



Diseño de un método de diagnóstico para evaluar la utilidad del sistema CMMS SAP aplicado a la Gestión de Mantenimiento en la empresa agroindustrial Bioenergy Zona Franca S.A.S.

Frank Enrique Hernández Baquero

Trabajo de grado para Optar al título de Especialista en  
Gerencia de Mantenimiento

Director  
Diego Fernando Rivas  
Especialista Gerencia de Mantenimiento

Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Especialización Gerencia Mantenimiento  
Bucaramanga

2025

**Dedicatoria**

*Dedico este trabajo a mi hijo Martin, por quien cada día quiero ser una mejor persona y profesional para brindarle bienestar y orgullo.*

***Frank Enrique Hernández Baquero***

## **Agradecimientos**

*Mis sinceros agradecimientos a todo el cuerpo docente y administrativo de la universidad industrial de Santander de quienes recibí las mejores enseñanzas durante este proceso formativo y a su cuerpo administrativo por su apoyo.*

*A mi esposa Diana por su apoyo incondicional durante todo este proceso de aprendizaje*

*A El ingeniero Diego Rivas Bermúdez, director de esta monografía por su apoyo para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos*

## Tabla de Contenido

	PAG
Resumen .....	10
Abstract .....	11
1. Descripción Del Proyecto.....	12
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Pregunta Problema .....	15
2. Objetivos.....	16
2.1. Objetivo General.....	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
3. Justificación Del Plan Propuesto .....	17
4. Análisis De La Literatura Recopilada.....	20
4.1. Marco Teórico.....	20
4.1.1. Producción y Mantenimiento .....	20
4.1.2. Mantenimiento Preventivo .....	21
4.1.3. Gestión de Mantenimiento .....	24
4.1.4. Sistema ERP.....	24
4.1.5. CMMS SAP.....	26
4.1.6. Sistema SAP PM.....	29
4.2. Marco Conceptual.....	32
4.3. Marco Legal.....	36
4.4. Marco Contextual.....	37
5. Metodología .....	40
5.1. Método de Investigación .....	40
5.3. Técnicas de Recolección de la Información .....	40
5.4. Fases Metodológicas .....	41
6. Resultados.....	42
46	
7. Conclusiones.....	51
Bibliografía .....	53
Anexos .....	55

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Técnicas-Instrumentos de Investigación .....	41
<i>Tabla 2. Diagnóstico SAP PM.....</i>	<i>42</i>
Tabla 3. Priorización Acciones Mejora .....	48

**Lista de Gráficos**

Gráfico 1. Gestión SAP PM .....	33
Gráfico 2. . Flujograma Creación Plan Mantenimiento.....	41
Gráfico 3. Desempeño áreas evaluadas.....	44

**Tabla de Ilustraciones**

Ilustración 1. Sistemas ERP .....	26
Ilustración 2. Módulo SAP .....	28
Ilustración 3. Modelo SAP PM .....	29
Ilustración 4. Flujo SAP PM .....	30
Ilustración 5. Plan - SAP PM .....	31
Ilustración 6. Planta de Producción Bionergy .....	38
Ilustración 7. Proceso Producción Etano Bionergy .....	39
Ilustración 8. Procesos de Mantenimiento a Nivel General .....	45
Ilustración 9. Proceso de Mantenimiento Industrial .....	46

## Lista de Anexos

Anexos a. Lista de Chequeo Estructura Organizacional .....	55
Anexos b. Lista de Chequeo Estructuración Sistemas Técnicos .....	56
Anexos c. Lista de Chequeo Proceso del Negocio .....	58
Anexos d. Lista de Chequeo Interacción con otros Módulos .....	62
Anexos e. Lista de Cheque Manuales e Instructivos .....	63
Anexos f. Lista de Chequeo Análisis de la Información .....	64
Anexos g. Lista de Chequeo Mejoramiento Continuo.....	65

## Resumen

**Título:** Diseño de un método de diagnóstico para evaluar la utilidad del sistema CMMS SAP aplicado a la Gestión de Mantenimiento en la empresa agroindustrial Bioenergy Zona Franca S.A.S

**Autor:** Frank Enrique Hernandez Baquero

**Palabras Clave:** SAP, mantenimiento, evaluación de procesos, mejora continua, productividad

Descripción: En la actualidad, las organizaciones se apoyan en sistemas de gestión para lograr sus metas, y a pesar de contar con herramientas avanzadas como el CMMS SAP, muchas empresas aun enfrentan dificultades para evaluar la utilidad y eficiencia de manera objetiva en la gestión del mantenimiento en este caso SAP PM, el cual está diseñado para optimizar las operaciones por ello este trabajo tiene como objetivo proponer un método de diagnóstico para medir la utilidad y eficacia del módulo en la gestión de mantenimiento, aplicando un caso práctico en una empresa agroindustrial; específicamente en la empresa agroindustrial Bioenergy Zona Franca SAS. La metodología aplicada es de tipo descriptivo, exploratorio, mixto, para cumplir con el objetivo, se utilizaron fuentes de información a través de entrevistas, consultas, libros y demás, se aplicó un instrumento tipo encuesta donde se validaron todas las características del software. Los resultados arrojaron que existen áreas que requieren atención para alcanzar su máximo potencial. En conclusión, se tiene que, con el desarrollo de un método de evaluación de las funcionalidades del sistema, se logra identificar mejoras y optimizar los recursos, para de esta forma mejorar la rentabilidad y la productividad de la empresa.

## Abstract

**Title:** Design of a Diagnostic Method to Evaluate the Usefulness of the CMMS SAP System

Applied to Maintenance Management in the Agro-Industrial Company Bioenergy Zona Franca S.A.S

**Author:** Frank Enrique Hernandez Baquero

**Keywords:** SAP, maintenance, process evaluation, continuous improvement, productivity.

Currently, organizations rely on management systems to achieve their goals, and despite having advanced tools such as the SAP CMMS, many companies still face difficulties in objectively evaluating the utility and efficiency of maintenance management, in this case, SAP PM, which is designed to optimize operations. Therefore, the objective of this work is to propose a diagnostic method to measure the utility and effectiveness of the module in maintenance management, applying a practical case in an agro-industrial company; specifically, in the agro-industrial company Bioenergy Zona Franca SAS. The methodology applied is descriptive, exploratory, and mixed. To achieve the objective, information was gathered through interviews, consultations, books, and other sources, and a survey-type instrument was applied to validate all the software features. The results showed that there are areas requiring attention in order to reach their full potential. In conclusion, it can be stated that, through the development of a method for evaluating the system's functionalities, improvements can be identified and resources optimized, thereby enhancing the profitability and productivity of the company.

## 1. Descripción Del Proyecto

Las organizaciones hoy en día poseen sistemas de gestión para llevar a cabo sus metas, siendo parte importante la tecnología para lograrlo; en este orden de ideas existen sistemas de gestión enfocados en el mantenimiento el cual tiene una función específica en la operación eficiente de los servicios, es así como existe la herramienta Computerized Maintenance Management System “CMMS SAP” quien a su vez cuenta con un módulo de mantenimiento de planta que hace parte integral del software, está diseñado para optimizar las operaciones de las plantas y entornos industriales, este abarca entre otros la gestión logística, administrativa y el mantenimiento como tal de los activos en una empresa (Peñata Sánchez, 2021).

Dentro de la fundamentación de este trabajo se debe tener en cuenta la definición de *mantenimiento*, entendido como la ejecución de manera periódica de labores que permitan controlar, tener y conservar los equipos de una empresa en buenas condiciones; así pues, el mantenimiento incluye tareas no solo basada en limpieza y cambio de piezas, sino también en actividades relacionadas con medición, ajuste y verificación de funcionamiento con el ánimo de prevenir fallas futuras; por consiguiente, las actividades de mantenimiento versan sobre las instalaciones tanto “fijas, móviles, como equipos, maquinaria, edificaciones industriales, comerciales, servicios específicos e incluso sobre mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo” (Abella, 2015).

En este aspecto, se debe tener en cuenta que existen varios tipos de mantenimiento a llevarse a cabo en donde su diferencia radica en la forma, los beneficios y logros que se obtenga para de esta manera determinar su aplicabilidad y alcanzar resultados que reduzcan considerablemente los costos, los diferentes tipos que se manejan en estas áreas son: mantenimiento correctivo, progresivo, programado (periódico, sistemático), con proyecto, preventivo, predictivo, productivo y mantenimiento total (Pinzón, 2023).

Dentro del objetivo planteado en este trabajo se abordará un método para evaluar la utilidad del sistema CMMS, enfocado en su módulo de mantenimiento Sistema Modular

SAP, que combina varias áreas de una empresa formando de tal manera un integrado para facilitar la interacción e intercambio de datos de acuerdo con los procesos operativos de las compañías, es necesario entonces, tener en cuenta que cuando se habla de SAP es una ERP entendida como un sistema modular que combina diferentes áreas de una empresa, lo cual hace un todo integrado donde facilita comunicación e integración de los datos, procesándolos y arrojando información útil para las decisiones de los directivos de la organización, en donde en el software participan módulos funcionales que componen el sistema SAP obedeciendo a los procesos operativos.

Es así como uno de los módulos que contiene este sistema es el de mantenimiento “PM” por medio del cual se planifican entre otras tareas, mantenimientos y análisis etc. Dicho SAP (Módulo SAP PM-Plant Maintenance -Mantenimiento de Planta) fue elaborado específicamente para abarcar los requerimientos de “planificación, administración, seguimiento y control” de actividades y actividades en esta área, además, cubre una serie de actividades como: “correctivo, preventivo y predictivo”, es importante manifestar que este permite también crear solicitudes y ordenes de trabajo de mantenimiento, realizar análisis de trabajo, solicitudes programadas, crear un historial y tramitar servicios de mantenimiento, inclusive provee una planeación y control para el cuidado de la planta con manejo de calendario, inspecciones, mantenimiento de averías y la administración de servicios que aseguren la disponibilidad de sistemas operacionales.

En las entidades en las cuales se han realizado estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, no se ha realizado un análisis profundo de la efectividad y eficiencia del CMMS SAP como herramienta de gestión; esto ha generado un enfoque reactivo ante fallas críticas, lo cual puede resultar en altos costos de mantenimiento no planificado, así como pérdidas económicas derivadas de la ineficiencia operativa y el tiempo de inactividad de los equipos.

Por lo anterior, es imperativo desarrollar una metodología que permita evaluar la utilidad del uso del CMMS SAP, y así aprovechar al máximo su potencial, propendiendo porque las estrategias de mantenimiento se alineen con los objetivos operativos de la

compañía, minimizando riesgos y costos asociados a la gestión inadecuada del mantenimiento.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

En las organizaciones actuales, los sistemas de gestión de mantenimiento juegan un papel fundamental en la operación eficiente de los servicios, sin embargo, a pesar de contar con herramientas avanzadas como el CMMS SAP, muchas empresas aun enfrentan dificultades para evaluar la utilidad y eficiencia de manera objetiva en la gestión del mantenimiento, si bien, la falta de un enfoque metodológico y claro para medir el impacto de estas herramientas puede llevar a una subutilización del sistema y a tomar decisiones basadas en datos no representativos de la realidad operativa (Peñata Sánchez, 2021). Sin embargo, investigaciones recientes han señalado que existen diversos factores que podrían limitar el óptimo desarrollo y aprovechamiento de estos sistemas, como los relacionados con la personalización, capacitación del personal y el uso de las funcionalidades avanzadas del CMMS.

Es así como es necesario plantear, revisar y analizar las estrategias de mantenimiento teniendo herramientas como CMMS SAP, el cual es un software con el que se verifica pre y post el manejo de los equipos en planta presentes en la producción para que se tenga una valoración de fallas cada vez menor, el planteamiento que surge es entonces, que este sistema permita ejecutar un plan de mantenimiento más profundo contribuyendo así a la reducción inclusive de posibles accidentes laborales, efectuando mantenimientos correctivos y evitando la detención de la operación no programadas por diferentes circunstancias que elevan el costo de producción a la empresa.

Por consiguiente, este trabajo de grado se enfoca en un trabajo de campo en la empresa Bioenergy Zona Franca SAS, donde se tiene como objetivo proponer un método de diagnóstico para medir la utilidad y eficacia incluido el grado de aprovechamiento del módulo de mantenimiento SAP ERP en la gestión de mantenimiento.

## **1.2. Pregunta Problema**

En este contexto, se propone la pregunta problema ¿Cuál es la utilidad y eficacia que tiene el software CMMS SAP en cuanto al uso del módulo en la gestión de mantenimiento?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Proponer un método de diagnóstico para medir la utilidad y eficacia del módulo de mantenimiento SAP ERP en la gestión de mantenimiento, aplicando un caso práctico en una empresa agroindustrial.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de las funcionalidades de SAP PM utilizadas en el proceso de gestión de mantenimiento en una compañía del sector agroindustrial de Colombia.
- Elaborar un método de evaluación de las funcionalidades del módulo de mantenimiento.
- Identificar y proponer oportunidades de mejora para la funcionalidad del software SAP ERP.

