, J. D., & Reyes-Picknell, J. V. (2015). Uptime: Strategies for excellence in maintenance management. Productivity Press.

Tsang, A. H. C. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 8(1), 7-39. <https://doi.org/10.1108/13552510210420577>

Datascope. (n.d.). 8 ventajas del software de gestión de mantenimiento. Recuperado el [07 de junio 2024], de <https://datascope.io/es/blog/8-ventajas-del-software-de-gestion-de-mantenimiento/>

FasterCapital. (n.d.). Desafíos y limitaciones de la tecnología para potenciar las industrias. Recuperado el [03 de junio 2024], de <https://fastercapital.com/es/tema/desafios-y-limitaciones-de-la-tecnología-para-potenciar-las-industrias.html>