### **3. Justificación Del Plan Propuesto**

El Mantenimiento de Plantas Industriales ha experimentado numerosos cambios en las últimas décadas, probablemente más que otras disciplinas gerenciales, estos cambios no solo responden al crecimiento en la variedad y cantidad de activos físicos que requieren mantenimiento, sino, sobre todo, a una creciente conciencia, compromiso e involucramiento de este en áreas como la seguridad, el medioambiente y la calidad del producto, lo cual ha llevado a esta acción a una nueva dimensión, donde tanto ingenieros como gerentes responsables deben desarrollar nuevas habilidades.

Las industrias actuales, mayormente automatizadas y que cuentan con un sistema de control y supervisión complejos, generan y manejan grandes cantidades de datos de manera continua como resultado de sus operaciones; así pues, este avance ha revelado una importante deficiencia y es la dificultad que enfrenta este sector para analizar grandes volúmenes de datos y transformarlos en información útil para la empresa tanto en tiempo y forma adecuada y más exactamente en el mantenimiento de sus plantas industriales.

La información procesada se convierte en conocimiento humano y proporciona las herramientas esenciales para tomar decisiones estratégicamente, en este contexto, SAP se destaca como una de las plataformas más poderosas a nivel mundial para el procesamiento de la información, y es consolidado como un aliado clave en la gestión de mantenimiento dentro de las organizaciones (Ashfield, 2018).

El poner en marcha este software de gestión de mantenimiento como SAP, representa gran inversión para la empresa, por tanto, se espera que este tipo de sistemas retribuyan dicha inversión mediante la optimización de procesos de gestión de activos, recursos humanos, materiales y tiempos de intervención en estos, igualmente este sistema traerá beneficios en cuanto a un mejor desempeño financiero, un mayor retorno de las inversiones y se reducen los costos, preservando el valor de los activos si exponer los objetivos organizacionales. Por su parte, las decisiones informadas en la inversión de activos permiten a la organización mejorar su toma de decisiones al equilibrar de manera efectiva los costos, riesgos, oportunidades y desempeño. En cuanto a la gestión del riesgo, se busca reducir pérdidas financieras, mejorar la salud, seguridad y reputación, además de minimizar el impacto ambiental y social, lo que puede traducirse en una disminución de responsabilidades, como menores costos en seguros, sanciones y penalidades.

Asimismo, se logra una mejora en los servicios y resultados al asegurar el rendimiento óptimo de los activos, lo que contribuye a la entrega de productos o servicios que consistentemente cumplen o superan las expectativas de clientes; además, la organización puede demostrar su responsabilidad social al reducir emisiones, conservar recursos, adaptarse

al cambio climático y adoptar prácticas comerciales éticas y socialmente responsables, lo mismo que permite aumentar la satisfacción del cliente generando mayor confianza y credibilidad en los stakeholders.

Además, esto permitirá obtener resultados óptimos y confiables en cada análisis realizado, garantizando una reducción significativa de recesos de producción provocados por fallas en las máquinas de la compañía; por consiguiente, los resultados de esta evaluación, permitirán identificar algunas áreas de mejora clave y formular estrategias específicas para optimizar los procesos y lograr una mayor eficiencia operativa de la compañía.

## 4. Análisis De La Literatura Recopilada

### 4.1. Marco Teórico

#### 4.1.1. Producción y Mantenimiento.

El mantenimiento se describe como el conjunto de actividades mediante las cuales se conserva o se restaura un equipo o sistema a un estado en el que puede cumplir con sus funciones designadas. Este proceso es fundamental para la calidad de los productos y puede emplearse como una estrategia para competir de manera efectiva, en este sentido Mora (2009) sostiene que:

*La misión principal del mantenimiento es garantizar que el parque industrial esté con la máxima disponibilidad cuando lo requiera el cliente o usuario. Con la máxima mantenibilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar. Con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente por el demandante, para producir bienes o servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o requerimientos. Con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible. Y con los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad. Es decir, para generar mayores ingresos.*

Así las cosas, la función empresarial encargada de controlar el estado de todas las instalaciones, equipos tanto productivos como auxiliares y de servicios, es el mantenimiento; en este sentido, se puede afirmar que este abarca el conjunto de actividades específicas utilizadas para mantener o restablecer un sistema de condiciones óptimas. Sin embargo, no se trata solo de asegurar su funcionamiento, sino de hacerlo de tal manera que garantice la eficiencia operativa a un coste mínimo. Es así como el mantenimiento se convierte en un factor clave para la sostenibilidad y rentabilidad de las operaciones empresariales (Navarro, 2004).

Desde este punto de vista existen varias actividades como es la de “prevenir y/o corregir, cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones”, equipos y verificar los costes. Es así como en Gran Bretaña a partir de los años 70, nace la Tero Tecnología, cuya función va más allá de la conservación, por tanto, es una serie de prácticas de Gestión, Financiera y Técnica aplicada a los activos físicos con el fin de reducir el “coste del ciclo de vida”. En efecto para realizar un mantenimiento adecuado es fundamental comenzar desde la descripción técnica, que incluye reglas, tolerancia, planos y demás documentos los cuales son proporcionados por el suministrador. De tal manera, este proceso debe continuar con la recepción, instalación y puesto en funcionamiento el equipo; sin embargo, es crucial que estas actividades cuenten con la contribución del recurso humano encargado de mantenimiento, ya que esto permite establecer y documentar el estado de referencia del sistema; de esta forma dicho estado se convierte en el punto de referencia durante el tiempo que el activo este operativo y funcionando en perfectas condiciones (Navarro, 2004).

#### **4.1.2. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento se describe como el conjunto de actividades mediante las cuales se conserva o se restaura un equipo o sistema a un estado en el que puede cumplir con sus funciones designadas. Este proceso es fundamental para la calidad de los productos y puede emplearse como una estrategia para competir de manera efectiva, en este sentido Mora (2009) sostiene que:

Dentro del desarrollo del proyecto en la empresa donde se llevará el estudio, en el trabajo de campo se evaluará la utilidad del sistema SAP PM, relacionado con el mantenimiento preventivo. Sobre el particular hay que tener en cuenta que el mantenimiento preventivo es la conservación planificada, donde su función primordial es permitir el conocimiento sistemático del estado de los equipos y las máquinas, de modo que se pueda programar la tarea a realizar en el momento justo y con el mínimo impacto posible. Al respecto García M (2017) manifiesta que este es una actividad humana dirigida a los recursos tangibles de una compañía, con el propósito de velar por la calidad del servicio proporcionando que se mantenga dentro de los límites establecidos. En este sentido, este implica no esperar a que los equipos fallen para repararlas, sino programar los cambios con el tiempo suficiente antes de que se presente la falla, lo que se logra a través del conocimiento de las especificaciones técnicas de los equipos, obtenidas mediante los manuales correspondientes (Vilcarromero Ruiz, 2017).

Si bien, la evolución del mantenimiento preventivo ha dado lugar a diversas escuelas de pensamiento, conocidas como filosofías del mantenimiento global, entre ellas, el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad “RCM” es un procedimiento más dentro de las opciones disponibles para desarrollar un plan de preservación. Esta metodología se documentó por primera vez en un informe escrito por “F.S. Nowlan y H.F. Heap, publicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en 1978. Inicialmente el RCM fue desarrollado para el sector de la aviación, donde los altos costos derivados de la situación sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compras áreas” (Alavedra-Flores, 2016).

Luego, después de un tiempo de comprobarse sus buenos resultados, su aplicación se extendió al ámbito industrial, generalizándose en las fábricas y ofreciendo importantes ventajas sobre otras técnicas. Es así como el RCM, ha sido utilizado para enunciar estrategias de gestión en activos físicos en prácticas de las áreas de la actividad humana organizada y en la mayoría de los países industrializados. Con el tiempo, su metodología ha evolucionado hasta consolidarse como la filosofía del RCM (Alavedra-Flores, 2016).

Al considerar la empresa donde se llevará a cabo este trabajo, donde se requiere maquinaria pesada y especializada, es evidente que el desgaste de estos equipos es un aspecto crucial, es así como la empresa se asegura de realizar un análisis previo o mantenimiento con el fin de detectar fallas a tiempo y repararlas antes de que afecten el funcionamiento. Por tanto, el principal objetivo de llevar a cabo el mantenimiento preventivo es detectar y corregir problemas menores antes de que provoque fallas mayores. Sin embargo, este no se limita solo a la maquina pesada, también puede definirse como una serie de actividades realizadas por usuarios, operadores y delegados de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento de plantas, edificios, equipos, vehículos, entre otros. De esta manera, se logra que los equipos operen en condiciones seguras y confiables, lo que reduce los tiempos muertos, minimiza las existencias en almacenes y, en consecuencia, contribuye a la reducción de costos (Vilcarrromero Ruiz, 2017), en este contexto los objetivos del mantenimiento son:

- Preservar el activo
- Eliminar daños
- Eliminar costos ocasionales
- Reducir altos costos
- Disminuir costos de actividades tercerizadas
- Disminuir costos en servicios públicos

Es así como los encargados de ejecutar esta labor deben velar por la verificación y reporte de cualquier anomalía que se presente “en las estructuras, montajes de equipos, edificaciones mediante el plan de inspecciones” (Cardona Gómez, 2006). “Entre las principales ventajas del mantenimiento preventivo son evitar averías mayores, preparación de herramientas, repuesto y personal, y aprovechamiento del tiempo, entre otras” (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997). La determinación de la criticidad de los equipos y de las actividades de mantenimiento forman parte del mantenimiento preventivo. Existen una serie de métodos para su evaluación, y cada empresa elige el que mejor se ajuste a sus necesidades.

### **4.1.3. Gestión de Mantenimiento**

La norma EN13306 define la gestión de mantenimiento como el conjunto de actividades de administración que establecen los objetivos, estrategias y responsabilidades del mantenimiento, llevándolas a cabo mediante la planificación, control y supervisión de las tareas de mantenimiento, así como la mejora de los métodos organizativos, incluyendo aspectos económicos. Su propósito es optimizar las funcionalidades de los activos de la empresa en concordancia con los lineamientos, objetivos, estrategias y responsabilidades definidos por la organización (Márquez, 2010).

### **4.1.4. Sistema ERP**

Desde los años ochenta, la tecnología ha desempeñado un rol esencial en todas las organizaciones, que operan en un entorno en constante cambio; si bien, las empresas que no se adaptan a los avances tecnológicos corren riesgo de perder clientes de manera drástica, lo que podría llevarlas a salir del mercado y dar una ventaja a su competencia. Álvarez (2015) considera la tecnología como una herramienta clave para ejecutar y desarrollar operaciones de manera eficiente y efectiva. A través de la tecnología, se optimizan, reducen o eliminan actividades que antes limitaban la flexibilidad de los procesos. Los nuevos sistemas de información han convertido a las empresas en un soporte fundamental para analizar su entorno en relación con las condiciones del mercado, sus ventajas y desventajas competitivas. En un entorno cada vez más competitivo, adaptarse y anticiparse a los cambios es crucial para mantener una posición favorable en el mercado y diferenciarse de la competencia. Por ello, las organizaciones buscan herramientas que les permita optimizar sus procesos y obtener una ventaja competitiva. Estos sistemas permiten focalizarse primero en los problemas y luego en las herramientas disponibles para resolverlos, promoviendo el uso de la creatividad y el conocimiento del negocio para aplicar mejoras.

Por su parte Torres (2014) señala que las empresas adoptan sistemas ERP principalmente por razones técnicas (como la integración funcional de sistema y la reducción de costos de mantenimiento de software) y estratégicas (como el aumento de productividad y la mejora en la eficiencia y calidad de los procesos y productos). En términos generales, los sistemas ERP facilitan el flujo de información entre las diversas funciones y unidades de

negocio dentro de una organización, proporcionando datos fiables y fácilmente intercambiables, lo cual mejora la gestión de procesos. Estas plataformas se destacan por su complejidad y capacidad integrador, cubriendo tanto actividades administrativas como de producción. La adopción de un ERP implica un compromiso significativo de recursos organizaciones, ya que impacta en casi todos los procesos de negocio (Díaz L. a., 2014).

Según Ruiz (2017), los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales ERP buscan integrar a colaboradores, proveedores y clientes en todos los procesos, promoviendo la lealtad y brindando un apoyo ágil. Además, permiten una gestión eficiente de la información para una toma de decisiones oportuna y contribuyendo a la reducción de los costos operativos.

En este aspecto un “ERP” Sistema Enterprise Resource Planning, es una aplicación informática que permite gestionar de manera integrada todos los procesos de la compañía, es así como este tipo de sistema se compone generalmente de módulos como Recursos Humanos, Ventas, Contabilidad, Finanzas, Compras, Producción, entre otros, proporcionan información cruzada e integrada a todos los procesos empresariales. En este contexto, el software debe parametrizarse y adaptarse para satisfacer las necesidades específicas de cada organización. Una vez implementado, un ERP permite a los empleados gestionar los recursos de todas las áreas, simular diferentes escenarios y obtener información consolidada en tiempo real (Chiesa F., 2004). La implementación de este sistema implica un proceso de transformación y redefinición de los procesos empresariales. Este ciclo de vida se desarrolla en varias etapas, comenzando con las decisiones de implementar un sistema ERP en lugar de otro tipo de soluciones (Chiesa F., 2004).

Es así como los sistemas ERP se convierte en un conjunto de herramientas que abarcan la gestión de relaciones con proveedores Supplier Relationship Management “SRM”, Customer Relationship Management “CRM”; la gestión del ciclo de vida del producto Product Lifecycle Management “PLM”, gestión de cadena de suministro Supply Chain Management “SCM”, la gestión del rendimiento corporativo Corporate Performance Management “CPM”; y la gestión de recursos humanos “HRM” (Cortés Vásquez, 2011).

*Ilustración 1. Sistemas ERP*



Fuente: Code Plus (2024)

#### **4.1.5. CMMS SAP**

Algunos autores afirman que SAP según su sigla es una derivación alemana que se puede definir qué SAP en sistemas es “aplicaciones y procesos” o “aplicaciones y productos” para el proceso de datos, igualmente cuando se habla de que SAP es una ERP es porque se parte de la definición de “Enterprise Resource Planning” que traducido al español es “Sistema de Planificación de Recursos Empresariales”. El SAP es un software de gestión empresarial cuyo nombre en inglés, System, Application, Data Processing Producto, se traduce como Aplicación de Sistemas y Productos para el Tratamiento de Datos, si bien, este sistema integral optimiza los recursos de la empresa y permite recopilar y procesar una gran cantidad de datos para utilizarlos en distintas áreas de la organización.

Además, SAP gestiona diversas áreas empresariales y está vinculado con la Planificación de Recursos Empresariales ERP, su comercialización se realiza a través de una licencia de software, aunque puede adaptarse a las necesidades específicas de la cualquier empresa que lo implemente.

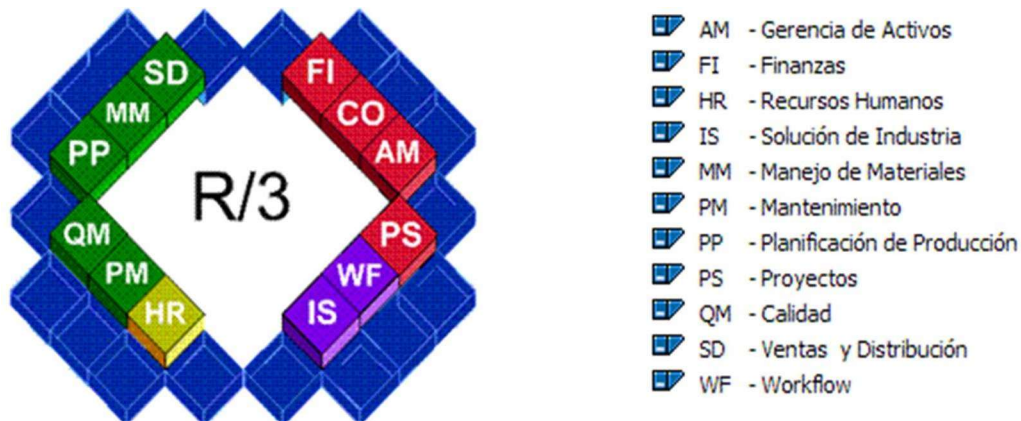
Los sistemas de gestión de mantenimiento computarizado CMMS ayudan a las organizaciones a realizar un seguimiento de los activos fijos en las fábricas y a facilitar los procesos de mantenimiento. La implementación de CMMS permite una comunicación rápida

y efectiva, aportando múltiples beneficios como la mejora en la planificación y programación, el fácil acceso a datos históricos y la generación de informes. También ayuda a reducir costos asociados con repuestos y actividades de mantenimiento (Lopes et al., 2016, pág. 269). La principal ventaja de un CMMS es que puede aumentar la eficiencia general de la planta en el mercado actual existe una amplia variedad de CMM, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Un sistema de gestión de mantenimiento computarizado de alta calidad, capaz de reducir costos de mantenimiento e incrementar el tiempo de actividad, puede operar de manera independiente de un sistema de planificación de recursos empresariales ERP (Lanchance, 2014).

Los procesos de modernización de la industria y mantenimiento de activos, viene de tiempo atrás donde han aparecido diferentes herramientas y soluciones para optimizar la producción y su mantenimiento, es ahí donde aparece SAP originaria en Alemania en 1970, en la actualidad se consolida como una de las principales por sus siglas en inglés ERP “Sistema de Planificación de Recursos Empresariales” dentro de esta, SAP PM es el módulo diseñado de este sistema original enfocado en la planificación de mantenimiento industrial (IBM, 2024).

A pesar de su importancia como herramienta clave en la gestión de mantenimiento, el éxito en la implementación de estos sistemas, incluso en grandes organizaciones con abundantes recursos, es sorprendentemente bajo. Según estudios, el número de implementaciones de CMMS exitosas se sitúa entre el 25% y el 40%, y solo entre el 6% y el 15% de las empresas utilizan un CMMS o un sistema de gestión de activos empresariales EAM en toda su potencia, (Campbell et al., 2024). El uso efectivo de esta herramienta es crucial para reducir algunos o todos los costos ocultos.

Ilustración 2. Módulo SAP



(Techmojmg, 2024)

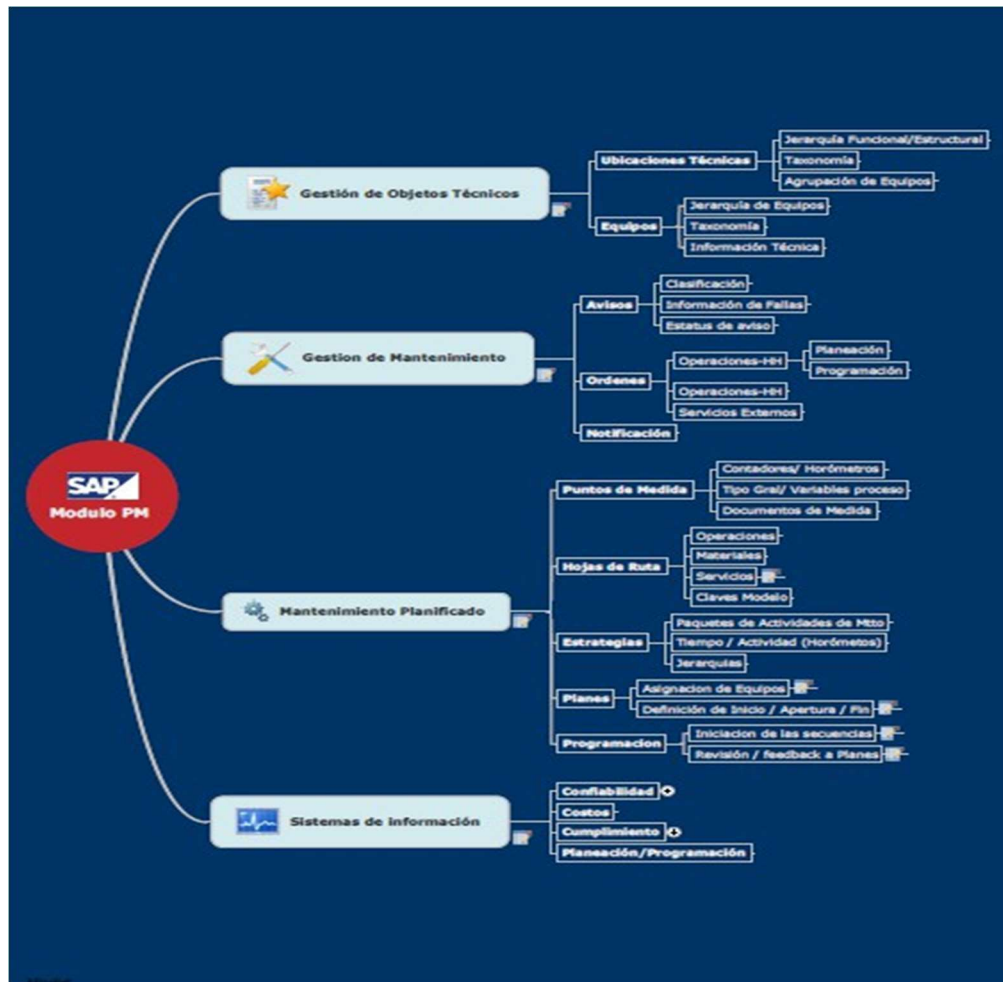
Ahora, los procesos de modernización de la industria y mantenimiento de activos, viene de tiempo atrás donde han aparecido diferentes herramientas y soluciones para optimizar la producción y su mantenimiento, es ahí donde aparece SAP (gráfico 4) originaria en Alemania en 1970, en la actualidad se consolida como una de las principales por sus siglas en inglés ERP “Sistema de Planificación de Recursos Empresariales” dentro de esta, SAP PM es el módulo diseñado de este sistema original enfocado en la planificación de mantenimiento industrial (IBM, 2024).

Las primeras versiones de CMMS aparecieron en la década de 1960 donde se utilizaban tarjetas perforadas para llevar a cabo los registros computarizados, se dio lugar en las grandes empresas y en los años 1980 y 1990 se extendieron a la pequeña y mediana empresa, en la década de los 2000 donde aparece el intranet y la web hizo que este sistema ampliara sus funciones (IBM, 2024).

Así pues estamos entonces frente a un CMMS el cual es un software que toma la información de mantenimiento y la centraliza permitiendo que los procesos de operaciones de mantenimiento sean más fáciles, ayuda y optimiza el uso de equipos físicos como: vehículos, maquinaria, comunicaciones, infraestructura de plantas entre otros, este sistema se utiliza en la fabricación, producción de petróleo y combustibles, generación de energía, la construcción, el transporte y demás industrias donde el aspecto físico estructural es fundamental para su desarrollo (IBM, 2024).

En este sentido, la implementación de este sistema permite a las empresas alinear sus procesos operativos con la estrategia organizacional, puesto que, al monitorear indicadores financieros, operativos y de otros ámbitos, se identifican oportunidades de mejora y la toma de decisiones basadas en datos, lo que se convierte en una mayor eficiencia y eficacia (Kaplan y Norton, 2002).

Ilustración 3. Modelo SAP PM



Fuente: (Bionergy S.A.S., 2013)

#### 4.1.6. Sistema SAP PM

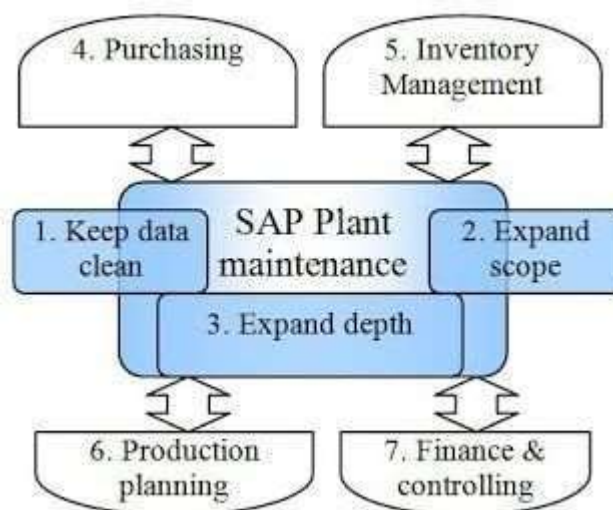
La gestión de mantenimiento tiene injerencia específica sobre los indicadores de la empresa, que de acuerdo con Rey citado por Mora (2009), considera que la eficiencia con la que se gestiona el mantenimiento de los equipos, contribuye para lograr la producción total

a través de la dotación de capacidades y la fiabilidad del parque industrial, esto se observa al maximizar la disponibilidad de los equipos.

Ahora, dentro del desarrollo del proyecto en la empresa donde se llevará el estudio, en el trabajo de campo se evaluará la utilidad del sistema SAP PM, relacionado con el mantenimiento preventivo. Sobre el particular hay que tener en cuenta que el mantenimiento preventivo es la conservación planificada, donde su función primordial es permitir el conocimiento sistemático del estado de los equipos y las máquinas, de modo que se pueda programar la tarea a realizar en el momento justo y con el mínimo impacto posible. Al respecto García M (2017) manifiesta que este es una actividad humana dirigida a los recursos tangibles de una compañía, con el propósito de velar por la calidad del servicio proporcionando que se mantenga dentro de los límites establecidos. En este sentido, este implica no esperar a que los equipos fallen para repararlas, sino programar los cambios con el tiempo suficiente antes de que se presente la falla, lo que se logra a través del conocimiento de las especificaciones técnicas de los equipos, obtenidas mediante los manuales correspondientes (Vilcarromero Ruiz, 2017).

Este sistema tiene la facilidad que le permite a los usuarios gestionar los procesos de mantenimiento, solución de averías y finalizar las tareas relacionadas. Además, permite llevar a cabo el registro de los recursos empleados.

*Ilustración 4. Flujo SAP PM*



Fuente: (Ashfield, 2018)

Este software, posee un programa donde almacena la información, que son creados y manejados por controladores expertos. Gracias a todos los beneficios que tiene esta herramienta, se puede planificar el mantenimiento de una planta o empresa, estableciendo los tiempos exactos, también ayuda a establecer las prioridades dándole importancia a los más urgentes. Realiza informes estadísticos, también permite crear registros por departamento y empleados para asignar tareas para resolver los diferentes inconvenientes. Finalmente, se puede llevar a cabo un control de supervisión de las tareas de mantenimiento, pues posee una base de datos con los registros y las ubicaciones de las mismas; tiene medidores de “temperatura, tiempo y medidas de distancia” y el control de los materiales que se han empleado durante todo el proceso de mantenimiento.

Este programa opera a partir de los flujos de mantenimiento, los cuales definen los tipos de mantenimiento que deben realizarse y los métodos para abordarlos. Está estrechamente vinculado al área de logística y depende de la interconectividad entre todas las funciones de la organización.

Por ejemplo, el mantenimiento correctivo se centra en la detección oportuna de cualquier falla en el funcionamiento de un equipo específico. Para ello, el software debe contar con herramientas de diagnóstico y evaluación que faciliten el análisis de tareas y procedimientos en la empresa.

*Ilustración 5. Plan - SAP PM*



Fuente: (Chamorro, 2016)

Es de esta forma que con el mantenimiento preventivo se busca evaluar y revisar continuamente de los equipos, para evitar a futuro el mal funcionamiento. Sin embargo, en esta parte se trabaja más con la planificación y distribución de tareas, puesto que se debe contar un horario y una fecha para la revisión de los equipos.

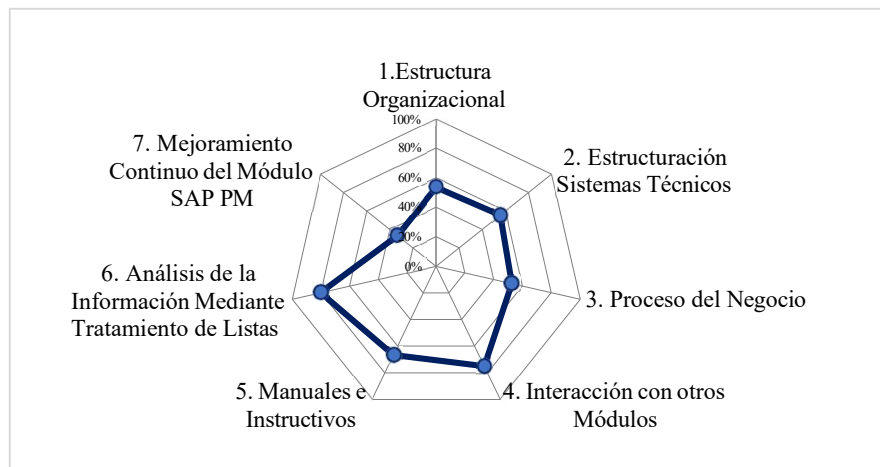
Por su parte, con el mantenimiento preventivo evaluar y hacer una revisión continua de estos equipos, para evitar un mal funcionamiento futuro. Aquí trabaja más el área de la planificación y distribución de tareas, ya que debe existir un horario para revisar los equipos.

Es así como este módulo de logística por lo general es empleado en las plantas industriales, donde existen muchos equipos mecánicos, por lo tanto, no se ve la necesidad de perder tiempo en buscar la maquina exacta que está causando los problemas en la ejecución de sus tareas. SAP PM cuenta con unos submódulos que trabajan en conjunto unos con otros lo que permite realizar las operaciones necesarias en caso de llevarse a cabo el mantenimiento.

#### **4.2. Marco Conceptual**

El ERP conocido como el Sistema de Planificación de Recursos Empresariales, permite a las empresas controlar de manera digital y organizada las diferentes operaciones internas al interior de la compañía, que van desde la producción hasta la distribución, incluyendo el área de recursos humanos; ahora bien, el software SAP hace uso del ERP, lo que permite es la administración unificada del recurso humano, financiero, contable, productivo y logístico (Chamorro, 2016). Este aplicativo integra varios módulos lo que les permite a las empresas llevar a cabo una gestión integrada con los objetivos. En la figura 1 se muestra el módulo SAP PM relacionado con la gestión de mantenimiento:

Gráfico 1. Gestión SAP PM



Fuente: Elaboración Propia

**Estructura Organizacional:** la estructura organizacional comprende las unidades básicas organizacionales y específicas de la data maestra para la gestión de mantenimiento, estas se encuentran previamente establecidas en el sistema y son asignadas durante el proceso de implementación, son determinadas por diferentes áreas en la empresa como Finanzas y Procura (SCM).

**Centro Logístico, Centro Emplazamiento, Emplazamientos, Grupo planificador:** valores de parametrización que identifican el área gestora del mantenimiento.

**Puestos de Trabajo:** representa un trabajador individual o un grupo de ellos (cuadrillas) y estos son asignados a los objetos técnicos para el desarrollo de actividades de “mantenimiento”.

**Estructuración de Sistemas Técnicos:** es el fundamento para poder usar SAP y mapear el negocio y subsecuentemente procesarlo, cada compañía tiene su propia visión y desarrolla sus propios requerimientos.

**Ubicaciones Técnicas:** es una unidad organizativa dentro de Logística que organiza los objetos de mantenimiento de una empresa según criterios funcionales, de procesos especiales. Una ubicación técnica representa el sitio donde debe realizarse una actividad de mantenimiento.

**Equipos:** objeto físico e individual que se debe mantener de forma independiente. Se puede montar en un sistema técnico o en una parte de un sistema técnico, Se puede gestionar

toda clase de dispositivos como unidades de equipo (por ejemplo, utilidades de fabricación, utilidades de transporte, instrumentos de inspección, medios auxiliares de fabricación, construcciones, equipos de cómputo, etc.).

**Gestión Catálogos:** los datos relacionados con problemas, fallas, síntomas de fallas, causas, y soluciones o correcciones se registran en el sistema o se informan al planificar responsable mediante diagnósticos técnicos, ya sea tras la inspección, control del objeto o la identificación del problema. Esta información se incluye en el aviso de mantenimiento o servicio y se almacena en el historial de mantenimiento. Es necesario formalizar estos datos para que puedan ser utilizados en evaluaciones posteriores.

**Listas de Material:** El término "BOM" (Bill of material) suele emplearse para referirse al agrupamiento de componentes. En el ámbito de mantenimiento, se utiliza un concepto similar cuando ciertas actividades requieren el uso de conjuntos de repuestos y materiales, lo que permite mantener un acceso organizado a los repuestos específicos para cada equipo.

**Puntos de Medida:** es un componente que se puede utilizar para hacer seguimiento al desempeño de los objetos técnicos, pueden ser utilizado como contador para el caso de vehículos por kilómetros recorridos, así como medidas de desempeño para registrar las variaciones de una característica específica (Temperatura, vibración así mismo son utilizados para la toma de órdenes de trabajo en el cumplimiento de un programa de mantenimiento.

**Proceso del negocio:** corresponde a la política de gestión de mantenimiento adquirida e implementada por la empresa, en esta sección vemos como SAP se ajusta a todos los requerimientos de la compañía focalizadas en el aviso y la orden de mantenimiento

**Avisos:** los avisos de mantenimiento permiten documentar exhaustivamente las acciones de mantenimiento, y además aseguran su disponibilidad para análisis a largo plazo. Estos avisos pueden emplearse para realizar planificaciones y ejecuciones preliminares de las medidas necesarias.

- Describir el estado técnico en un objeto.
- Tramitar una solicitud en el departamento de mantenimiento para poder ejecutar una medida necesaria
- Evidenciar el trabajo realizado.

**Ordenes de Trabajo:** corresponde al documento generado para gestionar un objeto técnico (Equipo o ubicación Técnica) a través de las actividades de mantenimiento y sus principales funciones son de planificación, de gestión y liquidación.

**Planes de Mantenimiento:** el dato maestro en SAP se encarga de gestionar las fechas y período (frecuencias) en los que se realizarán actividades específicas para los objetos técnicos, como calibraciones, mantenimientos, verificaciones, entre otras.

**Estrategia:** las estrategias de mantenimiento establecen las normas para la secuencia del trabajo de mantenimiento planificado, estas contienen información general de programación y pueden asignarse a múltiples planes de mantenimiento y hojas de ruta para mantenimiento (hoja de ruta PM) según sea necesario. Una estrategia de mantenimiento, incluye paquetes de mantenimiento, en los cuales se define la siguiente información:

El ciclo en el que debería realizarse el trabajo individual (por ejemplo, cada dos meses, cada 5.000 km, cada 500 horas de funcionamiento).

**Hojas de Ruta:** descripción de la secuencia de operaciones de mantenimiento individuales que realizadas repetidamente dentro de una empresa.

Existen 3 clases de hojas de ruta que se pueden distinguir entre ellas con el uso de indicadores:

- ✓ Hoja de ruta para equipo
- ✓ Hoja de ruta para ubicación técnica

**Análisis de la Información Mediante Tratamiento de Listas:** permiten acceder a la información de los objetos técnicos y el proceso del negocio de forma masiva para la creación, modificación y visualización de datos y su control y seguimiento.

### 4.3. Marco Legal

Las leyes del Mantenimiento son principios clave que guían las prácticas del mantenimiento, estas leyes se han desarrollado a lo largo de los años de experiencia e investigación con el objetivo de optimizar la planificación de las tareas de mantenimiento.

**Ley de Planificación:** subraya la importancia de planificar de manera sistemática, considerando tiempos, recursos y metas específicas. Una planificación adecuada optimiza el uso de recursos y minimiza el tiempo de inactividad no programado (Electronic Board, 2024).

**Ley de prevención:** establece que es más eficiente prevenir que corregir problemas, implica realizar inspecciones periódicas y programar actividades de mantenimiento preventivo para evitar fallos críticos y costosos (Electronic Board, 2024).

**Ley de confiabilidad:** se enfoca en identificar y eliminar las causas raíz de fallos recurrentes, busca mejorar el diseño y la operación de los activos para garantizar un funcionamiento confiable y eficiente (Electronic Board, 2024).

**Ley de Capacitación:** destaca la importancia de la información continua del personal de mantenimiento, asegurando que cuenten con las habilidades y experiencias necesarias para operar y mantener los equipos de manera efectiva (Electronic Board, 2024).

**Ley de Gestión de Activos:** hace referencia a la administración estratégica de los activos, abarcando el ciclo de vida de vida, análisis de costos, gestión de riesgos y toma de decisiones basadas en datos. Su objetivo es maximizar la disponibilidad de los equipos, optimizar los recursos y extender la vida útil de las instalaciones (Electronic Board, 2024).

La norma ISO 50001 es la más utilizada en este sector, permite implementar en este tipo de organizaciones las políticas a aplicar y a gestionar correctamente todos los aspectos derivados de su actividad, traduciéndose en un ahorro real u cuantificable. La ISO 50001 brinda las herramientas para identificar cuáles son las actividades que más energía consumen y que suponen una fuga de recursos económicos (Acoltzi & Pérez, 2011), en la etapa de planificación se revisa la energía o la auditoría energética en donde se analiza el uso y consumo de esta mediante mediciones, se identifican las áreas de mayor uso energético, y finalmente se identifica, prioriza y registran las oportunidades de mejora para las tareas energéticas (Rey Hernández, Velasco Gómez, San José Alonso, & Rey Martínez, 2017).

ISO 55000 esta norma sirve como base para las ISO 55001 e ISO 55002, las cuales establecen los requisitos para los sistemas de gestión de activos y proporcionan directrices para su aplicación. Estas normas recopilan prácticas comunes que sientan las bases para una gestión eficiente de activos empresariales sin importar el tipo o tamaño de la organización (Hodkiewicz, 2015). A través de ISO 55000, se busca gestionar de manera integral el ciclo de vida de los activos de una empresa; la certificación en esta norma no solo mejora la gestión de activos y aumenta la productividad, sino que también permite a la empresa alinearse con estándares internacionales, demostrando su capacidad para reducir riesgos. Por consiguiente, la ISO 55000 tiene un enfoque flexible y genérico, lo que le permite aplicarse en cualquier industria o contexto, de hecho, sus requisitos son simples, al mismo tiempo tiene una estrategia corporativa que define los objetivos generales de la organización, que si bien, los activos están destinados a contribuir de alguna manera al cumplimiento de esos objetivos (Alsayouf, Alsuwaidi, Hamdan, & Shamsuzzaman, 2020).

La ISO 14224 – Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural, la recolección e intercambio de sobre confiabilidad y mantenimiento de equipos es fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia. Ofrece directrices detalladas para la recopilación de datos en estas áreas, abarcando aspectos como la codificación, documentación, análisis y presentación de la información. Aunque su enfoque principal es la industria del petróleo y gas, sus recomendaciones son lo suficientemente amplias como para adaptarse a otros sectores industriales (Fractal, 2024).

#### **4.4. Marco Contextual**

Bionergy zona Franca SAS, es una empresa agroindustrial colombiana dedicada a la producción de etanol carburante, un biocombustible derivado de la caña de azúcar. La planta industrial esta estratégicamente ubicada en el departamento del Meta, en el kilómetro 43 de la vía que conecta Puerto López con Puerto Gaitán, en la altillanura colombiana, una región caracterizada por su capacidad agrícola. La empresa se destaca por su sostenibilidad y la energía renovable, siendo capaz de procesar 6.800 toneladas de caña de azúcar diariamente, lo que le permite generar 504.000 litros de etanol y producir 43.5 megavatios hora de energía, de los cuales 11 megavatios hora son de consumo interno y el excedente es comercializado a la red nacional.

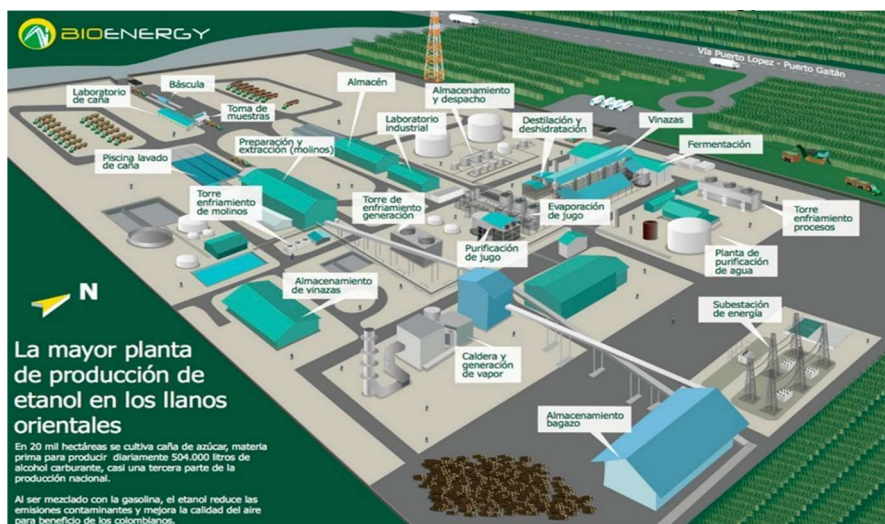
El etanol producido por Bionergy es un componente clave del mercado de

combustibles en Colombia, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante su mezcla con gasolina. Esta práctica es regulada por el Ministerio de Minas y Energía, en línea con los compromisos del país para mitigar el impacto ambiental del sector energético.

La empresa tiene una clara misión orientada a liderar la producción y comercialización de energías renovables, con especial énfasis en el etanol, generando valor para la sociedad, sus inversionistas, colaboradores y demás grupos de interés. Asimismo, la visión se proyecta hacia el liderazgo en el sector de biocombustibles en Colombia, buscando ser un actor relevante en el desarrollo de energía renovables que contribuya a la conservación del medio ambiente, el crecimiento económico regional y la seguridad de sus colaboradores.

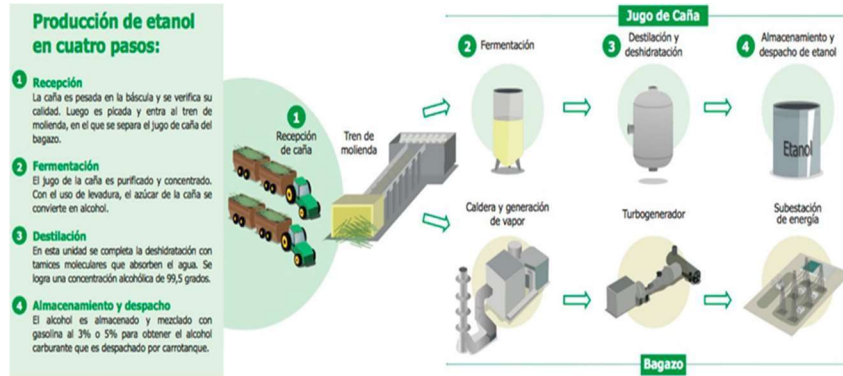
Este contexto destaca a Bionergy, como una empresa comprometida con la sostenibilidad, la eficiencia energética y el crecimiento económico regional, alineada con los objetivos de conservación ambiental y desarrollo energético sostenible de Colombia.

*Ilustración 6. Planta de Producción Bionergy*



Fuente: (Bionergy, 2024)

Ilustración 7. Proceso Producción Etano Bionergy



Fuente: (Bionergy, 2024)

## **5. Metodología**

### **5.1. Método de Investigación**

Este proyecto de investigación será de tipo descriptivo, exploratorio, mixto (cualitativo, cuantitativo). Cuantitativo porque se llevó a cabo a través de entrevistas a empleados de la empresa que utilicen el sistema, con el cual se evaluó la utilidad del sistema de información empresarial tipo ERP, relacionado con el área de mantenimiento en la empresa agroindustrial Bioenergy Zona Franca SAS, basándose en metodologías actuales de clase mundial y más utilizada por empresas de este sector; y cualitativa, con el objetivo de ahondar en la comprensión de los procesos, así como las experiencias relacionadas con la implementación y el uso de esta herramienta, a través de este enfoque se busca analizar las percepciones, opiniones y conocimiento de los actores involucrados, lo que permitirá identificar factores clave, retos y oportunidades en el uso de esta tecnología, este enfoque es esencial puesto que permite tener una visión amplia y detallada de cómo estos impactan en la cadena de valor y en la toma de decisiones empresariales.

### **5.3. Técnicas de Recolección de la Información**

Se utilizarán fuentes de información a través de entrevistas, consultas, libros y demás, se aplicará un instrumento tipo encuesta donde se validarán todas las características del SAP PM, su aplicación y resultados en las áreas de gestión como: Estructura Organizacional, Sistemas Técnicos, Procesos del Negocio, Integración con otros módulos, Manuales e instructivos, Análisis de la Información y Mejoramiento Continuo.

Este diagnóstico proporcionará información sobre el grado de utilización de la herramienta SAP PM en el proceso de gestión de mantenimiento en dicha empresa. De esta forma, en cada área evaluada de SAP PM y/o característica de las mismas se realiza una breve introducción, se mostrará el resultado del diagnóstico, se mencionan los hallazgos en caso de su existencia y se hacen las correspondientes recomendaciones de acuerdo a las buenas prácticas que permitan el mejoramiento continuo del proceso.

Para lograr este objetivo, se hará uso de técnicas de investigación como la observación directa, y la aplicación de un instrumento tipo encuesta, para dicha recolección de la información se emplearán técnicas de investigación de campo, a continuación, en la tabla 1

se detallan las técnicas e instrumentos de la investigación.

Tabla 1. Técnicas-Instrumentos de Investigación

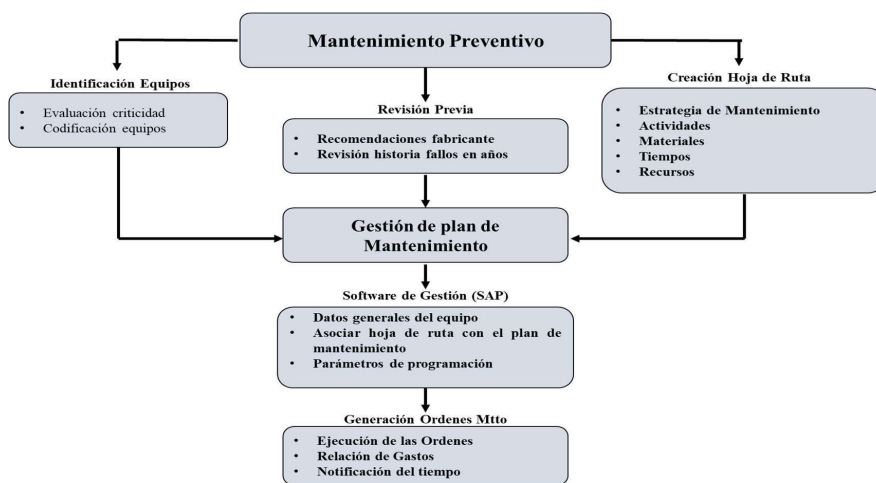
Técnicas	Instrumentos
Observación Directa. Estructurada	Registro manual en Excel
Realización de Reuniones. Estructurada Dirigida”	Actas de Reunión.
Aplicación encuesta. Estructurada	Formato encuesta
Investigación documental Revisión de:  ✓ Flujogramas ✓ Cuadros ✓ Gráficos etc.	Computador, impresiones y demás aplicaciones.

Fuente: elaboración propia

### 5.4. Fases Metodológicas

En este proyecto de investigación se evaluará la utilidad del Sistema SAP PM, en la empresa Bioenergy Zona Franca SAS, con énfasis en el mantenimiento preventivo a llevar a cabo, así las cosas, en el plan de mantenimiento se evidenciarán los recursos a utilizar y el procedimiento a seguir para cumplir con los objetivos propuestos.

Gráfico 2. . Flujograma Creación Plan Mantenimiento



Fuente: elaboración propia

## 6. Resultados

A través del instrumento aplicado, se analizaron las características del módulo para gestión de mantenimiento SAP PM, en donde se observó su aplicación y resultados en las áreas evaluadas como son: *Estructura Organizacional, Sistemas Técnicos, Procesos del Negocio, Integración con otros módulos, Manuales e instructivos, Análisis de la Información y Mejoramiento Continuo*. Este análisis de diagnóstico arrojó información sobre el grado de utilización de la herramienta como tal, lo cual se evidencia en la tabla 2 donde se muestran los resultados del diagnóstico, y los hallazgos encontrados.

Tabla 2. Diagnóstico SAP PM

<i>Área Evaluada</i>	<i>Resultado</i>
1. Estructura Organizacional	57%
2. Estructuración Sistemas Técnicos	61%
3. Proceso del Negocio	51%
4. Interacción con otros Módulos	62%
5. Manuales e Instructivos	25%
6. Análisis de la Información Mediante Tratamiento de Listas	75%
7. Mejoramiento Continuo del Módulo SAP PM	0%
<b>Resultado General</b>	<b>47%</b>

Fuente: elaboración propia

**Estructura Organización:** este modelo se encuentra en el 57% de efectividad, lo que indica un nivel moderado de implementación en cuanto al uso del PM; y aunque se han establecido roles y responsabilidades, existe margen para mejorar la alineación

En cuanto a la **Estructuración de Sistemas Técnicos** con un 61%, lo que demuestra que la compañía ha logrado una estructuración adecuada de sus sistemas técnicos, sin embargo, hay una oportunidad de optimización; esto sugiere que sería beneficioso revisar la

estandarización y consistencia de los datos técnicos para de esta forma asegurar un mejor desempeño y facilitar la trazabilidad de los activos.

El ***Procesos del Negocio***, obtuvo una puntuación del 51%, este puntaje sugiere que el proceso de negocio en torno a SAP PM necesita ajustes; si bien, la integración de los procesos de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa es insuficiente, lo cual puede impactar en la efectividad de la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento.

***Interacción con otros Módulos*** tuvo un puntaje del 62%, lo que indica que la interacción entre SAP PM y otros módulos como SAP MM para la gestión de inventarios, es relativamente buena; sin embargo, mejorar esta integración permitiría un flujo de información más eficiente y una reducción en los tiempos de respuesta para el mantenimiento, optimizando así la disponibilidad de recursos y materiales.

***Los manuales e instructivos*** con un bajo puntaje del 25%, esta área refleja claramente la necesidad de desarrollo; de hecho, la ausencia o insuficiencia de manuales e instructivos adecuados puede limitar el correcto uso del sistema y la capacitación del personal, afectando la eficiencia operativa, por ello, es prioritario crear o actualizar la documentación de su uso en SAP PM.

Se puede apreciar en cuanto al ***Análisis de la Información mediante Tratamiento de Listas*** que la calificación es del 75%, dicho puntaje indica que la empresa utiliza de manera efectiva el análisis de la información mediante el tratamiento de listas, lo que permite un monitoreo adecuado de indicadores clave y facilita la toma de decisiones basada en datos.

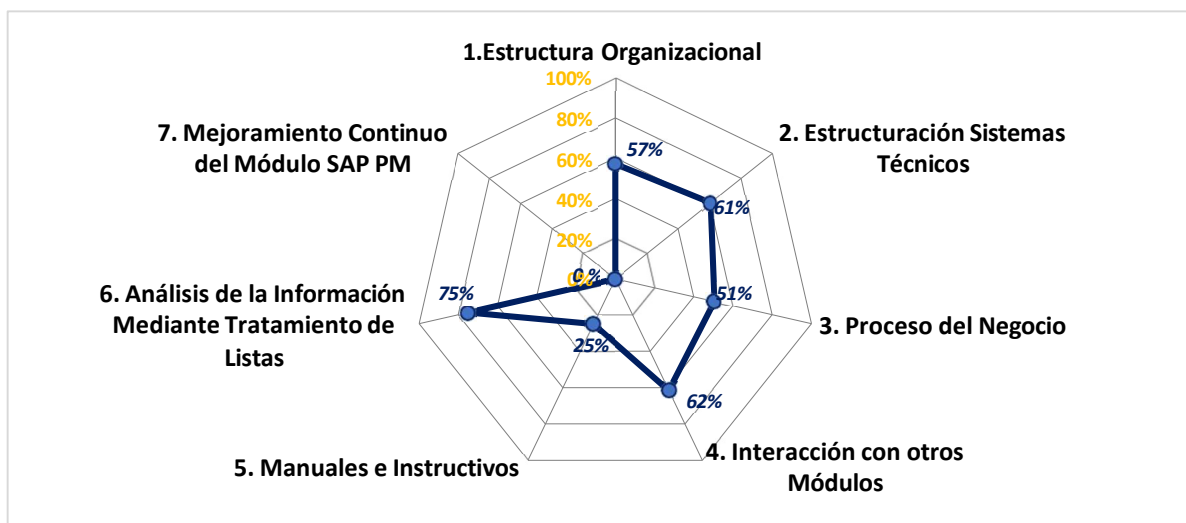
***Mejoramiento continuo del Módulo SAP PM***, obtuvo el puntaje más bajo, con un 0% lo que demuestra que no se han implementado acciones de mejora continua en el módulo, esto implica que no hay una revisión o actualización constante de las funcionalidades del sistema para adaptarse a las necesidades cambiantes de la empresa, lo cual es crucial para mantener la eficiencia y la relevancia del sistema.

Así las cosas, el resultado general del análisis que es del 47% sugiere que la gestión de mantenimiento SAP PM en la compañía agroindustrial tiene una base funcional, pero requiere mejoras significativas en varias áreas; en este sentido, las prioridades incluyen la creación de manuales e instructivos claros, una mayor alineación del proceso de negocios

con el módulo, y el establecimiento de un plan de mejoramiento continuo para optimizar el uso del módulo y de esta forma asegurar que el sistema se adapte a las necesidades de la organización.

A continuación, (gráfico 3) se puede observar el desempeño de las diferentes áreas evaluadas, con base en el porcentaje de cumplimiento o desarrollo de cada aspecto, tal como se demostró en la tabla 2, se determinó que los aspectos más críticos son la falta del sistema de mejoramiento continuo y la ausencia de manuales e instructivos, lo cual afecta la eficiencia operativa y la adaptación del sistema; aunque existen fortalezas en el análisis de datos y una integración moderada con otros módulos, la empresa deberá enfocarse en fortalecer las áreas débiles para lograr un sistema de mantenimiento más eficiente y efectivo.

Gráfico 3. Desempeño áreas evaluadas



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, teniendo en cuenta el análisis anterior, se procedió a elaborar un método de evaluación de la operatividad y funcionalidad del módulo de mantenimiento de SAP PM, para verificar que el sistema cumpla con las necesidades operativas y los objetivos de la organización que se espera; dado que, el objetivo de un módulo de mantenimiento es que sea eficiente, que permita optimizar el uso de recursos, reducir tiempos de inactividad y mejorar

la disponibilidad de los activos, con lo cual se impacta directamente la productividad de la empresa como su rentabilidad.

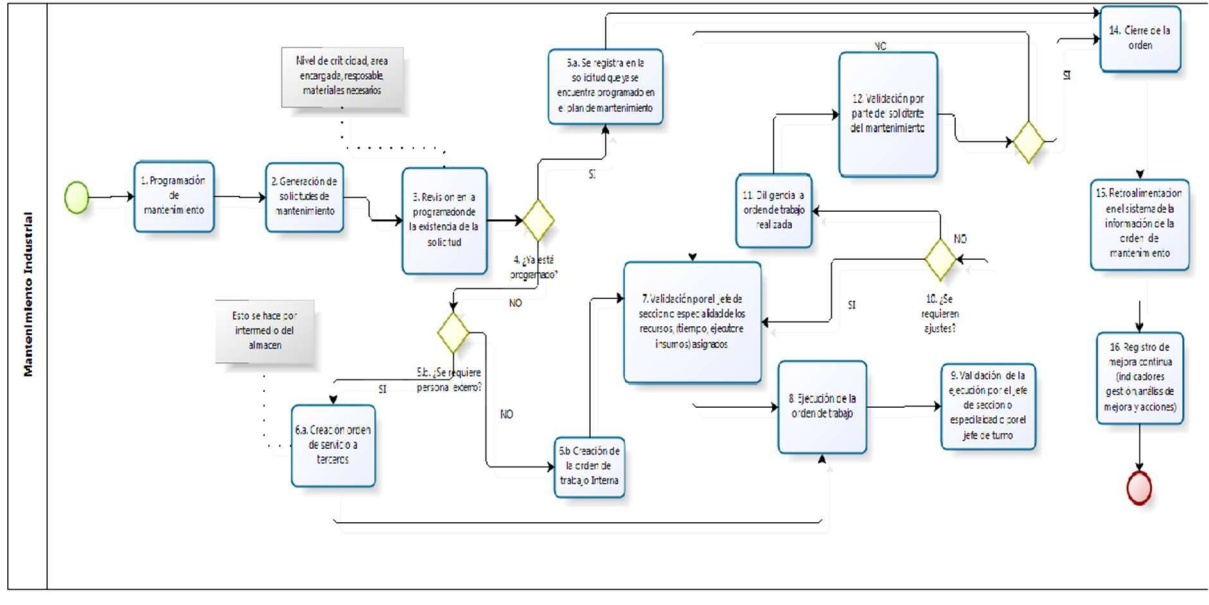
Teniendo en cuenta la operación agroindustrial, de la empresa Bioenergy Zona Franca S.A.S. se muestra a continuación toda la operatividad del área de mantenimiento (ilustración 5 y 6).

*Ilustración 8. Procesos de Mantenimiento a Nivel General*



Fuente: elaboración propia

Ilustración 9. Proceso de Mantenimiento Industrial



Fuente: Bionergy

Para lograr el objetivo de este trabajo, se debe llevar a cabo una *evaluación por procesos*, específicamente porque permite analizar la funcionalidad del módulo que soporta y optimiza los procesos de mantenimiento, desde la planificación hasta la ejecución y análisis de resultados. Este enfoque facilita la identificación de las áreas de mejora y posibles ajustes necesarios en el flujo de trabajo, asegurando de esta forma que el sistema contribuya de manera efectiva a los objetivos de mantenimiento.

De esta forma como resultado de la investigación, a continuación, se describe el método de evaluación de la operatividad y funcionalidad del módulo de mantenimiento en SAP PM:

### 1. Definición de Objetivos de Evaluación:

- Identificar áreas críticas con puntaje por debajo del 50%
- Establecer un plan de mejora continua, basado en los resultados de cada área crítica.
- Incrementar la operatividad y funcionalidad del módulo a un mínimo del 70%

### 2. Análisis por cada Área Evaluada:

Una vez analiza cada área, se propone fijar la atención específicamente en:

- *Estructura Organizacional 57%*: aunque no es crítica, una mejor estructura organizacional definida en SAP PM podría mejorar la eficiencia, lo que implica revisar la configuración de las ubicaciones y jerarquías en el sistema para asegurar una gestión clara de activos.

- *Estructura de Sistemas Técnicos 61%*: se encuentra cerca del nivel satisfactorio, sin embargo, se recomienda realizar una revisión de los sistemas técnicos y sus relaciones con SAP PM para asegurar que se han estructurado correctamente y están alineados con la realidad operativa.
- *Proceso del Negocio 51%*: este puntaje está indicando que existen algunas brechas en cómo el módulo de mantenimiento soporta los procesos de negocio; si bien una revisión de flujos de trabajo en SAP PM y su alineación con los procesos de mantenimiento, podría ser beneficiosa.
- *Interacción con Otros Módulos 62%*: la interacción es adecuadamente, pero se puede mejorar, es necesario revisar cómo SAP PM se conecta con los demás módulos, como por ejemplo MM (Gestión de Materiales) o FI (Finanzas), con ello se asegura que los datos se comparten eficientemente.
- *Manuales e Instructivos 25%*: como se pudo observar esta es un área crítica, es así como la falta de manuales y guías adecuadas pueden afectar el uso del sistema, por ello, se recomienda crear documentación de usuario, manuales y capacitaciones para mejorar el uso del módulo.
- *Análisis de la Información Mediante Tratamiento de Listas 75%*: esta es el área más sólida, aunque se pueden añadir funciones o mejorar la presentación de datos para optimizar el análisis de la información.
- *Mejoramiento Continuo del Módulo SAP PM 0%*: este puntaje evidencia que faltan iniciativas de mejorar continua, por tanto, es necesario establecer procesos de manera periódica de revisión y actualización del módulo para adaptarlos a las necesidades cambiantes.

### 3. Priorización de acciones de Mejora

En primera instancia, es fundamental enfocarse en las áreas críticas encontradas en la evaluación dado que estas afectan el rendimiento del sistema, por lo tanto, a continuación, se presentan los niveles de calificación y la priorización de mejora (tabla 3).

*Tabla 3. Priorización Acciones Mejora*

Nivel	Descripción
<b>Crítico 0-50%</b>	Manuales e instructivos y Mejoramiento Continuo del Módulo SAP PM
<b>Medio 51-60%</b>	Procesos del Negocio y Estructura Organizacional
<b>Satisfactorio 61-75%</b>	Estructuración de Sistemas Técnicos, Interacción con Otros Módulos y Análisis de la Información

Fuente: elaboración propia

### 4. Implementación de Acciones de Mejora

- Desarrollar manuales, instructivos y secciones de capacitación para mejorar el uso y entendimiento de SAP PM.
- Revisar y optimizar la configuración de la estructura organizacional y los sistemas técnico dentro del módulo.
- Evaluar el flujo de procesos y asegurar que estén alineados con los procesos de mantenimiento de la empresa.
- Crear un equipo o comité de mejora continua que revise periódicamente el rendimiento y el uso del módulo.

### 5. Medición

- Definir KPI's para cada área específicamente en aspectos como la reducción de tiempos en proceso y usuarios capacitados.

- Realizar una evaluación mensualmente o trimestral del sistema para medir el impacto de las acciones o los ajustes a realizar.
- Elaborar un informe en el cual muestre el avance de cada área respecto al puntaje inicial.

#### **Evaluación Proceso Mantenimiento**

Se recomienda identificar y mapear los procesos de mantenimiento existentes comparándolos con las funcionalidades de SAP PM.

#### **Mapa de Procesos de Mantenimiento y Funcionalidades de SAP PM:**

- Detección de fallas o necesidades de mantenimiento, ya sea correctivo, preventivo o predictivo.
- Registro de incidentes, creación de solicitudes de mantenimiento, identificación de causas y fallos.
- Revisión de historia y patrones de fallas.

#### **Planificación del Mantenimiento**

- Definir el alcance, los recursos, el tiempo y los costos para el mantenimiento necesario.
- Configurar los planes de mantenimiento, frecuencias y ciclos.
- Asignación de recurso humano, materiales y repuestos.

#### **Gestión de Órdenes de Trabajo**

- Generación y administración de órdenes de trabajo, vinculación con notificaciones, creación de tareas y subtareas.
- Consulta y reserva de materiales necesarios.

#### **Ejecución del Mantenimiento**

- Actualización de estado de órdenes, informes de progreso, administración de tiempo de ejecución.
- Control y verificación de requisitos de seguridad.

### **Monitoreo y Control**

- Análisis de tiempo medio entre fallos (MTBF), tiempo medio de reparación (MTTR), y otros KPIs relevantes.
- Generación de reportes de desempeño y visualización de métricas clave.

### **Cierre y Evaluación de las Órdenes de Mantenimiento**

- Registro de la información final, las horas trabajadas, materiales usados y costos.
- Revisión de incidentes recurrentes y análisis de la efectividad del mantenimiento.

Con esta propuesta de mejora se pretende lograr gradualmente que cada área o módulo de mantenimiento de SAP PM mejore en función de los resultados actuales, sin embargo, es fundamental priorizar las áreas críticas y promover la mejora continua, que de acuerdo con las políticas y estrategias de la empresa resalta la importancia de planificar de manera sistemática, teniendo en cuenta los tiempos, recursos y metas específicas que se trace la compañía, tal como lo indica la Electronic Board (2024) que dentro de sus políticas establece “Una planificación adecuada optimiza el uso de recursos y minimiza el tiempo de inactividad no programado”

Al evaluar la funcionalidad y el rendimiento de SAP PM, se asegura que el módulo este alineado con los objetivos operativos de la organización, de tal manera que facilite la identificación de oportunidades de mejora y optimización, pues la implementación de este sistema permite a la empresa alinear sus procesos operativos con la estrategia organizacional, y que, al monitorear indicadores financieros, operativos y de otros ámbitos, se identifican oportunidades de mejora y la toma de decisiones (Kaplan y Norton, 2002).

## 7. Conclusiones

El resultado general del diagnóstico de las funcionalidades de SAP PM utilizadas en el proceso de gestión de mantenimiento en la compañía objeto de este estudio, indican que la gestión de mantenimiento posee una base operativa, existen otras áreas que requieren atención para alcanzar su máximo potencial; entre ellas, la falta de documentación y guías claras, las necesidades de una mejor alimentación entre los procesos de negocio y el sistema, y la ausencia de un plan de mejoramiento continuo, son aspectos críticos que se deben abordar. Priorizar estas mejoras no solo beneficiará a la compañía, sino que también fortalecerá el uso del módulo, lo que permitirá que se convierta en una herramienta efectiva y adaptada a las necesidades específicas de la organización, potenciando de esta forma la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta del equipo de mantenimiento.

La implementación y el desarrollo de la operatividad y funcionalidad es de vital importancia para conocer las áreas críticas, y así intervenir para que el sistema respalde eficazmente las necesidades operativas y los objetivos estratégicos de la organización, por ello, se concluye que, al adoptar una evaluación basada en procesos, es posible analizar de forma integral cómo cada funcionalidad contribuye a optimizar los procesos de mantenimiento desde la planificación hasta la ejecución y el análisis de resultados. Este enfoque permite identificar de manera precisa las áreas que requieren mejoras o ajustes, asegurando que SAP PM se convierta en una herramienta alineada con los objetivos de mantenimiento, lo que, en última instancia, contribuye a optimizar recursos, reducir tiempos de inactividad y mejorar la rentabilidad y productividad de la empresa.

El objetivo de identificar y proponer oportunidades de mejora para la funcionalidad del software, permite optimizar su rendimiento y adecuación a los requerimientos específicos de la compañía; de hecho, al abordar áreas con potencial de mejora se maximiza el valor del sistema, además, facilita una gestión más eficiente en los procesos empresariales, mejorando la experiencia de los usuarios y promoviendo una alineación estratégica tanto entre el software y los objetivos comerciales y operativos, lo que incrementa la productividad y el retorno de la inversión en términos de tecnología ERP.

En conclusión, el evaluar este sistema de mantenimiento es esencial implementando también un canal de participación donde se considere la actualización y capacitación a los usuarios, ya que son piezas claves para maximizar el sistema SAP PM; en este sentido, la retroalimentación de los usuarios permite identificar problemas y oportunidades de mejora en tiempo real, mientras que la capacitación continua y las actualizaciones garantizan que los usuarios estén preparados para utilizar el sistema de manera óptima y beneficiarse de sus funcionalidades. Este enfoque integral fortalece la adaptabilidad del sistema a las necesidades cambiantes de la organización, contribuyendo así a una mayor eficiencia y satisfacción del usuario.

## Bibliografía

- Abella, M. B. (2015). *Mantenimiento Industrial*.
- Acoltzi, H., & Pérez, H. (2011). ISO 50001, Gestión de energía. *Boletín IIE(114)*.
- Alavedra-Flores, C. G.-P.-O.-L.-O.-G.-R. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería industrial*, 034, 11-26. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista\\_de\\_Investigaciones\\_Sociales\\_V3\\_N8.pdf#page=8](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8.pdf#page=8)
- Alsyouf, I., Alsuwaidi, M., Hamdan, S., & Shamsuzzaman, M. (2020). Impact of ISO 55000 on organisational performance: evidence from certified UAE firms. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(1-2), 134-152.
- Ashfield, F. (2018). *Mantenimiento Industrial & Data Mining*.
- Bionergy. (2024). *Etanol y Comercialización*. Obtenido de <http://www.bioenergy.com.co/SitePages/UnidadNegocio.aspx#NuestroPro>
- Bionergy S.A.S. (2013). *MANUAL DE PROCESO BBP BLOQUE 1 –*.
- Cardona Gómez, C. A. (2006). *Mantenimiento preventivo industrial* (3ra ed.). Cali.
- Chamorro, S. (2016). *¿Qué es SAP y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.deustoformacion.com/cursos/gestion-administracion-empresas/cursos-sap/que-es>
- Chiesa, F. (2004). Metodología para selección de sistema. *Reportes Técnicos en Ingeniería de Software*, 6(1), 17-17.
- Chiesa, F. (2004). METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE SISTEMAS ERP . *Reportes técnicos en ingeniería del software*, 6(1), 17-37.
- Code Plus. (2024). *ERP, qué son y para qué sirven*. Obtenido de <https://codeplus.es/erp-que-son-para-que-sirven/>
- Cortés Vásquez, M. &. (2011). *Los beneficios de implementar un sistema ERP en las empresas colombianas–estudio de caso*.
- Electronic Board. (2024). *Las leyes del mantenimiento*. Obtenido de [https://www.electronicboard.es/leyes-de-mantenimiento-industrial/#Ley\\_de\\_la\\_Planificacion](https://www.electronicboard.es/leyes-de-mantenimiento-industrial/#Ley_de_la_Planificacion)

- Fractal. (2024). *Normas ISO importantes en la Gestión del Mantenimiento*. Obtenido de <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/que-son-las-normas-iso>
- García, M. C. (2017). Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. *Revista de Investigaciones Sociales*, 3(8), 1-11. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista\\_de\\_Investigaciones\\_Sociales\\_V3\\_N8.pdf#page=8](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8.pdf#page=8)
- Hodkiewicz, M. R. (2015). The development of ISO 55000 series standards.
- IBM. (2024). *Que es un CMMS*.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2002). *Cuadro de mando integral (The balanced score card). Gestión 2000*.
- Navarro, J. (2004). *Técnicas de Mantenimiento Industrial (2º Edición Revisada ISBN: 978-84-613-7747-3 ed.)*.
- Peñata Sánchez, H. A. (2021). *Integración de la industria 4.0 en el modelo de gestión de mantenimiento de una empresa de producción de bebidas*. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1287>
- Pinzón, C. (2023). *Tipos de mantenimiento*.
- Rey Hernández, J. M., Velasco Gómez, E., San José Alonso, J. F., & Rey Martínez, F. J. (2017). *Propuesta de la certificación energética, mediante simulación dinámica, como herramienta de gestión energética ISO 50001 Versus auditoria energética en edificios*. Obtenido de [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/25500/Propuesta-certificaci%  
c3%b3n-energ%  
c3%a9tica.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/25500/Propuesta-certificaci%c3%b3n-energ%c3%a9tica.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Rojas Baquero, J. A. (2020). *Rediseño del proceso de mantenimiento para los activos productivos de la planta de superficies*.
- Vilcarromero Ruiz, R. (2017). *Gestión de la Producción*. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7896/R.Vilcarromero%  
20Ruiz\\_Libro\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7896/R.Vilcarromero%20Ruiz_Libro_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## Anexos

## Anexos a. Lista de Chequeo Estructura Organizacional

<b>Estructura Organizacional</b>	<i>Inexistente</i>	<i>Inadecuado</i>	<i>Efectivo</i>	<i>Bueno</i>	<i>Muy Efectivo</i>
<b>Centro logístico</b>					
Los usuarios entienden el concepto de Centro logístico					X
<b>Centro Emplazamiento</b>					
Los usuarios entienden el concepto de centro de Emplazamiento					X
<b>Emplazamientos</b>					
Los usuarios entienden el concepto de emplazamiento					X
<b>Grupo Planificador</b>					
Los usuarios entienden el concepto de grupo planificador					X
<b>Puesto de Trabajo</b>					
Los usuarios entienden el concepto de puestos de trabajo					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Puestos de Trabajo.			X		
Los Puestos de Trabajo cuenta con un calendario de trabajo.			X		
Los Puestos de Trabajo tiene definido la Hora de Entrada, Hora de Salida y Duración de Pausa (Tiempo de Empleo)		X			
Los Puestos de Trabajo tiene definido el grado de utilización.		X			
Los Puestos de Trabajo tiene definido la Cantidad de capacidades individuales.			X		
Los Puestos de Trabajo tiene definido el porcentaje de sobrecarga o la carga ha exceder la oferta de la capacidad.		X			
Los Puestos de Trabajo tiene definido intervalos y turnos de trabajo.		X			
Los Puestos de Trabajo tiene definido las Clases de Actividad y sus respectivos costos por utilización.			X		
Los Puestos de Trabajo están integrados con el Módulo de Recursos Humano, haciendo referencia la personal de la compañía.	X				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Total, Area %</b>	<b>57%</b>				

Estructuración Sistemas Técnicos	Inexistente	Inadecuado	Efectivo	Bueno	Muy Efectivo
<b>Ubicación Técnica</b>					
Los Usuarios entienden el concepto de Ubicación Técnica.					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Ubicaciones Técnicas.				X	
Los usuarios conocen la Definición de Indicador o Máscara de Estructura				X	
Las Ubicaciones Técnicas se encuentran organizadas de tal manera que el usuario pueda navegar entre ellas de forma intuitiva (Por Función o Geografía).				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para navegar en el Árbol Jerárquico de Ubicaciones Técnicas (IH01 - Representación estructura)				X	
Las Ubicaciones Técnicas se encuentran Organizadas por Tipo.		X			
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con los Centro de Emplazamientos de acuerdo a su función.					X
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con los Emplazamientos de acuerdo a su función.					X
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con las Áreas de Empresa de acuerdo a su función.					X
Las Ubicaciones Técnicas cuentan los Puestos de Trabajo asociados.				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con el Indicador ABC de acuerdo a su función. (El Indicador ABC muestra la Criticidad de la Función)				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con su respectivo Centro de Costo (Se revisan periódicamente).				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con su respectivo Centro de Planificación (Se revisan periódicamente).				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con su respectivo Puesto de Trabajo Responsable.				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con su Perfil Catálogo.				X	
Las Ubicaciones Técnicas cuentan con sus Clases y Características.	X				
<b>Equipos</b>					
Los Usuarios entienden el concepto de Equipos.					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar cuales Equipos se encuentran montados en una Ubicación Técnica.					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar el histórico de Avisos y Órdenes de Trabajo por Ubicación Técnica.					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar las Hojas de Ruta y Planes de Mantenimiento por Ubicación Técnica.					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Equipos.					X
Los Equipos se encuentran organizadas de tal manera que el usuario pueda navegar entre ellas de forma intuitiva (Por Función o Geografía).					X
Los Equipos se encuentran Organizadas por Tipo.					X
Los Equipos cuentan con los Centro de Emplazamientos de acuerdo a su función.					X
Los Equipos cuentan con los Emplazamientos de acuerdo a su función.					X
Los Equipos cuentan con las Áreas de Empresa de acuerdo a su función.					X
Los Equipos cuentan con los Puestos de Trabajo asociados.				X	
Los Equipos cuentan con el Indicador ABC de acuerdo a su función. (El Indicador ABC muestra la Criticidad de la Función)				X	
Los Equipos cuentan con su respectivo Centro de Costo (Se revisan periódicamente).				X	

Los Equipos cuentan con su respectivo Centro de Planificación (Se revisan periódicamente).				X	
Los Equipos cuentan con su respectivo Grupo de Planificación (Se revisan periódicamente).				X	
Los Equipos cuentan con sus respectivos Puestos de Trabajo Responsable.				X	
Los Equipos cuentan con su Perfil Catálogo.				X	
Los Equipos cuentan con sus Clases y Características.	X				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar y Modificar los valores de las Características de Equipos.		X			
Los Equipos cuentan con sus Anexos cargados en el Módulo PM de SAP (¿Fichas Técnicas, Manuales, Planos y otros?)	X				
Los Equipos se encuentran sincronizados con los Activos Fijos a través de Tipo de Objeto Técnico y Activo Fijo.	X				
Los Equipos cuentan con la aplicación de Gestión de Garantías a través del módulo PM de SAP.	X				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar en que Ubicación Técnica se encuentra montado un Equipo.				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar en que Equipo se encuentra montado un Equipo.				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Investigar que Materiales y Componentes se encuentran asociados a los equipos.				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Desmontar y Montar Equipos en Ubicaciones Técnicas.				X	
<b>Gestión de Catálogos</b>					
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar el Catálogo de Medidas. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar el Catálogo de Causas. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar el Catálogo de Actividad. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar el Catálogo de Parte Objeto. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar el Catálogo de Síntoma de Avería. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Clases de Ubicaciones Técnicas y Equipos. (CL02 - Gestión de Clases y Características)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Características asociadas a Clases de Ubicaciones Técnicas y Equipos. (CL02 - Gestión de Clases y Características)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Perfiles de Ubicaciones Técnicas y Equipos. (QS41 – Tratar Perfiles (Grupo Códigos) y Catálogos)				X	
<b>Listas de Materiales</b>					
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Lista de Material para Ubicación Técnica	X				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Lista de Material para Equipos	X				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Lista de Material para Material				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar La Utilización de Materiales por Lista (QS15 – Utilización de Material)				X	
<b>Puntos de Medida</b>					
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Puntos de Medida General		X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar Puntos de Medida General		X			





Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Realizar, Visualizar y Efectuar Seguimiento a Solicitudes de Pedido y Contratos a través de las Órdenes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Revisiones de Mantenimiento. (OIOB – Revisiones)			X	
Los Servicios por Terceros en las Órdenes de Mantenimiento son asociados a una Operación específica.			X	
Los Servicios por Terceros en las Órdenes de Mantenimiento cuentan información de las Código SAP, Denominación, Cantidad Necesaria, Grupo de Artículo, Grupo de Compra, Contratos, etc.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar los Costos Generados a través de las Órdenes de Mantenimiento, divididos en Mano de Obra, Materiales, Servicios y Otros.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para incluir varios Avisos, Equipos y Ubicaciones Técnicas en las Órdenes de Mantenimiento, a través de Listas de Objetos.	X			
Las Órdenes de Mantenimiento cuentan información de Indicador de Planificación (Orden Planificada, Orden Inmediata, Orden No Planificada).	X			
Las Órdenes de Mantenimiento cuentan información de Estatus del Sistema.				X
Las Órdenes de Mantenimiento cuentan información de Estatus de usuario.		X		
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Órdenes de Mantenimiento de Renovación.	X			
Las Órdenes de Mantenimiento de Renovación cuentan información de Asociación de Valor a Materiales de un Centro-Almacén a otro, con sus respectivas Clase de Valoración.	X			
Las Órdenes de Mantenimiento cuentan Flujo de Aprobaciones (WorkFlow) dependiendo de los Centros de Emplazamiento, la Organización de Mantenimiento Responsable y los Montos o Valores definidos por Cargos.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Notificaciones			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Realizar Notificaciones Individuales de Tiempo			X	
Las Notificaciones incluyen Las Operaciones, Los Puestos de Trabajo y el Trabajo Real.			X	
Las Notificaciones incluyen Fecha y Hora de Inicio del Trabajo y Fecha y Hora del Fin del Trabajo.			X	
Referente a las Notificaciones, los Usuarios tienen el conocimiento y aplican los conceptos: Notificación Final, Sin Trabajo Restante, Compensar Reservas Abiertas.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Realizar Notificaciones Globales.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Realizar Notificaciones Colectivas de Tiempo.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Anular Notificaciones			X	
<b>Plan de Mantenimiento</b>				
Referente a las Estrategias, los Usuarios tienen el conocimiento y aplican el concepto Horizonte de Apertura.	X			
Referente a las Estrategias, los Usuarios tienen el conocimiento y aplican los conceptos: Factor de Decalaje en Conclusión Retrasada y Tolerancia en Conclusión Atrasada.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Planes de Mantenimiento de Ciclo Individual.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Planes de Mantenimiento con Estrategias.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Planes de Mantenimiento Múltiple.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Planes de Mantenimiento para Aprovisionamiento de Servicios.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Posiciones de Mantenimiento.	X			

Los Planes De Mantenimiento cuentan con Posiciones de Mantenimiento dependiendo de su Alcance.	X			
Los Planes De Mantenimiento cuentan con Listas de Objetos asociados a Posiciones de Mantenimiento dependiendo de su Alcance.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar los Factores de Conclusión Retrasadas y Anticipadas de los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar el Horizonte de Apertura de los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar el Intervalo de Toma de los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Condición de Sujeto a Conclusión de los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Programar los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Iniciar la Programación de los Planes de Mantenimiento en Ciclos Específicos.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Iniciar la Programación de los Planes de Mantenimiento en Ciclos Específicos. (Fijar Decalaje de Inicio)	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Realizar Tomas Manuales en los Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Activar o Desactiva Planes de Mantenimiento.	X			
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar y Proyectar los Costos estimados por Planes de Mantenimiento.	X			
El Sistema cuenta con un Job de Fondo que realice la Supervisión de Plazo Periódicamente (Programación)	X			
<b>Estrategias de Mantenimiento</b>				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Estrategias de Mantenimiento.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Estrategias de por Tiempo, Tiempo por día fijado, Tiempo por calendario de fabrica o por Actividad.			X	
Las Estrategias cuentan con sus respectivos Paquetes de Mantenimiento.			X	
Referente a los Paquetes de Mantenimiento, los Usuarios tienen el conocimiento y aplican la Jerarquización de Paquetes.			X	
Referente a los Paquetes de Mantenimiento, los Usuarios tienen el conocimiento y aplican la visualización de la Secuencia de los Paquetes.			X	
<b>Hojas de Ruta</b>				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Hojas de Ruta.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Hojas de Ruta para Ubicaciones Técnicas, Equipos o Instrucción.			X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y Aplican la Organización de Hojas de Ruta por Tipo, Grupo y Contadores.			X	
Las Hojas de Ruta contienen las Operaciones a ejecutar, estas cuentan información de las Puestos de Trabajo, Clave de Control, Clave Modelo, Estado de la Instalación, Texto de la Operación, Trabajo Requerido, Cantidad, Duración, Clave de Cálculo, etc.			X	
Las Hojas de Ruta contienen los Componentes requeridos y cuentan información de las Código SAP, Denominación, Cantidad Necesaria, Almacén, etc.			X	
Las Hojas de Ruta contienen las Solicitudes de Pedido y Contratos a Ejecutar y cuentan información de las Código SAP, Denominación, Cantidad Necesaria, Grupo de Artículo, Grupo de Compra, Contratos, etc..			X	
Las Operaciones en la Hojas de Ruta se encuentran asociadas con Paquetes de Mantenimiento, dependiendo de la Estrategia definida.			X	

0	10	1	29	6
---	----	---	----	---

<b>Total, Area %</b>	<b>51%</b>
----------------------	------------

*Anexos d. Lista de Chequeo Interacción con otros Módulos*

<b>Interacción con otros Módulos</b>	<i>Inexistente</i>	<i>Inadecuado</i>	<i>Efectivo</i>	<i>Bueno</i>	<i>Muy Efectivo</i>
<b>Gestión de Materiales y Contratación de Servicios</b>					
la organización cuenta con un procedimiento de compras en donde se identifica las responsabilidades de los usuarios			X		
la organización cuenta con la identificación de responsabilidades para la liberación o aceptación de los procesos de compra					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar El Stock por Almacén (MB52 – Stock de Almacén)					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar Las Reservas de Materiales. (MB25 – Lista de Reservas)					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Visualizar Las Entradas y Salidas de Materiales a través de las Órdenes de Mantenimiento. (MB51 – Lista de Documentos de Material)					X
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Crear, Modificar y Visualizar Medios Auxiliares de Fabricación	X				
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Controlar la Asignación de Medios Auxiliares de Fabricación a los diferentes usuarios.	X				
Los usuarios conocen el procedimiento para realizar la contratación de servicios y saben descargar la maestra de servicios					X
<b>Control Presupuestal</b>					
Los Usuarios responsables de la Dirección, Planeación, Ejecución o Análisis de Actividades de Mantenimiento tienen el conocimiento y permisos para Realizar Control de Gastos y Presupuestos a través del Módulo PM (Plant Maintenance).			X		
Los Usuarios responsables de la Dirección, Planeación, Ejecución o Análisis de Actividades de Mantenimiento tienen el conocimiento y permisos para Realizar Evaluaciones de Control de Gastos y Presupuestos a través del consumo de Materiales.			X		
Los Usuarios responsables de la Dirección, Planeación, Ejecución o Análisis de Actividades de Mantenimiento tienen el conocimiento y permisos para Realizar Evaluaciones de Control de Gastos y Presupuestos a través del consumo de Servicios.			X		
Los Usuarios responsables de la Dirección, Planeación, Ejecución o Análisis de Actividades de Mantenimiento tienen el conocimiento y permisos para Realizar Evaluaciones de Control de Gastos y Presupuestos a través del consumo de Mano de Obra.			X		
Los Usuarios responsables de la Dirección, Planeación, Ejecución o Análisis de Actividades de Mantenimiento tienen el conocimiento y permisos para Realizar Control de Gastos y Presupuestos a través Centros de Costos en el Módulo CO (Controlling).			X		
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Total, Area %</b>	<b>62%</b>				

<b>Manuales e Instructivos</b>	<i>Inexistente</i>	<i>Inadecuado</i>	<i>Efectivo</i>	<i>Bueno</i>	<i>Muy Efectivo</i>
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Ubicaciones Técnicas		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Equipos		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Enlaces		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Puestos de Trabajo		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Listas de Materiales.		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Avisos		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Órdenes de Trabajo		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Notificaciones		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Puntos de Medida		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Documentos de Medida		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Estrategias de Mantenimiento		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Hojas de Ruta		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Planes de Mantenimiento		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para tratar Posiciones de Mantenimiento		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para Programar Planes de Mantenimiento		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para Realizar el Control Presupuestal		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para Ejecutar Los Informes Estándar del Módulo		X			
La Organización cuenta con Manuales o Instructivos para Ejecutar Los Desarrollos (Z).		X			
	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total, Area %</b>	<b>25%</b>				

## Anexos f. Lista de Chequeo Análisis de la Información

Análisis de la Información Mediante Tratamiento de Listas	Inexistente	Inadecuado	Efectivo	Bueno	Muy Efectivo
<b>Variantes de Visualización</b>					
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IH06 – Tratamiento de Lista de Ubicaciones Técnicas)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IH08 – Tratamiento de Lista de Equipos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (CR05 – Tratamiento de Lista de Puestos de Trabajo)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IK07/IK08 – Tratamiento de Lista de Puntos de Medida)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IK17/IK18– Tratamiento de Lista de Documentos de Medida)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW28/IW29 – Tratamiento de Lista de Avisos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW69 – Tratamiento de Lista de Posiciones de Avisos)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW38/IW39 – Tratamiento de Lista de Órdenes de Mantenimiento)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW37/IW49 – Tratamiento de Lista de Operaciones de Órdenes de Mantenimiento)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW37N/IW49N – Tratamiento de Lista de Órdenes y Operaciones de Mantenimiento)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IW47 – Tratamiento de Lista de Notificaciones)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IP15/IP16 – Tratamiento de Lista de Planes de Mantenimiento)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IP17/IP18 – Tratamiento de Lista de Posiciones de Planes de Mantenimiento)				X	
Los Usuarios tienen el conocimiento y permisos para Gestionar la Variante de Visualización (IA08/IA09 – Tratamiento de Lista de Hojas de Ruta de Mantenimiento)				X	
	0	0	0	11	0
<b>Total, Area %</b>	<b>75%</b>				

Mejoramiento Continuo del Módulo SAP PM	Inexistente	Inadecuado	Efectivo	Bueno	Muy Efectivo
¿La Organización cuenta con un Plan de Acción, enfocado en los Resultados del Diagnóstico del Módulo PM de SAP?	X				
¿La Organización cuenta con la Descripción de los Perfiles de los Diferentes Usuarios del Módulo PM de SAP?	X				
La Organización cuenta con documentación en la cual se define el Conocimiento, Habilidades y Responsabilidades del Líder Funcional del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con documentación en la cual se define el Conocimiento, Habilidades y Responsabilidades del Líder IT del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con documentación en la cual se define el Conocimiento, Habilidades y Responsabilidades de los Gerentes y Superintendentes en el Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con documentación en la cual se define el Conocimiento, Habilidades y Responsabilidades de Ingenieros y Supervisores en el Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con documentación en la cual se define el Conocimiento, Habilidades y Responsabilidades de Técnicos, Asistentes y Digitadores en el Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con un Plan de Capacitaciones para los Usuarios del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con un Plan de Capacitaciones para Líder Funcional del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con un Plan de Capacitaciones para Líder IT del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con un Plan de Capacitaciones para Usuarios Actuales del Módulo PM de SAP	X				
La Organización cuenta con un Plan de Capacitaciones para Nuevos Usuarios del Módulo PM de SAP	X				
	0	0	0	0	0
<b>Total, Area %</b>	<b>0%</b>				